

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ANALYSE ERGONOMIQUE DU TRAVAIL DES PATROUILLEURS LORS DE L'ENDOSSEMENT DU GILET PARE-BALLES INTÉGRANT UN SYSTÈME D'ATTACHES POLYVALENTE « MOLLE » ET ÉLABORATION DE CRITÈRES
POUR LE CHOIX OU LA CONCEPTION DE GILETS EN MEILLEURE ADÉQUATION AVEC LEUR TRAVAIL :
RENCONTRE ENTRE DESIGN ET ERGONOMIE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN DESIGN DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

LÉA CORSINI

DÉCEMBRE 2025

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et organisations qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, un immense merci à mon directeur de mémoire, Steve Vézéau, pour son encadrement, ses précieux conseils et son soutien tout au long de cette recherche. Son expertise et ses recommandations ont joué un rôle clé dans l'orientation et l'aboutissement de ce travail.

Je tiens également à remercier les membres du jury, Élise Ledoux et Denys Denis, pour le temps consacré à l'évaluation et à la correction de ce mémoire.

Un grand merci à Sylvain Proulx, de la Fraternité de l'organisme de police pour son implication, son organisation et sa collaboration précieuse durant cette étude. Je suis aussi reconnaissante envers les responsables patronaux et ceux en charge des équipements pour leur appui.

Je remercie chaleureusement l'organisme de police pour son accueil et son engagement tout au long de mon étude. La participation des policières et policiers, leur générosité et le partage de leurs expériences ont grandement nourri mes réflexions et ancré cette recherche dans la réalité du terrain.

Je tiens à remercier Barb Field, directrice du fabricant de GPB MOLLE, pour la qualité des échanges, les informations techniques fournies et son soutien dans la réalisation des prototypes.

Ma reconnaissance va également à Mitacs pour son appui financier, qui a permis de concrétiser les différentes étapes de ce projet.

Je remercie aussi mes collègues et amis, pour les nombreux moments partagés, leur écoute et leur bonne humeur tout au long de cette aventure.

Merci à ma famille, dont le soutien constant, malgré la distance, m'a accompagnée tout au long de ce parcours. Enfin, merci à mon cher Hugo, qui m'a toujours écoutée et encouragée. Merci d'avoir cru en moi.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	xv
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	xvi
RÉSUMÉ	xvii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 Problématique	5
1.1 La demande d'un organisme de police	5
1.2 Concevoir des EPI adaptés : une nécessité pour la performance et la santé	6
1.3 Design et ergonomie : une approche interdisciplinaire essentielle.....	7
1.4 Les déterminants du travail de patrouilleur	10
1.5 Les GPB dans la police.....	13
1.5.1 Marché et types de GPB	15
1.5.2 Le modèle de GPB avec système d'attaches MOLLE.....	18
CHAPITRE 2 Objectifs de la recherche.....	20
2.1 Les objectifs généraux de la recherche.....	20
2.2 Les objectifs spécifiques de la recherche.....	21
CHAPITRE 3 Contexte de l'étude	22
3.1 Portrait de l'organisme demandeur.....	22
3.2 Le travail de patrouilleur au sein de l'organisme de police	23
3.2.1 Le rôle des patrouilleurs	23
3.2.2 Environnement de travail	25
3.2.3 Les outils des patrouilleurs	27
3.3 Les GPB de l'organisme de police	29
3.3.1 L'ancien GPB à poches dédiées de l'organisme de police	30
3.3.2 Le GPB MOLLE à l'étude.....	32
3.3.3 Prise de mesure	37
3.3.4 Mise à disposition	39
3.3.4.1 Prise en main	39
3.3.4.2 Schémas de répartition.....	39

CHAPITRE 4 Méthodologie	40
4.1 Revue de littérature et entretiens avec des organismes policiers externes.....	41
4.2 Analyses préliminaires de l'activité des patrouilleurs endossant l'ancien GPB à poches dédiées	42
4.2.1 Participants	42
4.2.2 Déroulement.....	44
4.2.3 Instrumentation	46
4.2.4 Analyse des données	46
4.2.5 Protocole éthique	46
4.3 Analyse systématique de l'astreinte et de l'interaction entre le GPB actuel avec système MOLLE et l'activité de travail des patrouilleurs.....	47
4.3.1 Analyse préliminaire de l'activité sur le terrain avec le GPB actuel et son système « MOLLE ».	47
4.3.1.1 Participants	47
4.3.1.2 Déroulement.....	50
4.3.1.3 Instrumentation	51
4.3.1.4 Analyse des données	51
4.3.1.5 Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées.....	52
4.3.1.6 Participants	52
4.3.1.7 Déroulement.....	55
4.3.1.7.1 Scénarios dans et hors des véhicules	57
4.3.1.7.2 Manipulations des outils.....	57
4.3.1.8 Instrumentation	58
4.3.1.9 Analyse de données	58
4.3.2 Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers	59
4.3.2.1 Participants	59
4.3.2.2 Déroulement.....	60
4.3.2.3 Instrumentation	61
4.3.2.4 Analyse des données	61
4.4 Validation des diagnostics et des recommandations en Co-design et réflexion sur des « schémas » de répartition d'outils plus sécuritaires validés par simulation	62
4.4.1 Séances de Co-design, validation des diagnostics et élaboration de pistes d'amélioration	62
4.4.1.1 Participants	63
4.4.1.2 Déroulement.....	64
4.4.1.3 Instrumentation	66
4.4.1.4 Analyse des données	67
4.4.2 Identifier les « schémas » de répartitions d'outils : Deuxième simulation	67
4.4.2.1 Participants	69
4.4.2.2 Déroulement.....	71
4.4.2.2.1 Scénarios dans et hors des véhicules	73
4.4.2.2.2 Manipulations des outils.....	74
4.4.2.3 Instrumentation	74
4.4.2.4 Analyse des données	74
4.5 Élaboration d'un prototype amélioré, tests et validations en simulation dans un environnement contrôlé : Troisième simulation	75
4.5.1 Participants	75
4.5.2 Déroulement.....	77

4.5.3	Instrumentation	78
4.5.4	Analyse des données	79
4.6	Analyse de la relation ergonomie-design dans le cadre d'un projet de conception d'EPI	79
4.6.1	Journal de bord	79
4.6.2	Contribution du fabricant au processus de conception	80
	CHAPITRE 5 Résultats	81
5.1	Analyses préliminaires de l'activité des patrouilleurs endossant l'ancien GPB à poches dédiées	81
5.1.1	Les patrouilleurs en activité endossant l'ancien GPB à poches dédiées	82
5.1.2	Design de la housse : Limitations d'organisation et d'adaptabilité des poches	91
5.1.3	Mobilité et confort : Flexibilité	92
5.1.4	Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, matériaux, sécurité et apparence	93
5.1.5	Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB	94
5.2	Analyse préliminaire de l'astreinte des patrouilleurs endossant leur GPB actuel avec système MOLLE	95
5.2.1	Les patrouilleurs en activité endossant le GPB MOLLE	96
5.2.2	Système MOLLE et la répartition des outils	100
5.2.3	Design de la housse : les poches	102
5.2.4	Mobilité et confort : rigidité et volume important	102
5.2.5	Mobilité et confort : GPB féminin avec les coques anatomiques adaptées à la morphologie mammaire	104
5.2.6	Mobilité et confort : Bretelles intégrées	104
5.2.7	Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, matériaux, sécurité et apparence	104
5.2.8	Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB	105
5.3	Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées	106
5.3.1	Appréciation du GPB : Sécurité améliorée et confort adapté pour les femmes	106
5.3.2	Influence des caractéristiques corporelles sur l'optimisation de l'espace du système MOLLE	107
5.3.3	Poids des outils et déséquilibre des charges	107
5.3.4	Impact du volume frontal sur la mobilité et le confort des patrouilleurs	108
5.3.5	Impact du volume frontal sur l'atteinte des outils	109
5.3.6	Design de la petite poche : Atteinte du calepin de la poche	113
5.3.7	Impact de la rigidité du panneau balistique sur le confort et la mobilité des patrouilleurs	114
5.3.8	Astreintes thermiques : inefficacité de la ventilation sous la charge	115
5.3.9	Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB	116
5.4	Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers	117
5.4.1	Mobilité et confort : Inconfort par rapport à la coupe GPB	117
5.4.2	Design de la housse : Les poches	119
5.4.3	Mobilité et confort : Inconfort par rapport au volume sur le GPB	119
5.4.4	Mobilité et confort : l'atteinte	120
5.4.5	Système MOLLE et la place de la radio	120
5.4.6	Schéma de répartitions	121
5.4.7	Les outils : trop de volume	121
5.4.7.1	Le bâton : Usage, inconfort et perspectives d'amélioration	122
5.4.8	Prise de mesure	123
5.4.9	Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, sécurité et apparence	123

5.4.10 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB.....	123
5.5 Séances de Co-design, validation des diagnostics, recommandations et élaboration des pistes d'amélioration	125
5.5.1 Appréciation générale	125
5.5.2 Problèmes identifiés et recommandations.....	126
5.5.2.1 La coupe du GPB	126
5.5.2.2 Le système MOLLE	129
5.5.2.3 Les outils	131
5.5.2.4 Schémas de répartition des outils	132
5.5.3 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB.....	133
5.6 Deuxième simulation : Identifier les « schémas » de répartitions d'outils.....	134
5.6.1 Schémas critiques	134
5.6.2 Mobilité et confort : amplitude des bras.....	135
5.6.3 Mobilité et confort : atteinte aux outils.....	137
5.6.4 Design de la housse : design de la petite poche	139
5.6.5 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB.....	140
5.7 Élaboration d'un prototype, tests et validations en simulations dans un environnement contrôlé : troisième simulation.....	141
5.7.1 Processus d'élaboration du prototype : Le rôle des concepteurs industriels	141
5.7.2 Description du prototype élaboré	142
5.7.2.1 Ajout d'une rangée de MOLLE (a).....	144
5.7.2.2 Changement d'ouverture de la petite poche (b).....	145
5.7.2.3 Réduction du système sur la partie avant (c).....	146
5.7.2.4 Changement de l'ouverture de la grande poche.....	146
5.7.2.4.1 Configuration en miroir pour les gauchers.....	146
5.7.3 Résultats de la troisième simulation avec le nouveau prototype	147
5.7.3.1 Réduction du volume pour les GPB deux rangées.....	147
5.7.3.2 Volume compacté et poids au-dessus de l'abdomen	151
5.7.3.3 Amélioration de l'amplitude des bras à bord du véhicule.....	152
5.7.3.4 Atteinte des outils améliorée	154
5.7.3.5 Critiques par rapport au prototype	162
5.7.4 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB.....	164
CHAPITRE 6 DISCUSSION	166
6.1 Analyse de l'impact du GPB : Réponse aux objectifs	166
6.1.1 Les cinq préconisations guidant la répartition des outils	170
6.2 L'approche design et ergonomie	172
6.2.1 L'approche de conception participative : Diversité des méthodes	172
6.2.2 Un enjeu de temporalité.....	176
6.2.3 Diversité des acteurs	177
6.2.4 L'approche centrée sur l'utilisateur : un levier pour une meilleure conception.....	178
6.3 L'intégration d'un EPI.....	179
6.3.1 La prise de mesure.....	179
6.3.2 Le choix d'un EPI - La représentation des corps dans le choix des GPB	181

6.4 Considérer l'objet comme un système	183
6.5 Recommandations	184
6.5.1 Rendre la conception inclusive	184
6.5.2 Concevoir un gilet qui respecte les contraintes de l'activité réelle	186
6.5.3 Optimiser l'implantation du système MOLLE grâce à un guide encadrant la répartition des outils, afin d'améliorer la mobilité, l'accessibilité et la prévention liée aux charges portées	190
6.5.4 Mettre en place une approche participative durable.....	192
CHAPITRE 7 CONCLUSION	194
Bibliographie	197
ANNEXE A	203
Modèle de l'emploi de la force et inventaire des outils des patrouilleurs	203
ANNEXE B Grille d'entretien observations terrains avec l'ancien GPB.....	213
ANNEXE C Grille d'entretien observations terrains avec le GPB MOLLE actuel.....	214
ANNEXE D Protocole de la simulation 1.....	215
ANNEXE E Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers	216
ANNEXE F Grille d'entretiens de la séance de Co-design	217
ANNEXE G Protocole de la simulation 2.....	218
ANNEXE H Protocole de la simulation 3	219
ANNEXE I Dimensions pour les gabarits moyen et petit de la petite poche	221
ANNEXE J Dimensions pour les gabarits moyen et petit de la petite poche.....	222

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Triade design, ergonomie et EPI et outils.....	3
Figure 2 : Modèle de l'activité des motards, principaux déterminants et conséquences sur leur santé et leur efficacité, tiré du rapport scientifique : Confort thermique et mobilité des policiers motards lors du port du GPB : une analyse ergonomique.....	11
Figure 3 : Modèles proposés par les entreprises américaines Armor Express, Safariland et Point Blank ..	17
Figure 4 : Modèles de GPB proposés par les entreprises canadiennes Ten4, Prelabs, Survival Armor Canada, GH Armor Systems et Pacific Safety Porducts Inc.	17
Figure 5 : Exemple d'un GPB doté du système MOLLE (compagnie Prelabs)	18
Figure 6 : Intérieur d'un VUS de patrouille.....	25
Figure 7 : Évolution des uniformes des patrouilleurs selon les conditions climatiques	26
Figure 8 : Placement des outils sur le GPB et le ceinturon	28
Figure 9 : Échantillons de housses de GPB à poches dédiées proposées par la compagnie de « l'ancien GPB »	30
Figure 10 : Modèle de house et GPB à poches dédiées sur un patrouilleur de l'organisme de police.....	31
Figure 11 : Modèles de GPB (housse et options) tirés du site web du fabricant.	32
Figure 12 : GPB actuel de l'organisme de police avec système MOLLE	33
Figure 13 : Description du panneau balistique « unisex » par le fabricant.....	34
Figure 14 : Description du panneau balistique féminin par le fabricant (avec photo)	34
Figure 15 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Housse du GPB	35
Figure 16 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Méthode d'ajustement du GPB.....	36
Figure 17 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Tissu en « mesh » 3D et bretelles intégrées	37
Figure 18 : Variation des rangées et des colonnes du système MOLLE en fonction des morphologies....	37
Figure 19 : Tailles de housses testées	38
Figure 20 : Parcours méthodologique du projet en huit étapes	40
Figure 21 : Neuf participants aux observations sur le terrain avec l'ancien GPB à poches dédiées	43
Figure 22 : Délimitation des zones corporelles pour l'analyse des pressions et des entraves	45

Figure 23 : Seize participants aux observations sur le terrain avec le GPB MOLLE actuel.....	49
Figure 24 : Photographies de la simulation des situations de travail dans un environnement contrôlé dans le garage de l'organisme de police	52
Figure 25 : Quinze participants de la simulation des situations de travail en environnement contrôlé avec le GPB actuel.....	54
Figure 26 : Schéma de répartition des outils sur l'équipements complet des quinze participants de la simulation des situations de travail dans un environnement contrôlé avec le GPB actuel	56
Figure 27 : Trois feuilles remplies par les participants indiquant les zones de sudation sur les schémas du corps humain présentés et complétés lors de la simulation.....	57
Figure 28 : Morphologies homme et femme proposées dans le questionnaire large.....	60
Figure 29 : Photographies de la première et de la deuxième séance de Co-design	63
Figure 30 : Schémas de répartitions des outils des participants aux séances de Co-design.....	65
Figure 31 : Dessins des propositions de modification visant à améliorer le GPB, présentées lors des séances de Co- design	66
Figure 32 : Outils de réflexion : schémas du GPB actuel et d'un prototype avec les outils (objets détachés) à fixer	67
Figure 33 : Photographies de la simulation des schémas de répartition en environnement contrôlé, dans le garage des pompiers	68
Figure 34 : Participant P3 portant sa radio sur les deux rangées les plus hautes, attachée avec des épingle, pour tester si une demi-rangée plus haute serait pertinente	69
Figure 35 : Onze participants à la deuxième simulation	70
Figure 36 : Schémas de répartition des outils sur l'équipement complet des participants à la deuxième simulation	72
Figure 37 : Participant P1 lors des trois passages de la simulation.....	73
Figure 38 : Trois participants à la troisième simulation pour valider le prototype.....	76
Figure 39 : Trois prototypes réalisés pour les simulations finales	78
Figure 40 : Images des observations terrains avec l'ancien GPB à poches dédiées.....	82
Figure 41 : Modèle des déterminants de l'activité policière et de ses effets	82
Figure 42 : Chroniques d'évènements de trois participants (P1, P2 et P6) lors de demi quart de travail..	84
Figure 43 : Photographie d'une policière qui sort du véhicule (VUS)	86

Figure 44 : Photographie d'un patrouilleur qui conduit un véhicule	86
Figure 45 : Photographies de deux patrouilleurs qui rédigent des rapports	87
Figure 46 : Photographie d'une policière en opération de cinémomètre dans le véhicule.....	89
Figure 47: Patrouilleurs avec la radio placée dans la poche haute du GPB	91
Figure 48 : Images des observations terrains avec le GPB MOLLE.....	97
Figure 49 : Photographie d'une policière qui se penche en avant pour vérifier une guérison	98
Figure 50 : Photographie d'une policière qui marche après une arrestation d'un véhicule.....	99
Figure 51 : Photographie d'une policière utilisant la lampe de poche pour chercher des traces de pas.	100
Figure 52: Schémas de répartition des outils sur l'équipement complet des participants observés sur le terrain avec le GPB MOLLE.....	101
Figure 53 : Photographie de profil de la participante P2 et du volume avant généré par l'absence d'un 3e point de fixation pour la radio.....	102
Figure 54 : Impact de l'ajout des outils sur le GPB qui provoque l'augmentation du volume abdominal des participants aux simulations en environnement contrôlé	109
Figure 55 : Séquence de récupération du bâton par un patrouilleur	112
Figure 56 : Axes de mouvement et atteinte des outils.	112
Figure 57 : Séquence montrant la difficulté de rangement du calepin en raison de l'ouverture et de la taille de la poche	113
Figure 58 : Zones de sudations des patrouilleurs endossant le GPB actuel.....	115
Figure 59 : Schémas des zones encolure, emmanchures, épaules, poitrine, abdomen, dos et côtés du GPB.	118
Figure 60 : Schéma présentant le GPB MOLLE avec en bleu la grande et petite poche	119
Figure 61 : Outils qui procurent des inconforts au niveau du ceinturon	122
Figure 62 : Inutilisation de l'espace du GPB au niveau du torse	130
Figure 63 : Schéma de répartition des outils sur l'équipement des participants à la deuxième simulation	135
Figure 64 : Photographies de P4 montrant la différence de position du bras lors de la rédaction pendant les trois passages	136
Figure 65 : Photographies montrant l'antenne radio hauteur P9 et P11.....	137

Figure 66 : Séquences de récupération du bâton d'un participant avec son agencement habituel, le GPB vierge et l'agencement proposé avec la radio en haut. (P1).....	138
Figure 67 : Zoom sur la récupération du bâton d'un participant avec son agencement habituel et l'agencement proposé avec la radio en haut	139
Figure 68 : Policière portant le GPB à deux rangées, dont le calepin ne rentre pas à la verticale dans la petite poche avant.....	140
Figure 69 : Prototype de housse du GPB avec les modifications présentées en rouge	143
Figure 70 : Amélioration posturale lors de la récupération du bâton (P2)	144
Figure 71 : Schéma de l'intérieur de la petite poche avec l'étui à calepin et les porte-crayons à l'horizontale	145
Figure 72 : Prototypes pour droitier et gaucher	147
Figure 73 : Perte de volume entre le GPB actuel et le prototype pour P1.....	149
Figure 74 : Perte de volume entre le GPB actuel et le prototype pour P2.....	150
Figure 75 : Volume occupé par P1 en position assise dans le véhicule selon le placement de la radio sur le GPB MOLLE	151
Figure 76 : Diminution de l'amplitude du coude de P1 en position de rédaction de rapport selon le GPB actuel (à gauche) et le prototype (à droite)	152
Figure 77 : Diminution de l'élévation du coude et la rotation de l'épaule de P2 lors de la rédaction de rapport selon	153
Figure 78 : Diminution de l'amplitude du coude de P3 lors de rédaction de rapport selon l'endossement du GPB actuel (gauche) et du prototype.....	154
Figure 79 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P1.....	155
Figure 80 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P2.....	156
Figure 81 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P3.....	157
Figure 82 : P1 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée).....	158
Figure 83 : P2 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut).....	159

Figure 84 : P3 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)	160
Figure 85 : P3 récupération du calepin dans la petite poche avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)	161
Figure 86 : Zoom sur la récupération du calepin déviation cubitale du poignet et élévation du coude ..	161
Figure 87 : P1 et P2 récupération du calepin dans la petite poche avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)	162
Figure 88 : Hauteur de l'antenne de la radio pour P3 avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)	163
Figure 89 : Dessin des trois axes (bras) en mouvement à libérer	170
Figure 90 : Diagramme du design enrichi par l'ergonomie	173
Figure 91 : Modèle de GPB présentés sur le site d'un fabricant de GPB Canadien	181
Figure 92 : Capture d'écran du GPB actuel présenté sur le site du fabricant de GPB MOLLE et photographie du GPB en situation réelle sur une personne avec un petit gabarit.....	182
Figure 93 : Emmanchures arrondies et couvrantes du GPB MOLLE actuel (en bleu) comparées à celles carrées et dégagées de l'ancien GPB à poches dédiées (en orange)	187
Figure 94 : Nouvelles dimensions pour concevoir la demi-rangée supérieure d'un GPB grand gabarit ..	187
Figure 95 : Prototypes pour droitier et gaucher	188
Figure 96 : Nouvelles dimensions pour concevoir la petite poche pour un GPB grand gabarit	189
Figure 97 : Le modèle national de l'emploi de la force	203

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les outils associés à leur poids en grammes	29
Tableau 2 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, taille, poids, main dominante, expérience policière et type de ceinturon.	44
Tableau 3 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, taille, poids, tour de poitrine pour les femmes, main dominante, expérience policière, durée avec le GPB, modèle, système Molle et type de ceinturon	50
Tableau 4 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, main dominante, taille, poids, largeur de torse, longueur de thorax, durée avec le GPB, modèle, système Molle.	53
Tableau 5 : Profils anthropométriques des participants : Tour de poitrine, tour de taille, longueur du dos, tour de buste et taille de bonnet.....	55
Tableau 6 : Caractéristiques des participants aux séances de Co-design : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, expérience policière et rôle au sein de l'organisme.	63
Tableau 7 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, expérience policière et ceinturon.....	71
Tableau 8 : Caractéristiques des participants aux simulations avec prototype : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, système MOLLE, expérience policière et ceinturon.....	76
Tableau 9 : Dimensions des participants aux simulations avec prototypes : Taille, poids, tour de poitrine, tour de taille, longueur de torse, longueur thorax, longueur thorax assis, longueur du dos (depuis la vertèbre L5 jusqu'à C6), tour de buste et taille de bonnet.	77
Tableau 10 : Temps passé assis et debout pour les participants P1, P2 et P6 dans un demi quart de travail.	84
Tableau 11 : Actions observées et inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB.....	85
Tableau 12 : Valeur des entraves aux différentes parties du corps en position assise pour les participants observés.....	92
Tableau 13 : Actions observées et inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB (système MOLLE).....	96
Tableau 14 : Durée (sec) de récupération des outils (calepin, lampe de poche, menottes, 2ème paire de menottes, arme à feu, bâton, poivre de cayenne, Taser, et carabine) lors de trois essais par participant et durée moyenne.....	111
Tableau 15 : Rangement du calepin dans la petite poche et grande poche en fonction des participants	113

Tableau 16 : Actions et valeur moyenne des inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB en simulation.....	114
Tableau 17 : Dimension (cm) du tour de l'abdomen selon trois modèles de gilet endossés par trois participants lors des validations	148
Tableau 18 : Liste des outils des policiers patrouilleurs (en jaune, les outils obligatoires)	204
Tableau 19 : Document de l'organisme de police intitulé : uniforme ÉTÉ et uniforme HIVER	205

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

CNESST : Commission des normes de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail

EPI : Équipement de protection individuel

GPB : gilet pare-balles

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

LEOKA: Law enforcement officers killed and assaulted

P1: participant 1

Système MOLLE : Modular Lightweight Load-carrying Equipment

Taser : pistolet paralysant, pistolet électrique

TCAC : taux de croissance annuel composé

TMIS : Troubles musculosquelettiques

UQAM : Université du Québec à Montréal

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

Cm : Centimètres

G : Grammes

Kg : Kilogrammes

M : Mètres

N : Likert (échelle)

Sec : Secondes

RÉSUMÉ

Cette recherche explore l'intersection du design et de l'ergonomie dans la conception des équipements de protection individuelle (EPI) pour les patrouilleurs, en réponse à la demande d'un organisme de police québécois, avec un accent sur les gilets pare-balles (GPB) dotés du système MOLLE. L'étude a permis d'analyser leur impact sur l'activité des agents, notamment en ce qui concerne la mobilité, le confort et la gestion des outils portés sur le corps. Bien que le système MOLLE offre une personnalisation appréciée, le positionnement des outils qu'il permet peut, selon la variabilité des choix effectués par les utilisateurs, engendrer des contraintes posturales et des difficultés d'accès. Les patrouilleurs ont également souligné, concernant le design du GPB, des limitations liées aux dimensions des poches, aux points de pression causés par les emmanchures rigides et aux astreintes thermiques. L'objectif principal de l'étude est de formuler des recommandations et définir des repères de conception en tenant compte des besoins spécifiques des patrouilleurs.

En combinant les approches du design et de l'ergonomie, nous avons analysé l'activité des patrouilleurs à partir d'observations terrain couplées à des entretiens afin de comprendre les contraintes de mobilité liées au port du GPB, tant avec l'ancien modèle sans système MOLLE qu'avec le modèle actuel qui en est équipé. Des simulations en garage ont permis de documenter visuellement les limitations d'amplitude des bras à travers différents scénarios, ainsi que l'accès aux outils grâce à des manipulations ciblées. Un questionnaire large a été déployé dans l'organisme afin de recueillir des informations sur la satisfaction des policiers et policières concernant le GPB. Par la suite, des séances de Co-design avec de petits groupes ont permis d'échanger sur les diagnostics et d'explorer des pistes d'amélioration et de prototypage. Enfin, le prototype développé a été testé et validé par trois utilisateurs aux gabarits différents.

Cette recherche s'inscrit dans une réflexion plus large sur la conception des EPI destinés aux travailleurs. En analysant les interactions entre design, ergonomie et contraintes fonctionnelles, elle met en évidence la nécessité d'une approche systémique pour développer des équipements mieux adaptés aux réalités du terrain.

Mots clés : Gilet pare-balle / Police / Design / Ergonomie / Système MOLLE (Modular Lightweight Load-carrying Equipment).

INTRODUCTION

Les équipements de protection individuelle (EPI) jouent un rôle essentiel dans la sécurité des travailleurs exposés à divers risques. Il existe de nombreux vêtements de protection ou d'EPI disponibles sur le marché. Ils se distinguent les uns des autres par leurs matériaux constitutifs (tissus, tricots, non-tissés, textiles enduits, tannerie et cuir, films polymères, etc.), leurs éléments de protection, la coupe et le design. Selon l'INRS (2024), ils permettent de se prémunir contre neuf grandes familles de risques : les conditions climatiques, le manque de visibilité, les risques mécaniques, chimiques, biologiques, thermiques, électrostatiques, électriques et contre la contamination radioactive. Ce mémoire s'intéresse spécialement au risque mécanique, soit le GPB qui protège contre les attaques de projectile. Selon Chabanne (2024), s'il n'est pas bien conçu, le vêtement de protection peut notamment augmenter l'amplitude des mouvements, l'effort physique (poids) et la sudation (isolation). Il peut entraîner une astreinte physique, réduire la mobilité et modifier la perception de l'environnement. Il peut aussi favoriser l'apparition d'irritations de la peau comme des dermatites de contact, allergiques ou d'irritation (Crepy, 2009). Les EPI peuvent être irritants, surtout lors de l'endossement prolongé. Chabanne (op.cit.) rapporte que souvent, la taille, la complexité d'enfilage et le choix des matières posent problème. De manière générale, selon Marsot et Atain-Kouadio (2017), les travailleurs utilisant des équipements mal adaptés, qu'ils soient portés sur le corps ou manipulés à la main, sont exposés à un risque accru de troubles musculosquelettiques (TMS).

Ainsi, le choix d'un EPI implique donc la nécessité d'analyser les risques professionnels auxquels les utilisateurs sont confrontés, les contraintes de l'activité, les tâches à exécuter, l'environnement et les caractéristiques des utilisateurs, dont leur morphologie. Sur le plan psychologique ou social, l'aspect esthétique ou l'image renvoyée au public est également un facteur important à considérer. Il est donc souhaitable d'impliquer les futurs utilisateurs dans toute démarche de conception ou de choix de vêtement de protection. En effet, ce sont eux qui pourront décrire la nature de leur activité, la durée de l'endossement, l'utilisation d'équipements complémentaires, les contraintes liées à leur poste de travail et à leur environnement et mettre en évidence les risques qu'ils rencontrent. D'ailleurs, les normes NF EN ISO 13688 « Vêtements de protection - Exigences générales » et le guide général FD CEN/TR 15321 « Guide de sélection, d'utilisation, d'entretien et de maintenance des vêtements de protection » listent les éléments à considérer lors du choix de tout type de vêtement de protection. Ainsi, pour chaque type de protection, il convient de prendre en compte les performances des matériaux, le confort, l'ergonomie et les normes spécifiques s'y rattachant. Selon Marsot et Atain-Kouadio (op.cit.), intervenir dès les premières

étapes de conception est essentiel pour prévenir efficacement les troubles musculosquelettiques (TMS). En s'appuyant sur une démarche interdisciplinaire intégrant design et ergonomie, ce projet s'inscrit dans une recherche globale visant à proposer des solutions améliorant les EPI.

Selon Chabanne (2024), outre les critères identifiés dans l'appel d'offres, la démarche de choix d'un EPI prévoit également un test « au porté » dans les conditions habituelles de travail pour repérer toutes contraintes de l'activité, facteurs individuels liés aux variations de morphologie et problèmes de postures des opérateurs qui pourraient influencer l'endossement de l'EPI. L'auteure rapporte que la démarche doit également déterminer les modalités de réception, la mise à disposition de l'ÉPI aux utilisateurs, son entretien et le stockage.

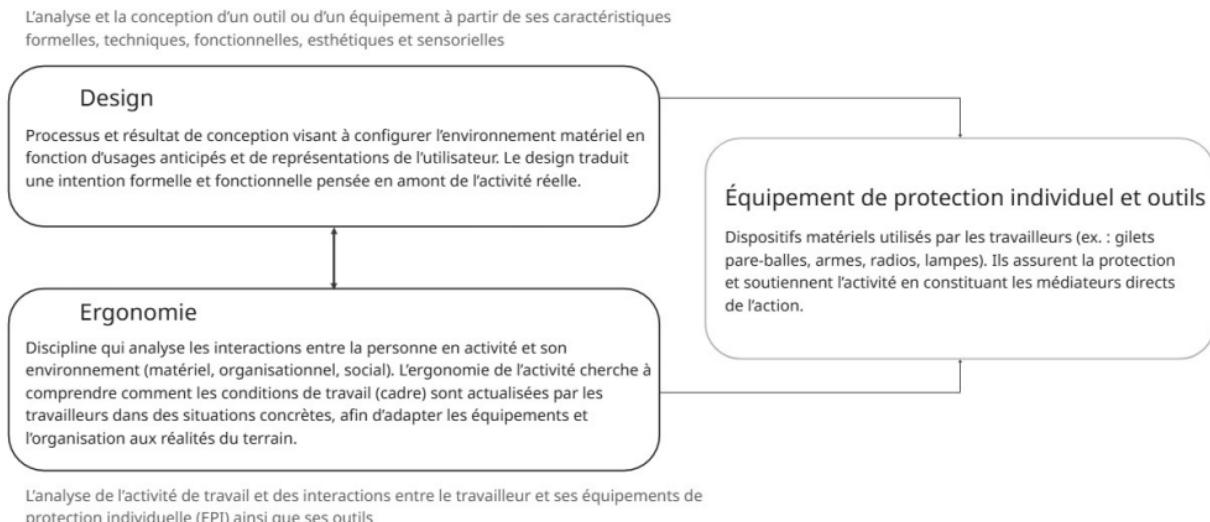
Parmi eux, le GPB est un élément clé pour les policiers, leur offrant une protection contre les projectiles. Toutefois, ces EPI conçus pour assurer la sécurité, comme le souligne Vezneau, Budico et Comtois (2021), peuvent également engendrer des contraintes importantes en matière de mobilité, de confort thermique et d'ergonomie. Un poids mal réparti, une coupe inadaptée ou des matériaux peu flexibles peuvent limiter les mouvements, provoquer des douleurs et nuire à la performance des agents sur le terrain.

Dans le contexte, d'une maîtrise en design de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal, un organisme policier québécois souhaite déployer un nouveau modèle de GPB équipé du système MOLLE (Modular Lightweight Load-carrying Equipment) au sein de son service, et mieux comprendre les effets de son design sur l'activité des patrouilleurs. La demande porte sur l'analyse des impacts ainsi que sur la formulation de recommandations et de critères visant à optimiser la conception du GPB, tout en tenant compte des besoins des utilisateurs. Elle s'inscrit dans une démarche de recherche-intervention, combinant les approches du design et de l'ergonomie.

Cette recherche a plusieurs objectifs. D'une part, elle vise à évaluer l'influence du design du GPB sur les postures, la répartition du poids des outils et la mobilité des patrouilleurs. D'autre part, elle cherche à identifier les contraintes associées à l'endossement prolongé du GPB, notamment en fonction des variations morphologiques des utilisateurs. En croisant les approches du design et de l'ergonomie, cette étude ambitionne d'établir des repères de conception permettant de mieux concilier protection,

confort et adaptation aux gestes professionnels (Fig.1). La triade entre design, ergonomie et EPI illustre la complémentarité de trois dimensions indissociables dans la conception et l'évaluation d'outils de protection. Les EPI renvoient aux artefacts matériels mobilisés par les travailleurs pour se protéger. Le design s'attache à l'environnement matériel et aux usages projetés par les concepteurs. L'ergonomie, quant à elle, ne se limite pas à l'environnement de travail, mais vise l'analyse des interactions entre la personne en activité et son environnement matériel, organisationnel et social. Dans le champ de l'ergonomie de l'activité (St-Vincent et al., 2011), ce qui est défini comme cadre de travail correspond aux conditions données par l'organisation, la technique ou l'aménagement, tandis que l'ergonomie s'attache à comprendre la manière dont ce cadre est actualisé dans la situation concrète par les travailleurs. Cette articulation met en évidence la nécessité de croiser ces trois perspectives afin de concevoir des équipements adaptés à l'activité et aux usages réels. »

Figure 1 : Triade design, ergonomie et EPI et outils



Pour y parvenir, une intervention de terrain sera menée auprès des patrouilleurs afin d'analyser les effets du système MOLLE sur le corps et l'activité. Des observations et expérimentations seront réalisées pour mesurer les impacts du GPB sur la gestuelle et les postures des agents. En s'appuyant sur des méthodes issues de l'ergonomie, l'objectif est de comprendre comment ce type d'équipement influence le travail quotidien et d'identifier les pistes d'amélioration possibles.

Les résultats obtenus contribueront à améliorer le processus de conception des EPI en intégrant les contraintes réelles des utilisateurs. Bien que cette étude porte spécifiquement sur les GPB des patrouilleurs, ses conclusions pourront être transposées à d'autres professions utilisant des équipements similaires. Enfin, elle permettra d'approfondir la collaboration entre designers et ergonomes, en mettant en lumière l'apport d'une approche interdisciplinaire dans la conception d'outils de travail mieux adaptés aux besoins des travailleurs.

L'organisation du mémoire se décline en six chapitres. Le chapitre 1 présente la demande à l'origine de cette étude ainsi que la revue de littérature et les éléments de la problématique. Le chapitre 2 expose les objectifs de notre recherche, tandis que le chapitre 3 situe le contexte du travail des patrouilleurs en décrivant les spécificités du GPB et du système MOLLE. La méthodologie adoptée est détaillée au chapitre 4. Dans une démarche d'analyse constituée de plusieurs boucles d'investigation, nous avons choisi de présenter de manière chronologique, soit selon l'ordre dans lequel nous les avons faites durant le déroulement du projet, les différentes analyses mises en place afin d'illustrer leur apport et intérêt. Au risque d'allonger le texte, nous avons organisé systématiquement les résultats au chapitre 5 selon la même logique. Le chapitre 6 présente une analyse critique des résultats et une discussion, mettant en évidence les apports et les limites de l'étude. Il propose des repères de conception et des recommandations pour un GPB doté d'un système MOLLE afin d'en optimiser l'utilisation. On discute entre autres de l'impact du GPB MOLLE sur l'activité des patrouilleurs, présente une réflexion sur la relation « design - ergonomie », dont les enjeux de temporalité et la diversité des acteurs, puis nous discutons sur différents enjeux que posent l'intégration d'un EPI et l'importance de considérer l'objet comme un système. Enfin, la conclusion revient sur les principaux enseignements de cette recherche, en soulignant leurs implications pour une meilleure conception des EPI. Elle ouvre également des pistes de réflexion pour de futures études en lien avec les améliorations du GPB avec système MOLLE.

CHAPITRE 1

Problématique

Ce chapitre précise la demande à laquelle nous répondons et souligne l'importance d'un équipement de protection individuelle (EPI) répondant aux besoins réels des patrouilleurs. Nous expliquons pourquoi une approche interdisciplinaire est essentielle pour concevoir un GPB optimisé, puis nous décrivons le travail des patrouilleurs et les différentes conceptions de GPB existantes. Enfin, nous détaillons le modèle de GPB étudié, équipé d'un système d'attaches polyvalent afin de mieux comprendre ses enjeux et ses spécificités.

1.1 La demande d'un organisme de police

Cette étude explore les solutions aux défis posés par les EPI, en particulier le GPB et ce nouveau système polyvalent. Elle examine leurs impacts sur les douleurs potentielles et les contraintes liées au port des outils sur le corps afin de formuler des recommandations adaptées s'appuyant sur une intervention menée directement sur le terrain. Elle répond à la demande d'un organisme policier québécois souhaitant déployer un modèle de GPB équipé d'un système d'attaches polyvalentes, défini dans le chapitre 1 à la section 1.6. Dans un objectif de prévention, l'organisme cherche à mieux comprendre les impacts du design sur le travail de ses patrouilleurs, en particulier sur les postures, les gestes et la répartition des outils sur l'EPI dans l'activité des patrouilleurs. L'objectif est d'établir un diagnostic précis afin d'identifier des solutions adaptées visant à améliorer le confort et l'efficacité des équipements.

Deux axes structurent cette analyse : d'une part, l'intégration du système MOLLE afin d'évaluer son impact sur les points de pression au corps, les entraves de mouvement et la redistribution de la charge entre le ceinturon et le GPB, ainsi que par rapport à la colonne vertébrale ; d'autre part, l'adoption d'un modèle féminin intégrant des coques anatomiques destinées à épouser la morphologie thoracique et mammaire afin de vérifier son adéquation aux différentes morphologies des policières. Cette étude prend en compte l'évolution des critères d'embauche ainsi que la progression de la représentation des femmes dans la police. Selon les données de Statistique Canada, la proportion de femmes policières au Québec est passée de 12,7 % en 2000 à 24,3 % en 2013, marquant une hausse significative de 11,6 % en 13 ans. Cette tendance s'est poursuivie pour atteindre 26 % en 2015. L'intégration croissante des femmes dans les forces policières soulève la question de l'adaptation des EPI, initialement conçus pour un effectif majoritairement masculin. Cette évolution met en lumière la nécessité de repenser le matériel afin de mieux répondre aux besoins physiologiques et fonctionnels de l'ensemble du personnel policier.

L'analyse se concentre particulièrement sur le travail en véhicule de patrouille afin d'identifier les contraintes liées au GPB et de formuler des recommandations servant ainsi de base à l'élaboration du cahier des charges d'un GPB mieux adapté aux exigences du travail policier.

Sur un plan plus large, elle vise à analyser différentes méthodes afin de comprendre comment l'expertise de l'ergonomie dans l'analyse de l'activité peut enrichir le design dans une approche interdisciplinaire.

1.2 Concevoir des EPI adaptés : une nécessité pour la performance et la santé

De manière générale, les personnes travaillant avec un équipement porté sur le corps ou manipulé à la main sont exposées à un risque accru de troubles musculosquelettiques (TMS).

Selon Marsot et Atain-Kouadio (2017), ces affections, qui touchent les articulations, les muscles et les tendons, concernent particulièrement le dos et les membres supérieurs (poignet, épaule, coude), et plus rarement les membres inférieurs (genoux). Les causes des TMS sont multiples, mais l'activité professionnelle joue un rôle déterminant dans leur apparition, leur aggravation ou leur chronicisation. Un facteur clé réside dans la conception des équipements, qui ne prend pas toujours en compte la diversité des dimensions corporelles (anthropométriques) des utilisateurs ni les exigences réelles de l'activité. Un équipement mal ajusté peut imposer des postures contraignantes, limiter la mobilité ou répartir le poids de manière déséquilibrée, augmentant ainsi la charge physique et le risque de blessures.

Plusieurs auteurs mettent en évidence des critères essentiels pour la conception et l'évaluation des EPI, soulignant l'importance de leur prise en compte. Les EPI doivent être compatibles avec différentes morphologies, assurer un confort suffisant lors du port prolongé, maintenir la performance fonctionnelle et limiter les restrictions de mouvement (Brisbine et al., 2022). D'autres critères incluent la portabilité, l'adaptabilité aux tâches et à l'environnement, la facilité d'entretien et la durabilité (Brouwer et al., TNO). Borell et al. (2024) insistent quant à eux sur la facilité d'utilisation correcte, la prévention des erreurs d'usage liées au design et la compatibilité avec l'activité réelle. Dans certains cas, des critères plus spécifiques peuvent être mis en avant : Heydarnia et al. (2025), par exemple, souligne à travers des tests d'usabilité sur des gants de protection l'importance de la dextérité et de la simplicité d'usage, en plus du confort. Enfin, Dempsey et al. (2023) rappellent que le genre, la diversité morphologique, l'apparence et le confort psychologique doivent également être considérés pour garantir l'équité et l'acceptabilité sociale des EPI.

Ces considérations prennent une importance particulière dans le cas des gilets pare-balles. Conçus pour répondre à des normes strictes de résistance balistique, ils doivent aussi s'adapter à la diversité morphologique des policiers et aux réalités du terrain. Réduire leur performance à leur seule capacité protectrice est insuffisant. Portés quotidiennement, ces équipements influencent le confort, la mobilité et l'accès aux outils. Leur conception doit donc adopter une approche globale qui intègre non seulement la protection, mais aussi l'ergonomie et l'usage réel.

Au-delà de leurs aspects fonctionnels, les GPB ont également une dimension symbolique et psychologique. Leur apparence contribue à l'image professionnelle des policiers et influence la perception du public. L'endossement du GPB procure par ailleurs un sentiment de sécurité psychologique, en réduisant le stress et en renforçant la confiance, ce qui favorise la concentration et la prise de décision en contexte critique (BodyProtek (2025)¹. Enfin, un équipement encombrant, disproportionné ou mal ajusté peut affecter non seulement la posture et l'aisance, mais aussi l'autorité et le professionnalisme dégagé sur le terrain. À l'inverse, un GPB conçu avec une attention portée à sur un ensemble de critères pertinents peut renforcer le sentiment d'appartenance et favoriser une meilleure intégration dans le cadre opérationnel.

Ces constats soulèvent une question centrale : comment s'assurer que les EPI, tout en répondant aux exigences de protection, intègrent pleinement les réalités physiques, fonctionnelles et symboliques de l'activité ? C'est précisément à cette articulation entre design et ergonomie que notre recherche souhaite contribuer.

1.3 Design et ergonomie : une approche interdisciplinaire essentielle

Le design est une discipline multidimensionnelle qui englobe diverses considérations, telles que les contraintes de fabrication, l'esthétique, la viabilité économique, l'industrialisation et la distribution. Selon l'article « *Le design industriel ou l'éthique des contraintes* » de Jean-Claude Neyton (2008), ancien professeur d'arts appliqués à l'école Boulle et publié sur Éduscol, le design industriel repose sur l'analyse des contraintes humaines, financières, technologiques, écologiques, « ergonomiques », marketing, ainsi que des aspects liés au service après-vente et au transport. Cette approche permet d'apporter des solutions pertinentes en combinant analyses et collaborations techniques. Concevoir un produit, dans cette perspective, ne se limite pas à répondre à des attentes fonctionnelles : il s'agit également de garantir

¹ <https://bodyprotek.fr/blogs/conseils/impact-psychologique-gilet-pare-balles?>

la faisabilité technique, d'assurer une mise en production optimale et de veiller à une diffusion efficace du produit tout en répondant aux exigences du marché. Cela montre que le design doit tenir compte d'une variété de facteurs, qui doivent être considérés de manière équivalente pour aboutir à une solution viable. Cette démarche vise à garantir une satisfaction totale de l'utilisateur vis-à-vis de la solution finale. Par ailleurs, la norme ISO 9241-210 (2019) souligne l'importance d'intégrer simultanément des critères liés aux facteurs humains et des critères expérientiels, assurant ainsi que le produit final soit non seulement techniquement viable, mais également parfaitement adapté aux besoins réels des utilisateurs.

Les designers adoptent souvent une démarche exploratoire et itérative, centrée sur la matérialisation des idées à travers des prototypes et des objets intermédiaires de conception (OIC) (Bassereau et al., 2015). Ces éléments permettent d'expérimenter et d'interagir avec l'ensemble des parties prenantes, tout en articulant les contraintes techniques et les exigences d'usage dans une optique de production industrielle. Comme le souligne Vial (2015) dans son ouvrage *Le design (Que sais-je ?)*, le design se définit par sa capacité à conjuguer rigueur technique et créativité, offrant ainsi une vision holistique indispensable pour relever les défis complexes du terrain. Dans le champ du design, le terme « critère ergonomique » renvoie généralement aux caractéristiques physiques de l'équipement susceptibles d'influencer le confort et la performance de l'utilisateur (poids, rigidité, amplitude de mouvement, adaptation morphologique). Cette acception diffère de l'ergonomie comme discipline scientifique, qui analyse de manière systémique l'activité réelle et ses déterminants pour transformer les situations de travail.

En effet, les ergonomes s'appuient sur des méthodes rigoureuses, reposant sur la triangulation de données quantitatives et qualitatives afin d'analyser l'activité humaine, notamment dans le cadre professionnel, et de comprendre les interactions entre la personne, les composantes du cadre de travail et leurs effets sur la santé et la performance des systèmes. Cette analyse permet d'évaluer précisément les contraintes physiques et cognitives des utilisateurs et repose sur une caractérisation fine de l'humain, tenant compte des différences morphologiques, biomécaniques et des capacités individuelles. En étroite relation avec les milieux de travail, les ergonomes disposent d'une expertise spécifique dans la modélisation de l'activité des travailleurs et dans l'identification des facteurs d'adaptation face aux contraintes environnementales (St-Vincent et al., 2011). Ils intègrent également des notions de dimensionnement pour s'assurer que les équipements répondent aux divers profils d'utilisateurs, tout en examinant les conditions réelles d'usage afin d'optimiser la relation entre l'individu, l'outil et son environnement.

Ainsi, si le design se distingue par sa capacité à matérialiser des solutions concrètes (prototypage, production, esthétique, contraintes industrielles et économiques), l'ergonomie se concentre quant à elle sur l'analyse de l'activité réelle, l'adaptation aux divers profils morphologiques et l'identification des contraintes physiques et cognitives. Autrement dit, les préconisations ergonomiques nourrissent et orientent le processus design, mais sans se substituer aux contraintes de fabrication et de diffusion propres à ce dernier. Alors que le design intègre dès le départ les contraintes industrielles mais reste parfois limité dans l'analyse fine des contraintes de l'activité, l'ergonomie propose une compréhension approfondie du travail réel mais prend peu en compte la faisabilité de production. Il convient donc de distinguer clairement ces deux disciplines, notamment en ce qui concerne leur finalité : dans le domaine du design, le processus s'étend jusqu'à la concrétisation et la production du produit, tandis qu'en ergonomie, il vise principalement à transformer l'usage et à optimiser la situation de travail sans objectif direct de fabrication. Comme le soulignent Ranger, Vezeau et Lortie (2020), ces disciplines se différencient par leurs méthodes et cadres d'analyse, ce qui peut parfois freiner leur collaboration, mais qui fonde aussi leur complémentarité.

Cette complémentarité souligne l'intérêt d'une approche interdisciplinaire, alliant l'expertise analytique d'une activité de travail de l'ergonomie à la démarche créative du design pour concevoir des EPI véritablement adaptés aux exigences du terrain. L'intervention présentée dans cette recherche s'appuie sur une méthodologie visant à produire des connaissances précises sur l'activité des patrouilleurs, permettant d'identifier et d'atténuer les contraintes physiques et cognitives liées à l'endossement du GPB. En combinant les approches de l'ergonomie et du design, il devient possible de concevoir des solutions globales qui répondent à la fois aux exigences techniques et aux besoins complexes des utilisateurs. Cette synergie entre l'analyse ergonomique du travail et les processus créatifs du design permet de développer des équipements qui allient protection, confort et performance, tout en étant optimisés pour répondre aux contraintes d'usage et de production spécifiques au terrain.

Bien que le design centré utilisateur constitue une approche largement reconnue pour articuler conception et usages, notre recherche ne s'inscrit pas directement dans ce courant. De nombreuses démarches existent pour croiser design et ergonomie, qu'il s'agisse de l'ergonomie prospective (Daniellou, 2004), du design participatif (Sanders & Stappers, 2008), ou encore de l'ISO 9241-210 (2019), qui formalise l'User-Centered Design. L'ergonomie prospective propose d'anticiper les usages et contraintes futures afin de guider la conception en amont des projets. Le design participatif met l'accent sur la co-création avec

les utilisateurs, en intégrant leurs savoirs et leurs expériences dans les décisions de conception. Enfin, l'ISO 9241-210 formalise un ensemble de principes pour "l'User-Centered Design", tels que l'implication active des usagers, l'itération et l'évaluation continue des solutions. Dans une perspective de rapprochement entre ergonomie et design, la thèse de Vézeau (2004) présente d'abord les deux modèles de Quarante (1984). Le premier correspond au modèle séquentiel classique dans lequel l'ergonome intervient essentiellement comme conseiller : il analyse l'activité, formalise des recommandations ergonomiques et les transmet aux designers pour enrichir le cahier des charges. Le second modèle, plus avancé, place l'ergonomie et le design en démarche parallèle, avec des échanges d'informations à des moments clés du projet. L'ergonome analyse la situation en amont, émet des hypothèses sur les problèmes essentiels, puis participe aux études détaillées, notamment à l'élaboration des maquettes et aux validations. Dans ce modèle, les moments de transmission d'informations sont déterminants. À la différence de ces deux approches, le modèle rétroactif et coopératif de Sagot, Gomès et Zwolinski (1998) propose une logique de co-construction et de transversalité entre disciplines. L'ergonome y occupe un rôle actif tout au long du processus, et la conception est structurée autour de boucles itératives *conception-validation-optimisation*. Les utilisateurs deviennent progressivement des acteurs de la conception, leurs représentations étant intégrées à chaque étape. Ce modèle met ainsi l'accent sur la coopération entre acteurs et la performance technique, le confort et l'acceptabilité sociale des solutions.

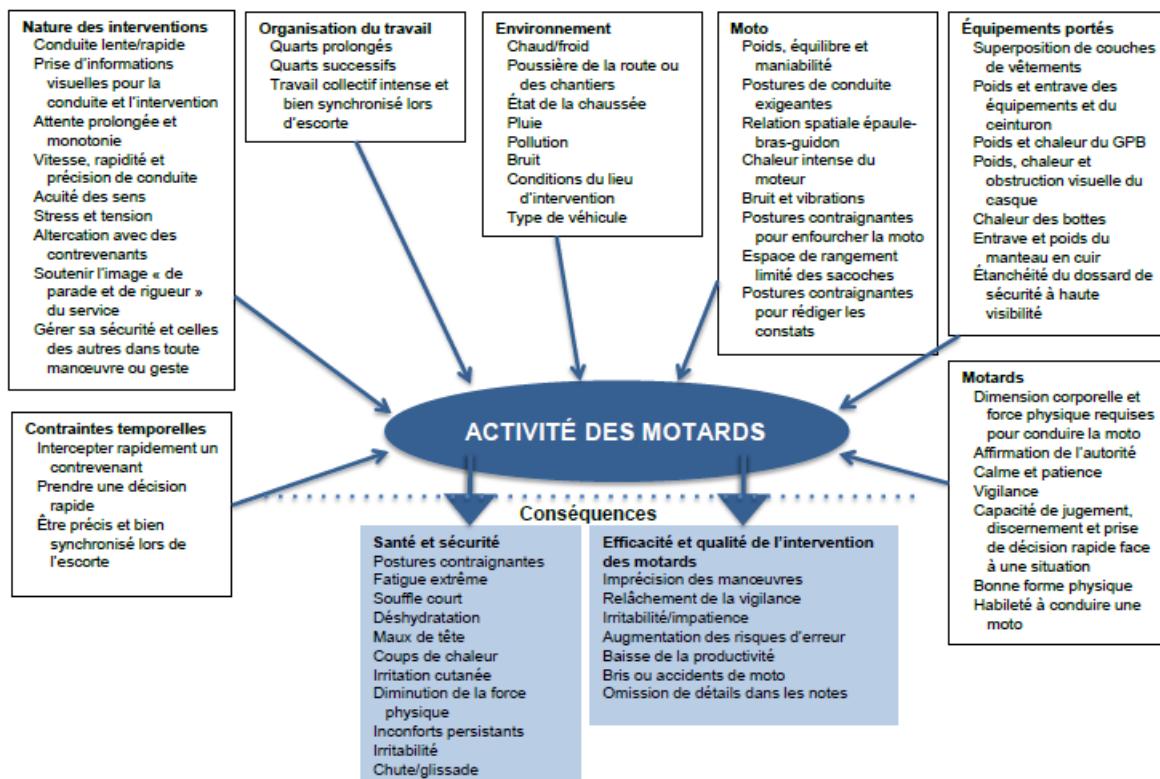
Ces approches ont en commun de placer la participation active des utilisateurs au centre du développement des solutions. Dans notre cas, le mandat confié était avant tout axé sur l'évaluation du GPB existant et de son impact sur l'activité policière, et non sur la mise en place d'un processus de conception centré utilisateur au sens strict. Nous avons néanmoins intégré certains principes de ces démarches, notamment une boucle exploratoire de conception et des échanges ponctuels avec les acteurs du terrain. Cette position hybride présente un intérêt : elle a permis de documenter les complémentarités et tensions entre design et ergonomie dans le développement d'un EPI, et de produire des préconisations opérationnelles fondées sur une analyse rigoureuse de l'activité.

1.4 Les déterminants du travail de patrouilleur

Les patrouilleurs évoluent dans un environnement marqué par l'imprévisibilité des situations, où chaque intervention peut être unique et potentiellement risquée. Ce contexte exige une grande résistance physique et une forte capacité mentale, tout en imposant des contraintes organisationnelles et matérielles pouvant influencer la qualité de leur travail. Ces facteurs, qui interagissent souvent, jouent un rôle clé dans

l'efficacité et la performance des policiers, constituant des déterminants cruciaux pour leur réussite. Selon St-Vincent et al. (Op.cit.) dans le cadre du "Modèle de l'activité centré sur la personne en activité", il existe trois catégories d'informations : les déterminants, les stratégies et les effets. Les déterminants se définissent par l'interaction indissociable des caractéristiques de l'individu et de celles de l'environnement et de l'organisation du travail. Comprendre ces éléments est fondamental pour concevoir des solutions adaptées qui soutiennent l'activité policière tout en minimisant les impacts négatifs sur les travailleurs. Sur la base du modèle de l'activité des motards de Vezeau et al. (2021), la figure 2 montre les principaux déterminants et conséquences sur leur santé et leur efficacité. C'est dans cette optique que nous avons examiné les déterminants clés influençant le travail des patrouilleurs et leurs interactions avec leur environnement opérationnel (section 5.1).

Figure 2 : Modèle de l'activité des motards, principaux déterminants et conséquences sur leur santé et leur efficacité, tiré du rapport scientifique : Confort thermique et mobilité des policiers motards lors du port du GPB : une analyse ergonomique.



Dans le cadre de l'ergonomie, les déterminants du travail font référence aux facteurs qui influencent directement l'activité de travail, la performance, le confort et la sécurité des travailleurs. Pour les

patrouilleurs, ces déterminants incluent cinq facteurs. Les facteurs physiques, l'environnement de travail jouent un rôle clé, avec des conditions climatiques variées, du bruit, une luminosité fluctuante et les exigences liées aux EPI, tels que le GPB et le ceinturon d'armement. Ces éléments influencent directement la posture, les mouvements et le confort des patrouilleurs pendant leurs interventions. Les facteurs organisationnels, l'organisation du travail, à travers le système de rotation des quarts et la répartition des tâches, représentent également un déterminant majeur, impactant la gestion du temps et la capacité des agents à s'adapter aux urgences. Les facteurs psychologiques et cognitifs, en outre, la charge mentale liée à la prise de décision rapide et la gestion des situations imprévisibles, couplées à des exigences cognitives, comme l'utilisation des technologies de bord (ordinateurs, GPS), joue un rôle crucial dans la performance des patrouilleurs. Les facteurs sociaux et humains, les interactions avec la communauté et au sein de l'équipe sont déterminants pour la collaboration et l'efficacité des interventions. Enfin les facteurs physiologiques, notamment les effets des horaires de travail atypiques et de la fatigue, ont un impact sur la santé des patrouilleurs et sur leur capacité à maintenir une vigilance et une performance optimales. Ces divers déterminants, interagissant entre eux, façonnent l'expérience de travail des patrouilleurs et doivent être pris en compte pour améliorer leurs conditions et leur sécurité.

Ces déterminants interagissent entre eux et leur combinaison influence la performance globale du patrouilleur, son bien-être et sa capacité à accomplir ses interventions de manière efficace et sécuritaire. Leur travail demande une grande autonomie, une capacité d'adaptation constante et une excellente préparation physique et mentale. Ces exigences, combinées aux contraintes liées aux déterminants que nous venons d'énumérer, illustrent les nombreux défis auxquels les patrouilleurs sont confrontés au quotidien.

Les déterminants clés de notre recherche se concentrent sur plusieurs facteurs physiques essentiels, notamment l'environnement dans lequel évolue le patrouilleur avec son GPB, ainsi que la gestuelle associée aux diverses situations. Le port des outils fixés sur le GPB et leur répartition, de même que ses caractéristiques spécifiques, en particulier son système MOLLE, joueront un rôle crucial. En effet, l'environnement physique influence de manière significative la mobilité des patrouilleurs, notamment à bord du véhicule avec leur uniforme. Afin de comprendre si le GPB s'adapte réellement aux différents facteurs impactant l'activité, il est primordial de considérer l'ensemble du contexte plutôt que de se limiter à une analyse isolée de l'objet. C'est cette approche holistique qui nous permettra de mieux appréhender

les impacts du système MOLLE et d'identifier les ajustements nécessaires pour améliorer le confort et l'efficacité des patrouilleurs.

1.5 Les GPB dans la police

La majorité des organismes de police canadiens et américains recommandent ou exigent à leurs effectifs policiers de porter le GPB en guise de protection contre des assauts potentiels provenant d'individus avec lesquels ils interagissent durant leur travail ((PERF) & America, 2009). LaTourette (2010) estime qu'aux États-Unis, les assauts sur les policiers constituent la principale cause de blessures fatales (38 %), dont 35%, suite à un assaut par arme à feu, et un agent qui ne porte pas de GPB est 3,4 fois plus susceptible de décéder d'une blessure par projectile infligée au torse. Les statistiques canadiennes font état de 133 homicides sur des policiers entre les années 1961 et 2009, dont 92% ont été commises à l'aide d'une arme à feu (Dunn, 2010). L'efficacité de la protection offerte par une veste pare-balles lors d'une attaque armée a été démontrée à plusieurs reprises (Taylor, Kubu, & Kappleman, 2009 ; LaTourrette, 2010 ; Dunn, 2010 ; Ashcroft et al., 2001). En plus d'offrir une protection contre les armes à feu, le port de cet équipement diminue également la gravité des blessures non fatales subies lors d'attaques par arme blanche et lors d'accidents de voiture (Ashcroft et al., 2001).

Toutefois, malgré les avantages indéniables du GPB sur le plan de la protection contre les blessures, les modèles actuels ne sont pas parfaits. Selon les statistiques LEOKA² du bureau fédéral d'investigation américain, sur les 332 policiers tués par arme à feu aux États-Unis entre 2002 et 2011, et qui portaient un GPB au moment de l'assaut, 110 ont été atteints au torse. Dans la plupart des cas, la balle a pénétré par une zone non recouverte par les panneaux balistiques, notamment entre les panneaux balistiques sur un côté latéral (n=12), par l'emmanchure (n=36), par l'encolure devant ou dos (n=12) et en dessous du GPB (n=18). Une réflexion s'impose sur la manière dont un GPB intégrant un système MOLLE peut concilier protection optimale et adaptation aux exigences opérationnelles des patrouilleurs, en minimisant les zones vulnérables tout en préservant le confort et la liberté de mouvement.

Dans certaines circonstances, on constate que l'endossement du GPB augmente l'astreinte thermique et les entraves aux postures et mouvements nécessaires à la réalisation de l'activité de travail des policiers (Vezeau et al., 2021 ; Scheetz et al., 1973 ; Yarger et al., 1969). La chaleur est un des aspects posant le plus

² Source: Statistiques LEOKA, Law Enforcement Officers Killed and Assaulted, US

de problèmes, car plus du tiers des agents disent vouloir éviter de porter la veste durant les mois d'été à cause des inconforts ressentis (Budico, 2012 ; Fowler, 2007). Plusieurs ont révélé une interaction posant problème entre le GPB et les autres pièces de l'uniforme (le GPB s'appuie sur le ceinturon en posture de flexion du torse ; il fait remonter la chemise ; le manteau est trop serré lorsqu'habillé par-dessus de le GPB ; etc.). Selon son design, le GPB influence aussi les postures à bord des auto-patrouilles, entre en conflit avec le ceinturon, particulièrement en posture assise, et engendre de l'inconfort (Duford, 2010). Plusieurs auteurs font état de problèmes d'ajustement et de confort lorsque les sujets étaient assis (Fowler 2003 ; 2007 ; Zehner, 1987). Dans son étude avec des policiers du Québec, Budico (2012) montre que les entraves à la mobilité favorisaient des inconforts, des points de pression, et, dans certains cas, des douleurs aux zones de l'encolure, devant les épaules et à la taille lors de mouvements liés aux tâches de conduire un véhicule, de rédaction des rapports dans le véhicule, de vérification de l'état des pneus de véhicules sur la route, etc. Les pressions aux épaules étaient principalement causées par le poids des panneaux balistiques et des outils portés sur la veste. Des inconforts à la poitrine et une moindre protection à la zone de l'emmanchure ont été rapportés pour les femmes ayant un buste plus proéminent. De plus, certains problèmes d'accès et de distribution d'outils de travail portés sur le GPB et le ceinturon (stylo, lampe, fil radio) ont été observés ainsi que des difficultés à enfiler le GPB à cause de l'emplacement de la fermeture vers l'arrière. Dempsey (2013) a montré que le port d'équipements affectait les tâches d'équilibre et d'agilité physique des policiers, et ralentissait de manière significative la vitesse de sortie du véhicule.

Vezeau, Comtois et Budico (2021) soulignent que l'interaction entre le GPB et les autres éléments de l'uniforme (chemise, manteau, imperméable, etc.) influence à la fois les contraintes thermiques et la mobilité des policiers. Leur étude constitue la référence principale de cette recherche, car elle a motivé la demande formulée par l'organisme de police. Elle dresse un état des lieux détaillé des limitations thermiques de confort et d'efficacité liées à l'endossement du GPB par les policiers à moto. Les résultats mettent en évidence un manque de souplesse de l'équipement, des points de pression inconfortables et des interférences avec le ceinturon, compromettant la liberté de mouvement. De plus, les températures corporelles relevées dépassent les seuils critiques, même par temps frais, entraînant fatigue et baisse de vigilance. Pour remédier à ces problèmes, les auteurs préconisent une amélioration des matériaux et de l'ajustement du GPB, l'intégration de mouvements réels lors des essayages, l'exploration de technologies de refroidissement et une refonte globale de l'équipement afin de réduire les interactions négatives. Ces constats apportent des pistes de réflexion intéressantes pour améliorer le GPB, mais ils ne traitent pas exactement d'un type de GPB polyvalent dont nous devons analyser les impacts.

1.5.1 Marché et types de GPB

Le GPB est un EPI conçu pour absorber et réduire l'impact des projectiles balistiques et, dans certains cas, des armes blanches. Il est généralement composé de trois éléments principaux :

- **Une housse externe**, fabriquée en nylon ou en tissu résistant à l'abrasion, qui protège les composants internes tout en assurant un certain confort.
- **Des panneaux balistiques**, conçus à partir de matériaux tels que le Kevlar, le polyéthylène haute densité ou encore des plaques en céramique ou en métal pour les modèles renforcés.
- **Un système de fixation**, comprenant des sangles ou des bandes velcro, permettant un ajustement optimal au corps de l'utilisateur.

En fonction du niveau de protection recherché, les GPB peuvent être souples, favorisant la mobilité, ou rigides, offrant une résistance accrue aux projectiles à haute vitesse.

En Amérique du Nord, il existe une large diversité de GPB, développé pour répondre aux exigences des forces de l'ordre, des unités militaires et, dans certains cas, des civils. Au Canada, les forces de l'ordre et les agences de sécurité sont les principaux utilisateurs de GPB. Les principaux modèles offerts sont :

- **GPB à armure souple** : Ces modèles, principalement composés de fibres aramides comme le Kevlar ou le Twaron, offrent une protection efficace contre les projectiles de faible vitesse, tels que ceux des armes de poing. Légers et flexibles, ils sont privilégiés par les policiers pour leur confort et leur conformité aux normes du National Institute of Justice (NIJ).
- **GPB à plaques balistiques (Plate carriers)** : Conçus pour les situations à haut risque, ils intègrent des plaques de protection en céramique, acier ou polyéthylène haute densité, capables d'arrêter des projectiles de plus grande puissance. Modulables, ils permettent d'ajouter ou de retirer des plaques selon les menaces perçues, ce qui les rend particulièrement adaptés aux forces militaires et aux unités d'intervention.

- **GPB hybrides** : Ces modèles combinent des panneaux souples et des plaques rigides, offrant un compromis entre mobilité et protection accrue. Leur modularité permet une adaptation aux différents contextes opérationnels.
- **GPB tactiques modulaires** : De plus en plus répandus, ils offrent une configuration adaptable permettant aux utilisateurs d'y fixer divers outils (porte-chargeurs, trousse de premiers secours, radios, etc.). Conçus pour optimiser l'ergonomie et l'atteinte aux outils en mission, ils s'adaptent aux besoins spécifiques des policiers grâce à leur modularité.

À l'échelle mondiale, la taille du marché des GPB et de la protection personnelle était estimée à 2,61 milliards de dollars en 2024 et devrait atteindre 3,58 milliards de dollars d'ici 2032, enregistrant un taux de croissance annuel composé (TCAC) d'environ 4,04 % (Business Research Insights, 2025). Ces chiffres proviennent du rapport intitulé *Taille du marché des armures corporelles et de la protection personnelle, part, croissance et analyse de l'industrie, par type (armure souple, armure dure, couvre-chefs, autres), par application (défense, civils, patrie, sécurité, autres)*, prévisions régionales jusqu'en 2032, publié le 10 février 2025. Compte tenu de l'ampleur du marché des GPB, il ne fait nul doute de l'importance de s'intéresser à leur design et leur ergonomie.

Les fabricants nord-américains jouent un rôle clé dans cette dynamique, en concevant des EPI de haute qualité respectant les normes formulées par le NIJ (National Institute of Justice). Parmi eux, des entreprises comme Armor Express, Safariland et Point Blank respectent des normes strictes en matière de performance balistique, de durabilité et de confort. Les technologies de protection évoluent rapidement, avec une forte tendance à intégrer des matériaux plus légers et résistants, adaptés aux exigences du terrain. Les GPB de nouvelle génération privilégient la légèreté et la flexibilité sans compromettre le niveau de protection. L'utilisation de fibres haute ténacité, telles que le Dyneema, contribue à renforcer la résistance des GPB tout en réduisant leur poids, répondant ainsi aux attentes des forces de l'ordre pour un équipement plus confortable et performant. La figure 3 illustre quelques modèles des principaux fabricants américains.

Figure 3 : Modèles proposés par les entreprises américaines Armor Express, Safariland et Point Blank



Au Canada, le marché des GPB s'inscrit dans une dynamique mondiale, avec plusieurs entreprises locales jouant un rôle clé. Parmi elles, Ten4, Prelabs, Pacific Safety Products Inc., GH Armor Systems et Survival Armor Canada, contribuent à l'innovation dans ce domaine en développant des équipements de pointe alliant sécurité, confort et performance. En collaboration avec les autorités locales et les forces de l'ordre, ces entreprises adaptent continuellement leurs produits aux réalités opérationnelles, intégrant des solutions qui allient protection, ergonomie et durabilité. La figure 4 illustre quelques modèles des principaux fabricants canadiens.

Figure 4 : Modèles de GPB proposés par les entreprises canadiennes Ten4, Prelabs, Survival Armor Canada, GH Armor Systems et Pacific Safety Products Inc.



En conclusion, le marché canadien des GPB suit les tendances mondiales en adoptant des technologies de pointe et en mettant l'accent sur la personnalisation, le confort et l'efficacité afin de répondre aux besoins évolutifs des professionnels de la sécurité.

1.5.2 Le modèle de GPB avec système d'attaches MOLLE

Plus récemment, des modèles polyvalents équipés du système d'attache MOLLE ont été développés pour améliorer la répartition des charges et l'ergonomie. Face à cette évolution, notre étude se concentre sur ces GPB, qui offrent aux policiers une organisation optimisée, une personnalisation accrue et un accès facilité à leurs outils essentiels. Ce système modulable permet aux utilisateurs d'adapter la disposition de leur matériel selon leurs besoins, renforçant ainsi leur efficacité opérationnelle et leur confort.

Le système MOLLE a été conçu dans les années 1990 par l'armée américaine afin de remplacer les anciens systèmes de fixation utilisés dans les équipements militaires (US Army Field Manual FM 3-22.9, 2017). Il repose sur un réseau de sangles en nylon régulièrement espacées, permettant de fixer divers accessoires, tels que des poches, des porte-chargeurs ou des radios, à l'aide de boucles (Fig.5). Cette modularité offre aux forces de l'ordre une flexibilité accrue, leur permettant d'adapter l'agencement de leur matériel aux exigences de chaque intervention.

Figure 5 : Exemple d'un GPB doté du système MOLLE (compagnie Prelabs)



Toutefois, bien que largement adopté dans les milieux militaire et policier pour sa polyvalence, le système MOLLE peut présenter des défis en matière de confort et d'ergonomie. Une mauvaise répartition du poids ou un ajustement inadapté à la morphologie de l'utilisateur peuvent entraîner une gêne et affecter la mobilité. Intégré à de nombreux GPB modernes, il constitue une solution pratique et évolutive, à condition que l'équipement soit correctement ajusté et équilibré afin d'assurer un compromis optimal entre atteinte, mobilité et confort lors des interventions.

La revue de littérature met en évidence le manque de références scientifiques traitant spécifiquement de l'utilisation des GPB avec un système d'attache polyvalent (MOLLE) dans le milieu policier et des contraintes qui en découlent. Toutefois, les études existantes sur l'impact du port d'équipements policiers sur la mobilité suggèrent que la répartition du poids sur le haut du corps pourrait constituer un enjeu. La littérature scientifique souligne l'importance d'une répartition équilibrée des charges autour de l'axe rachidien pour prévenir les douleurs dorsales. Une étude de l'École Polytechnique de Montréal mené par El Ouaid, Z. (2014) montre que la taille, la position et l'orientation d'une charge influencent fortement les efforts musculaires et les pressions internes sur la colonne, même si la charge globale reste la même. Ces résultats confirment que la manière dont le poids est réparti joue un rôle essentiel dans la prévention des douleurs lombaires. En effet, les outils essentiels étant majoritairement portés sur le torse et le ceinturon, l'ajout d'outils supplémentaires sur le GPB tend à accentuer cette concentration du poids, ce qui peut exacerber les contraintes physiques et les limitations de mouvement. Par exemple, l'étude de Dempsey, Handcock et Rehrer (2014), a étudié les effets de l'ajout de charges supplémentaires sur le GPB et leur impact sur la mobilité des policiers. Leurs résultats démontrent que le poids total et sa répartition influencent directement la flexibilité, l'équilibre et la liberté de mouvement, ce qui peut compromettre l'efficacité opérationnelle.

Dans le contexte d'une implantation de ce type de GPB au sein d'un organisme policier québécois, il apparaît essentiel d'analyser les conditions d'intervention des agents et d'évaluer l'influence du design de l'équipement, ainsi que les différentes configurations possibles, sur les gestes et postures adoptés. Il nous apparaît également pertinent d'avoir une meilleure compréhension des zones du corps où se manifestent les inconforts et les entraves à la mobilité, ainsi que du rôle joué par la distribution des outils en fonction des situations, si l'on souhaite formuler des pistes d'amélioration adaptées aux diverses morphologies et aux exigences des interventions policières.

CHAPITRE 2

Objectifs de la recherche

2.1 Les objectifs généraux de la recherche

À travers les références scientifiques précédentes, nous avons constaté que les EPI présentent des limitations qui pourraient être atténuées dès leur conception grâce à une analyse plus rigoureuse. Nous avons compris que l'ergonomie et le design possédaient des méthodes distinctes dans la réalisation de projet et d'intervention. Considérant que l'ergonomie analyse l'activité afin d'identifier les critères de performance, tandis que le design met en forme des artefacts en réponse à une problématique, *nous pourrions croire qu'une approche interdisciplinaire combinant ces deux disciplines permettrait ainsi de concevoir des repères de conception d'équipement mieux adaptés aux travailleurs et à leur activité.*

Partant de cette hypothèse, comment une approche interdisciplinaire entre design et ergonomie peut-elle enrichir la conception des EPI afin de mieux répondre aux besoins des travailleuses et travailleurs dans leur activité ?

En ce sens, les objectifs généraux de cette étude sont :

- Répondre à la demande du milieu policier en évaluant l'impact du design sur le plan thermique, la mobilité et la protection, ainsi que l'effet du système MOLLE sur le confort, les outils portés et la répartition de leur poids afin de définir des recommandations et des repères de conception pour des GPB modulaires mieux adaptés aux besoins des policiers et aux dimensions corporelles variées
- Analyser et comprendre l'apport d'une approche interdisciplinaire entre design et ergonomie pour concevoir des GPB mieux adaptés à l'activité policière et aux besoins réels des patrouilleurs.

2.2 Les objectifs spécifiques de la recherche

Les objectifs spécifiques sont :

- Identifier dans quelle mesure le design du GPB actuel entrave les postures, la mobilité, les gestes et mouvements nécessaires à l'exécution des manœuvres et manipulations et cause de l'inconfort, dont des astreintes thermiques.
- Analyser l'impact de l'endossement d'un GPB féminin comprenant une double balistique avec coquilles sur les postures, les gestes, les zones de confort et d'atteintes et mouvements selon différentes activités liées au travail policier et voir si ce dernier favorise la genèse de douleurs ou de l'inconfort.
- Analyser l'impact de la coupe, du poids, de la flexibilité et des matériaux utilisés pour fabriquer les housses de protection ainsi que les panneaux balistiques, en vue d'assurer la mobilité, le confort thermique et de comprendre l'influence de ces choix sur l'image professionnelle et la perception des policiers municipaux.
- Analyser l'impact du port d'un GPB avec système MOLLE sur les postures, les gestes et la genèse d'inconfort afin d'identifier les schémas de répartition des outils les plus efficaces, équilibrés par rapport aux axes du rachis, limitant les entraves de mouvement et favorisant l'atteinte rapide et l'exécution des actions nécessaires.

CHAPITRE 3

Contexte de l'étude

Ce chapitre a pour objectif de contextualiser l'étude en présentant l'organisme de police ainsi que les différents éléments qui composent le travail de patrouilleur. Cette description nous permettra de mieux comprendre, à travers l'analyse ergonomique du travail réalisée au chapitre 5, l'activité de travail dans ses détails.

Nous commencerons par décrire la situation de travail de l'organisme policier avec lequel nous collaborons, en mettant en lumière ses spécificités. Ensuite, nous aborderons le rôle des patrouilleurs, en détaillant leur environnement de travail, leurs outils et les déterminants de leur activité. Nous poursuivrons avec une présentation de l'ancien GPB, que nous qualifierons de GPB à poches dédiées, utilisé par le service au début de la recherche. Nous introduirons ensuite le nouveau fournisseur et décrirons le GPB actuellement en usage, un modèle équipé d'un système MOLLE.

3.1 Portrait de l'organisme demandeur

L'organisme de police avec lequel nous collaborons est une force de niveau trois et se répartit en quatre postes : deux principaux en milieu urbain et deux satellites desservant des secteurs suburbains et ruraux. Il compte 405 policiers permanents, 20 cadres, 60 policiers temporaires, 15 cadres civils, 120 employés cols blancs, 11 employés cols-bleus, 148 brigadiers adultes et 6 professionnels. L'effectif est composé d'environ une centaine de femmes, le reste étant des hommes. Tous les policiers ont suivi une formation rigoureuse à l'École nationale de police de Nicolet, les préparant aux exigences variées de leur métier. Le travail des policiers est encadré par le Code de déontologie policière du Québec et la Loi sur la police, garantissant la conformité avec les normes légales et éthiques. Les policiers, selon leur affectation, possèdent des spécialisations. Avec plus de 35 sections, divisions et projets spéciaux, l'organisme répond chaque année à plus de 76 000 appels et mène plus de 3 000 opérations.

Le milieu policier se distingue par la diversité des rôles et des interventions propres à chaque poste. Les fonctions varient considérablement selon les affectations : patrouilleurs en circulation (gère la circulation seulement), patrouilleur classique premier répondant aux appels (en VUS, bateau, quad, vélo), groupes d'intervention (GI), enquêteurs, etc. Cette diversité influence directement l'utilisation du GPB. Par exemple, un enquêteur, principalement en bureau, ne le porte que lors d'interventions spécifiques comme

les interpellations préparées en amont. À l'inverse, les patrouilleurs doivent le revêtir quotidiennement, étant constamment exposés aux aléas du terrain. L'équipement complet varie également en fonction du rôle occupé. Un policier du groupe d'intervention (GI) doit transporter davantage de matériel afin de disposer des ressources nécessaires pour faire face aux situations à haut risque.

Le territoire de la ville où se trouve l'organisme est situé à proximité d'une grande ville et se distingue par une grande diversité géographique. Combinant des zones urbaines denses, des secteurs résidentiels en périphérie et de vastes espaces naturels, incluant forêts et plans d'eau, ce contexte géographique impose aux patrouilleurs une grande adaptabilité. En effet, leurs interventions varient considérablement : des patrouilles en milieu urbain, aux interventions dans des zones résidentielles, en passant par des opérations dans des environnements plus isolés. Cette diversité de terrains impacte directement l'utilisation des outils, la mobilité des agents et les stratégies d'intervention. Ce cadre opérationnel varié souligne la diversité des interventions et la nécessité d'un EPI adapté aux réalités du terrain.

3.2 Le travail de patrouilleur au sein de l'organisme de police

Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur les patrouilleurs, dont le GPB fait partie intégrante de leur équipement quotidien. Ces derniers, en raison de leur usage constant, sont les plus susceptibles de ressentir les impacts du nouveau modèle. Le travail de patrouilleur, étant au cœur des interventions policières, implique des missions diversifiées et exigeantes. Cette section présente en détail leur rôle, leurs principales tâches, les conditions dans lesquelles ils évoluent, ainsi que les outils qui leur sont fournis.

3.2.1 Le rôle des patrouilleurs

Les patrouilleurs occupent un rôle central dans les organismes policiers en étant en première ligne d'intervention sur le terrain. Leur travail repose sur des tâches prescrites, définies par les institutions policières afin de structurer leur travail quotidien et de répondre aux exigences de leur profession. Ces responsabilités comprennent notamment la surveillance des zones de patrouille, l'intervention lors d'incidents signalés, le maintien de l'ordre public, ainsi que l'application des lois et règlements. La police en patrouille est principalement chargée de répondre aux appels d'urgence et d'intervenir en premier lors de tout événement nécessitant une présence policière. En tant que premier répondant, il peut gérer des situations allant d'une simple inquiétude de la part de quelqu'un à des situations critiques pouvant aller vers des altercations violentes aux urgences médicales. Il doit donc réagir rapidement à une multitude de

situations imprévisibles. Pour s'adapter à ces diverses situations, les patrouilleurs disposent d'une gamme d'outils spécialisés, leur permettant de sélectionner celui le plus approprié à chaque intervention. Ces outils seront détaillés au chapitre trois dans la section 3.2.3 *Les outils des patrouilleurs*.

Les patrouilleurs peuvent travailler seuls ou en duo. Bien que le travail en duo soit recommandé et apprécié pour plusieurs raisons, telles que la sécurité, l'efficacité et le confort, il peut parfois être difficile à organiser en raison du manque d'effectifs permettant de former exclusivement des binômes. Le travail des patrouilleurs suit un système de rotation hebdomadaire afin d'assurer une présence policière continue dans la ville. Il est réparti en trois plages horaires : le quart de jour (7 h – 15 h 30), le quart du soir (15 h 30 – 23 h 30) et le quart de nuit (23 h 30 – 7 h 30). Une semaine complète de congé est ensuite accordée après ces trois semaines de travail.

Les principales tâches des patrouilleurs consistent avant tout à surveiller le territoire tout en conduisant le véhicule de patrouille tout au long de leur quart de travail, en attendant la réception de nouveaux appels ou en sélectionnant eux-mêmes des interventions. Lorsqu'un appel est reçu ou choisi, une opération est lancée. L'objectif devient alors de se rendre sur les lieux spécifiés et d'interagir avec les personnes ayant effectué l'appel, ainsi qu'avec d'éventuels témoins, dans le but de gérer et résoudre la situation de manière appropriée. Les appels reçus concernent une multitude de situations très variées, allant de simples vérifications de bien-être, comme lors de signalements de tentatives de suicide, à des conflits familiaux pouvant dégénérer en violence. Ils incluent également des interventions pour des vérifications d'effraction, des troubles liés à l'itinérance, ou encore des cas de crise en milieu public, comme une personne en détresse dans un lieu achalandé. Certaines interventions exigent une approche préventive et diplomatique, comme la médiation entre voisins en conflit, tandis que d'autres demandent une réaction rapide et structurée, par exemple en cas de menace imminente ou d'agression en cours. Chaque intervention demande une gestion de crise efficace et une grande capacité d'adaptation aux particularités des situations, aux personnes impliquées et aux risques encourus. Elles illustrent la diversité et la complexité du travail des patrouilleurs, qui est également influencé par des facteurs contextuels, tels que les priorités de l'organisation, les attentes des citoyens et l'environnement local. Cette diversité explique la diversité d'outils à transporter durant le travail.

3.2.2 Environnement de travail

Cet environnement exigeant se déploie principalement à bord du véhicule de patrouille (Fig. 6), le plus souvent un Ford Explorer. Toutefois, en fonction des besoins, la patrouille peut également être effectuée avec d'autres véhicules, tels que la Ford Taurus, mais aussi en quad, à vélo ou en bateau, etc. Le VUS constitue l'espace de travail principal des patrouilleurs, où ils passent une grande partie de leur temps en position assise. Ce véhicule devient ainsi un véritable espace de travail, adapté à leurs interventions. À l'intérieur, un ordinateur est placé entre les deux sièges avant, permettant une connexion continue avec le système de police. Cet outil fournit des informations essentielles : il affiche la localisation des autres véhicules de patrouille, les appels en attente avec leurs caractéristiques, ainsi que la géolocalisation des interventions à venir. De plus, l'ordinateur permet la rédaction de rapports lors des interventions, facilitant ainsi la gestion et le suivi des opérations. La conduite, au cœur de ses déplacements, requiert une vigilance accrue, car elle s'ajoute aux défis déjà présents sur le terrain, nécessitant à la fois une concentration continue et une gestion rapide des imprévus.

Figure 6 : Intérieur d'un VUS de patrouille



En raison des interventions en extérieur, les forces de l'ordre doivent faire face à des conditions météorologiques diverses : de fortes chaleurs en été et des températures froides en hiver. Ces variations imposent l'adaptation de leur uniforme, en intégrant par exemple des manteaux adaptés pour l'hiver et des uniformes légers, comme des chemises d'été afin d'assurer confort et efficacité tout au long de l'année (Fig. 7).

Figure 7 : Évolution des uniformes des patrouilleurs selon les conditions climatiques



Le patrouilleur évolue dans un environnement particulièrement diversifié, tant sur le plan géographique que social. Il circule sur des routes variées, allant des autoroutes aux ruelles étroites et aux routes de campagne, mais se rend aussi dans une multitude de lieux d'intervention, tels que des domiciles privés, des hôpitaux, des appartements, des squats, des camps d'itinérants, des magasins, et bien d'autres encore. Cette variété confrontant le patrouilleur à des contextes géographiques et sociaux très différents exige une capacité d'adaptation permanente à des situations souvent imprévisibles. Cette diversité d'environnements impose une grande autonomie tout en nécessitant une préparation physique et mentale. Les patrouilleurs doivent être préparés à faire face à des défis constants, tout en assurant une gestion efficace du stress. De plus, le port des EPI, souvent contraignant, ajoute une complexité supplémentaire au poste, rendant l'adaptabilité et la résilience des plus essentielles.

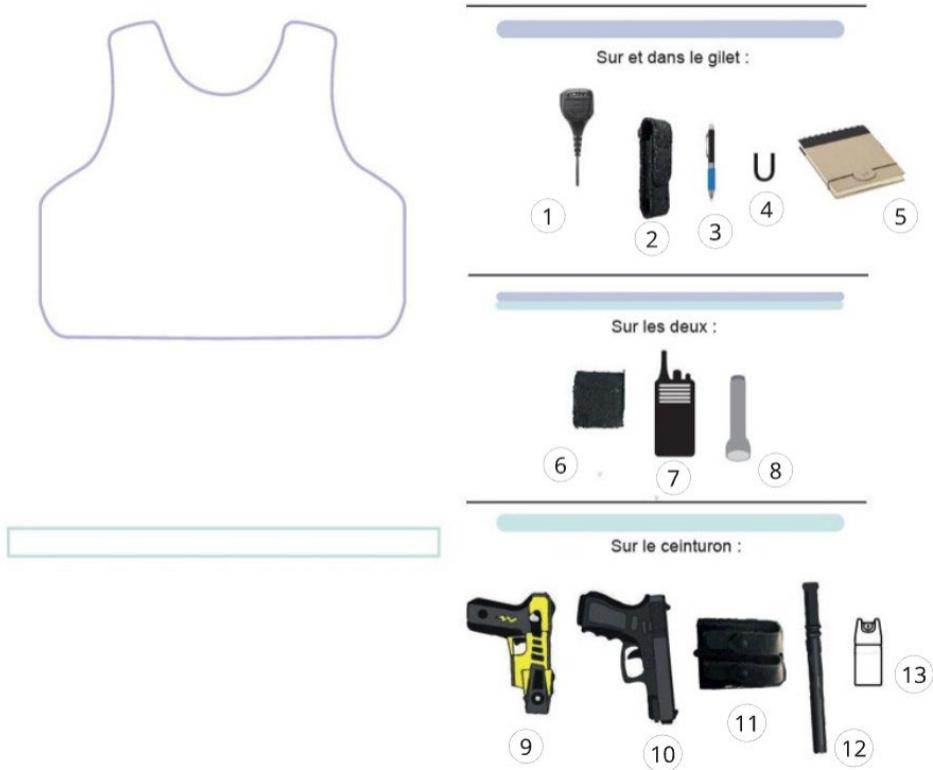
Les véhicules de patrouille sont dotés d'une gamme d'outils spécialisés, souvent trop encombrants pour être portés en permanence, mais indispensables selon les situations. En complément, chaque patrouilleur dispose d'un sac de patrouille contenant du matériel supplémentaire qu'il estime pertinent pour faire face à divers contextes opérationnels. Ces sacs offrent une solution pour transporter les outils supplémentaires nécessaires aux interventions, en complément de ceux portés sur le corps.

3.2.3 Les outils des patrouilleurs

Les patrouilleurs portent une variété d'outils et d'armes répartis entre leur GPB, leur ceinturon et les poches de leur uniforme. Avant de déterminer la répartition de ces outils, prenons d'abord le temps d'examiner l'ensemble du matériel qu'ils doivent transporter. Pour simplifier la lecture, nous n'exposons ici que quelques caractéristiques essentielles, tandis qu'une description complète et détaillée est disponible en Annexe 1.

Les outils des patrouilleurs disposés sur le GPB et le ceinturon (Fig. 8) se divisent en deux catégories : les éléments obligatoires fournis par l'organisme et les outils additionnels autorisés. Parmi le matériel réglementaire, certains présentent une taille et un poids significatifs, mesurés et pesés au préalable (Tableau 1). Le Glock 17 9 mm Gen5, arme de service standard, est porté obligatoirement au ceinturon ou à la cuisse, toujours du côté de la main dominante pour un accès rapide. Ses chargeurs, accompagnés de leurs étuis, peuvent être fixés sur le GPB ou au ceinturon selon les préférences de l'agent. Le bâton rétractable de 26 pouces, un outil de défense polyvalent, se porte généralement sur le ceinturon et se déploie instantanément en cas de besoin. La radio, avec émerillon et oreillettes, assure une communication fluide entre les patrouilleurs et le centre de commandement. Le calepin de notes permet de consigner des informations cruciales lors des interventions. Une paire de menottes, avec son étui et sa clé, est indispensable pour restreindre les mouvements d'un individu. Le poivre de Cayenne, outil de défense non létal, neutralise temporairement une personne agressive en irritant ses yeux, sa peau et ses voies respiratoires. La lampe de poche LED, fixée dans un étui, facilite les patrouilles nocturnes en offrant un éclairage rapide et efficace. Enfin, les gants en Kevlar, résistants aux coupures et aux perforations, assurent une protection supplémentaire lors des interventions. Bien que ces outils couvrent la majorité des situations rencontrées sur le terrain, il est fréquent de voir des patrouilleurs avec plus de matériel. D'ailleurs, le cellulaire, qui n'est pas un outil de police à proprement parlé, en est devenu un, puisqu'il facilite les communications.

Figure 8 : Placement des outils sur le GPB et le ceinturon



Légende : 1-Dictaphone / 2-Étui avec lampe de poche / 3-stylo / 4-Butoir de sécurité / 5-Calepin / 6-Étui avec menottes simples / 7-Radio / 8-Lampe de poche / 9-Taser / 10-Arme à feu / 11-Chargeurs / 12-Bâton télescopique / 13-Poivre de cayenne

En plus des outils réglementaires, les patrouilleurs peuvent compléter leur dotation avec des accessoires approuvés, dans les limites définies par l'organisme. Un système de points leur permet d'acquérir des outils supplémentaires, parmi lesquels figurent une seconde paire de menottes, utile pour immobiliser deux individus simultanément ou pour menotter une personne de forte corpulence dont les bras ne se rejoignent pas dans le dos. Un tourniquet (garrot), essentiel pour stopper les saignements massifs en cas de blessures graves, peut sauver des vies, y compris celles des patrouilleurs eux-mêmes. Un couteau ou Multitool est également disponible, servant notamment à ouvrir des portes ou pour diverses autres interventions. Enfin, les nouvelles technologies, telles que le Taser, commencent à être adoptées par un nombre croissant de patrouilleurs. Cependant, son usage nécessite une formation spécifique, ce qui explique pourquoi tous les patrouilleurs ne sont pas encore équipés de ce dispositif.

Tableau 1 : Les outils associés à leur poids en grammes

Équipements	Poids (gramme)
Calepin de notes	127
Étui portatif + Émerillon (radio)	668
Paire d'oreillettes pour radio	17
Lampe de poche LED	108
Étui lampe de poche LED	45
Paire de menottes	280
Clé pour menottes	30
Étui simple pour menottes	45
Étui double pour menottes	54
Sifflet et chaîne	17
Cartes d'affaire	7g
Insigne de poche	10
Étui pour l'insigne	25
Multitool	100
Couteau	150
Cellulaire	180
Gant de Kevlar	40
Gant de fouille	5
Poivre de cayenne	76
Étui pour poivre de cayenne	60
Bâton rétractable 26 pouces	699
Bride pour bâton rétractable	50
Taser	429
1 Cartouche de Taser	66
Pistolet et deux chargeurs	1264
Étui à pistolet	273
Étui à chargeur	143

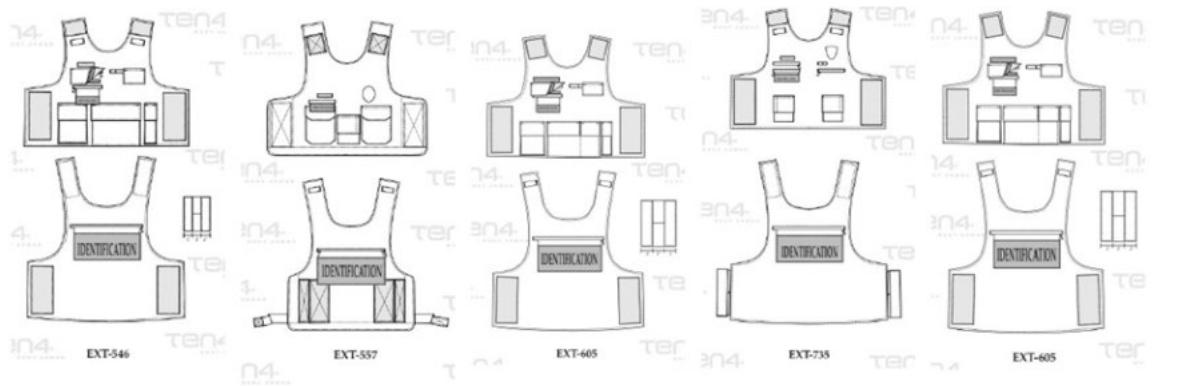
3.3 Les GPB de l'organisme de police

L'étude examine trois modèles utilisés par l'organisme de police : le GPB à poches dédiées dépourvu de système MOLLE, initialement le GPB en usage au début de l'étude, mais devenu et nommé « l'ancien GPB » ; le GPB récemment déployé d'une autre compagnie, équipé d'un système MOLLE, analysé spécifiquement pour répondre à la demande, que nous appellerons « GPB actuel » ou « GPB MOLLE »; et un troisième modèle, « un prototype » conçu dans le cadre même de l'étude intégrant diverses améliorations que nous détaillerons plus loin.

3.3.1 L'ancien GPB à poches dédiées de l'organisme de police

Le GPB utilisé au début de l'étude est fourni par une entreprise spécialisée dans la conception et la fabrication d'EPI balistique pour les forces de l'ordre et les agences de sécurité à l'international. L'offre de son catalogue est plutôt restreinte en termes de boucliers balistiques et d'équipements complémentaires. Elle se compose principalement de plaques en céramique, de plaques trauma et de quelques étuis conçus pour des usages particuliers. En ce qui concerne les housses, l'offre se compose de modèles standardisés dont les poches sont définies en fonction des contrats passés avec les différentes organisations (Fig.9). Cette approche laisse peu de place à la personnalisation de l'équipement, la modularité et l'adaptabilité.

Figure 9 : Échantillons de housses de GPB à poches dédiées proposées par la compagnie de « l'ancien GPB »



Concernant le modèle de notre organisme de police, la figure 10 présentent le schéma de la housse du GPB ainsi qu'un patrouilleur de l'organisme portant ce GPB. Le modèle actuellement utilisé par l'organisme policier est un GPB standard, sans système MOLLE, limitant ainsi la modularité de répartition des outils. Il comporte trois poches abdominales : à gauche, une poche conçue pour un calepin ; au centre, un compartiment destiné aux menottes ; et à droite, un espace prévu pour une lampe de poche. La conception de ces poches impose leur usage en raison de leur forme spécifique. Une quatrième poche est située sur le torse, à droite (Fig.10). Son utilisation n'est pas clairement définie : certains patrouilleurs y rangent leur radio, tandis que d'autres y déposent leurs cartes professionnelles.

Figure 10 : Modèle de housse et GPB à poches dédiées sur un patrouilleur de l'organisme de police



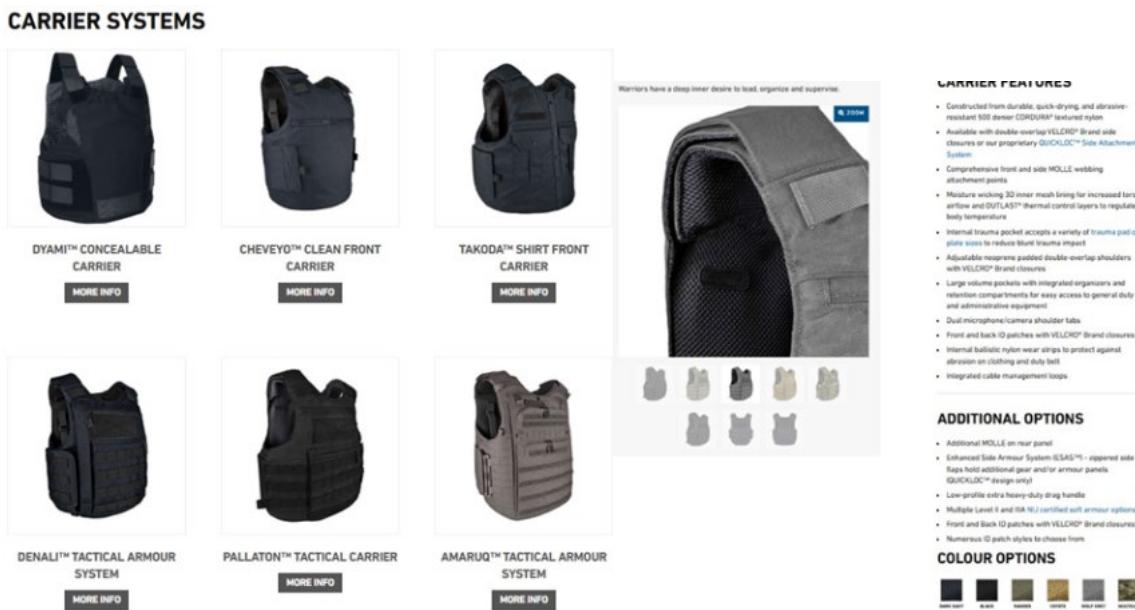
Le panneau balistique est disponible en deux versions : un modèle féminin, conçu pour s'adapter à l'anatomie des femmes grâce à des coutures créant un espace pour la poitrine, et un modèle masculin doté d'un panneau plat classique. En ce qui concerne les matériaux, la housse est conçue à 100 % en nylon de 400 deniers, traité avec un imperméabilisant et un apprêt en polyuréthane. Il n'y a toutefois aucun tissu spécifique intégré pour répondre aux enjeux liés à la gestion de la chaleur.

L'organisme de police procède actuellement au remplacement progressif de ses GPB sur une période de trois ans afin d'équiper l'ensemble du personnel avec un modèle plus polyvalent et sécuritaire. Cette modernisation, initiée à la suite des recommandations issues d'un rapport d'intervention santé et sécurité du travail spécifique sur les GPB et formulé par la CNESST (RAP1421829), résulte d'une mobilisation active du syndicat des policiers en faveur de GPB conformes aux normes actuelles. Un appel d'offres a permis de sélectionner une entreprise spécialisée pour concevoir un GPB intégrant un système d'attaches polyvalentes MOLLE, mieux adapté aux besoins des patrouilleurs. Ce déploiement graduel permet d'assurer une transition efficace en tenant compte des priorités et des ressources disponibles, tout en minimisant l'impact sur les opérations quotidiennes.

3.3.2 Le GPB MOLLE à l'étude

Le fournisseur du GPB actuel est spécialisé dans la conception et la fabrication de GPB et d'EPI destinés à assurer la sécurité des policiers, des militaires et d'autres professionnels exposés à des risques physiques. L'entreprise se distingue par son expertise dans l'innovation des systèmes de protection, en particulier avec l'intégration de technologies modulaires, telles que le système MOLLE, permettant aux utilisateurs d'adapter et d'optimiser la répartition de leurs outils selon leurs besoins spécifiques (Fig. 11). L'entreprise met un accent particulier sur la performance, le confort et l'ergonomie de ses produits, en répondant aux exigences strictes des normes de sécurité et aux contraintes des environnements de travail.

Figure 11 : Modèles de GPB (housse et options) tirés du site web du fabricant.



Chaque modèle de GPB proposé sur le site est accompagné d'une série d'options additionnelles. Celles-ci incluent la compatibilité avec diverses armures certifiées NIJ de niveau II, IIIA, et Spike/Stab, ainsi que la possibilité d'adapter des panneaux fournis par l'agence. Le système intègre également une poche pour trauma, compatible avec plusieurs types de coussins ou de plaques. De plus, il est compatible avec les équipements PALS/MOLLE et le système de poche tactique évolutif STAC™. Parmi les autres caractéristiques, on retrouve une poignée de traction robuste, un système de bretelles amovibles pour réduire la tension sur le dos et les épaules, ainsi que des patchs d'identification avec fermetures VELCRO® pour une personnalisation facile. De plus, les organismes de police peuvent soumettre des demandes spécifiques que les designers de l'entreprise sont prêts à discuter et à concevoir sur mesure.

Le GPB développé (Fig.12) répond aux exigences formulées dans l'appel d'offres de janvier 2023. L'objectif principal était d'intégrer un système d'attaches polyvalentes de type MOLLE, permettant aux agents de positionner leurs outils directement sur le GPB, selon leurs besoins personnels et dans le respect de certaines règles. Cette approche visait notamment à alléger la charge portée sur le ceinturon, souvent responsable de douleurs affectant les hanches, en offrant plus de possibilités de placement d'outil sur le GPB.

Figure 12 : GPB actuel de l'organisme de police avec système MOLLE



Le fabricant a conçu deux modèles de panneaux balistiques offrant une protection contre la pénétration et les traumatismes définis selon la norme NIJ Standard-0101.06, niveau IIIA. Un modèle « unisex » (5/17) est destiné aux hommes (Fig.13) et aux femmes (Fig.14) ayant une petite poitrine. Le deuxième modèle spécifiquement conçu pour les femmes (3/18F) intègre des coques afin d'éliminer l'inconfort causé par l'écrasement de la poitrine avec les modèles précédents. Cette conception, adaptée à la morphologie féminine, assure un ajustement optimal et discret tout en maintenant une protection efficace. Cependant, elle n'est pas imposée aux femmes ; le fabricant leur laisse le choix avec le modèle unisex, généralement privilégié par les personnes ayant une petite poitrine.

Figure 13 : Description du panneau balistique « unisex » par le fabricant

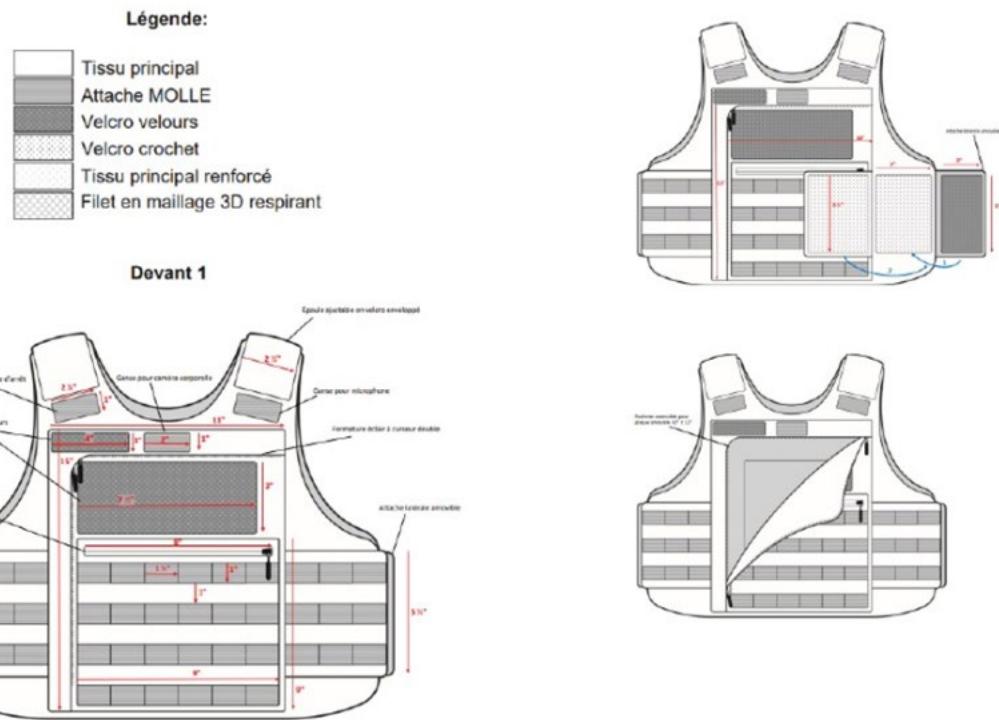


Figure 14 : Description du panneau balistique féminin par le fabricant (avec photo)



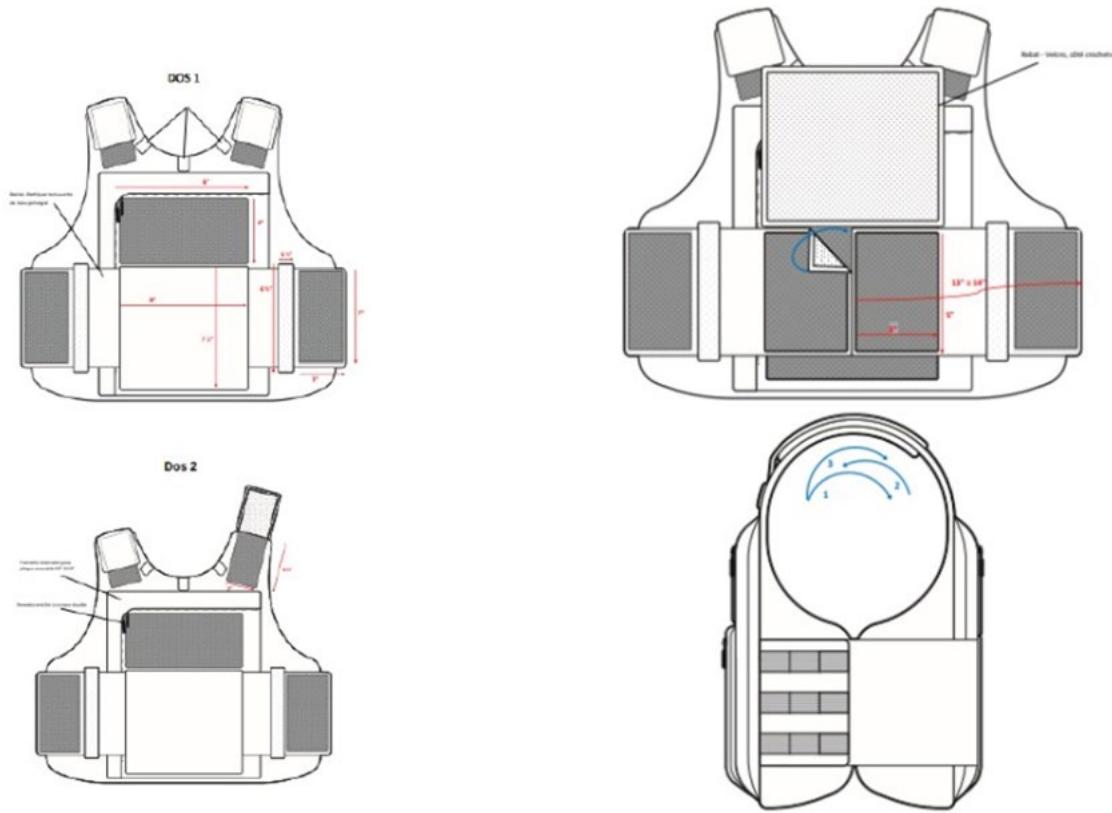
La figure 15 présente l'avant de la housse recouvrant le panneau balistique. Elle est équipée d'un système MOLLE ainsi que de deux poches : une petite poche horizontale conçue pour ranger un calepin et une grande poche pouvant accueillir une plaque en céramique pour les situations nécessitant une protection renforcée, grâce à une double ouverture par fermeture à glissière, à la fois horizontale et verticale. Une bande de velcro grise située sur la poitrine permet d'attacher une pancarte en tissu marquée « Police », qui peut être retirée si les agents souhaitent rester anonymes. Deux petits rectangles horizontaux situés au-dessus servent respectivement à fixer le nom des patrouilleurs et un élément distinctif, comme un logo. Les épaules intègrent chacune une attache MOLLE, permettant par exemple de fixer une lampe de poche. Enfin, le système de fermeture du GPB est conçu pour assurer une protection maximale : les côtés se superposent, et le dernier panneau, situé au niveau de l'abdomen, se ferme en dernier afin de réduire le risque de pénétration d'un projectile à cet endroit.

Figure 15 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Housse du GPB



La figure 16 illustre les différentes façons d'ajuster le GPB, qui en compte trois. La première, déjà présentée, concerne le réglage sur les côtés. Les deux autres se situent au niveau des épaules et du dos. Aux épaules, il est possible de raccourcir la longueur du GPB en ajustant les velcros. Le système fonctionne de la même manière que sur les côtés : trois couches se superposent, la dernière venant recouvrir les autres afin de sécuriser l'ajustement et limiter les risques de pénétration d'un projectile. À l'arrière, l'ajustement se fait en soulevant le panneau dorsal, sous lequel se trouvent deux bandes élastiques munies de velcros. Ce dispositif permet non seulement de resserrer le GPB, mais aussi de modifier son inclinaison sur le torse, par exemple, pour lui donner une forme plus en V.

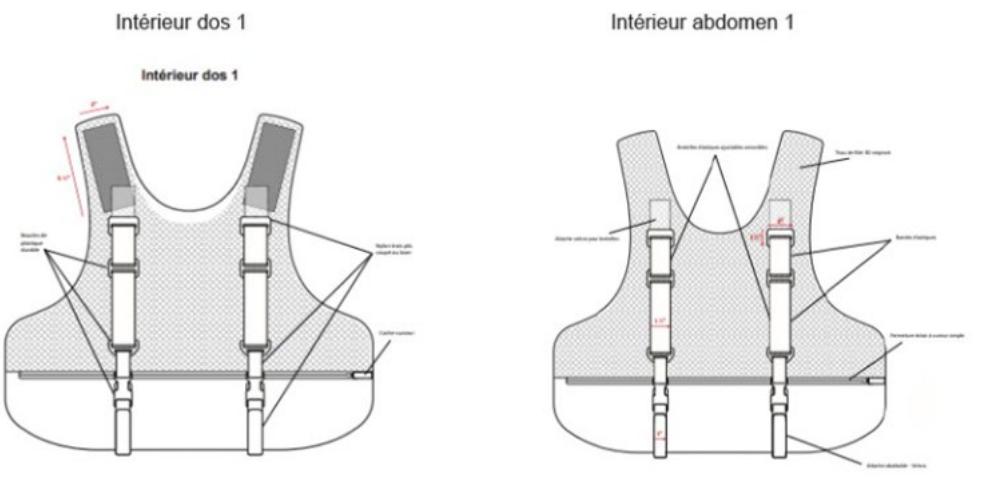
Figure 16 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Méthode d'ajustement du GPB



Pour améliorer le confort thermique, le GPB intègre un tissu de « mesh » 3D respirant sur une large zone du dos, ainsi que sur le torse et l'abdomen. Ce matériau, grâce à sa structure en mailles, crée un espace sous le tissu, facilitant ainsi l'évacuation de la chaleur.

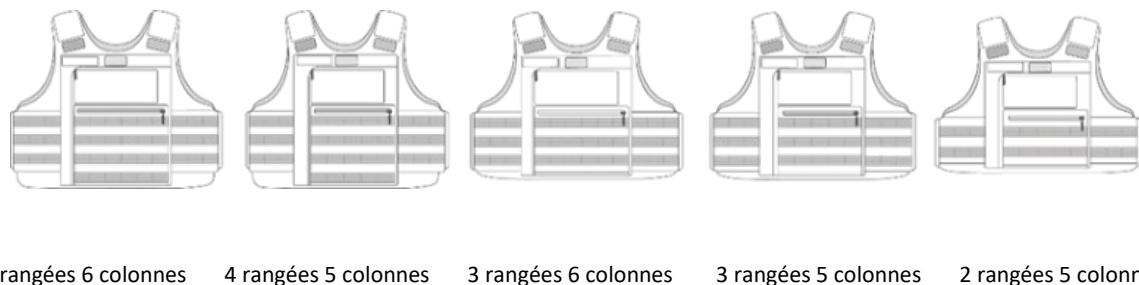
Le fabricant a également conçu des bretelles intégrées directement dans le GPB, passant à l'intérieur du tissu au niveau des épaules, contrairement aux bretelles classiques qui reposent directement sur celles-ci (Fig.17). Ce système vise à mieux répartir le poids sur l'ensemble des épaules plutôt que sur un seul point de pression. Une fois en place, les bretelles peuvent être fixées à l'avant et à l'arrière à l'aide de boucles. Leur utilisation reste toutefois facultative.

Figure 17 : Dessins extraits de l'appel d'offres – Tissu en « mesh » 3D et bretelles intégrées



En fonction des caractéristiques anthropométriques des patrouilleurs de l'organisme de police, plusieurs modèles de système MOLLE sont disponibles (Fig.18). Ils varient du plus grand, doté de quatre rangées MOLLE et de six colonnes, au plus petit, comportant deux rangées MOLLE et cinq colonnes.

Figure 18 : Variation des rangées et des colonnes du système MOLLE en fonction des morphologies



Pour fixer les outils aux GPB, le fabricant a également fourni trois étuis : un pour la radio, un pour une paire de menottes et un double permettant d'en transporter deux.

3.3.3 Prise de mesure

Le GPB à poches dédiées n'a pas bénéficié d'un protocole spécifique pour la prise de mesures des patrouilleurs. En revanche, pour l'implantation du GPB MOLLE, un protocole de mesure a été développé par le fabricant. Le processus de mise en place du modèle actuel a débuté en mai 2022 et est toujours en cours en mars 2025, ce qui témoigne du temps nécessaire pour remplacer chaque GPB. La directrice du fabricant est intervenue à plusieurs reprises pour effectuer elle-même les prises de mesures et former une

employée de l'organisme de police afin que cette dernière puisse ensuite assumer cette tâche de manière autonome.

Le protocole de mesure, défini par le fabricant de GPB, comprend plusieurs dimensions clés : la taille (en mètres), le poids (en livres), le tour de poitrine (circonférence au niveau des seins, bras le long du corps), le tour de taille (la partie la plus large du ventre, en dessous du nombril), la largeur de torse (bras tendus vers l'avant, distance entre les aisselles), la largeur du thorax debout (depuis le sternum jusqu'au haut des hanches), la largeur du thorax en position assise, et la largeur du dos (depuis la vertèbre proéminente à la base du cou jusqu'au-dessus des hanches). Pour les femmes, on ajoute également le tour de buste et le tour de bonnet.

Lors de notre observation des prises de mesures effectuées par la directrice, celle-ci proposait également aux femmes de choisir entre deux modèles : un modèle féminin, équipé de coques anatomiques adaptées à la morphologie mammaire, et un modèle unisexe. Elle leur expliquait les avantages et inconvénients de chaque option en fonction de leurs dimensions personnelles. Enfin, pour garantir une longueur appropriée de la housse, des modèles de référence sont disponibles pour être essayés (Fig.19). Ces modèles permettent de déterminer rapidement la hauteur à laquelle le GPB doit être positionné au niveau de l'abdomen, avec des tailles allant de 8XXXS à TG (très grande).+

Figure 19 : Tailles de housses testées



Pour la hauteur de l'encolure, la fabricante utilise également le modèle d'essai afin d'observer les préférences de chaque patrouilleur concernant l'ajustement de l'encolure, qu'elle souhaite plus ou moins haute selon les options disponibles. Ces préférences sont ensuite prises en note.

3.3.4 Mise à disposition

3.3.4.1 Prise en main

Lorsqu'un patrouilleur reçoit son nouveau GPB, il peut immédiatement l'utiliser. Un manuel d'instructions est remis, détaillant les différentes possibilités d'ajustement du GPB et les pratiques d'utilisation du système MOLLE. Ce manuel explique spécifiquement comment attacher les outils via le tressage afin d'assurer leur stabilité. Toutefois, aucune formation spécifique n'est fournie concernant l'utilisation du système ou ses impacts potentiels. Par conséquent, les patrouilleurs sont amenés à comprendre eux-mêmes le fonctionnement du système et à tester différentes configurations pour organiser la répartition de leurs outils, dans le but d'optimiser leur confort et leur efficacité.

3.3.4.2 Schémas de répartition

En ce qui concerne la disposition des outils, chacun doit improviser, ce qui conduit à des personnalisations variées du GPB. Certains préfèrent conserver les emplacements habituels de leur ancien GPB pour ne pas perturber leurs réflexes acquis, plaçant ainsi les objets aux mêmes endroits sans vraiment explorer les nouvelles possibilités offertes par le design du GPB. D'autres profitent des options supplémentaires du système MOLLE pour ajouter de nouveaux outils et expérimenter différentes configurations. Certains adoptent une approche minimaliste et choisissent de ne rien placer sur leur GPB. D'autres encore s'inspirent des configurations de leurs collègues ou recherchent des idées en ligne, notamment dans le milieu tactique.

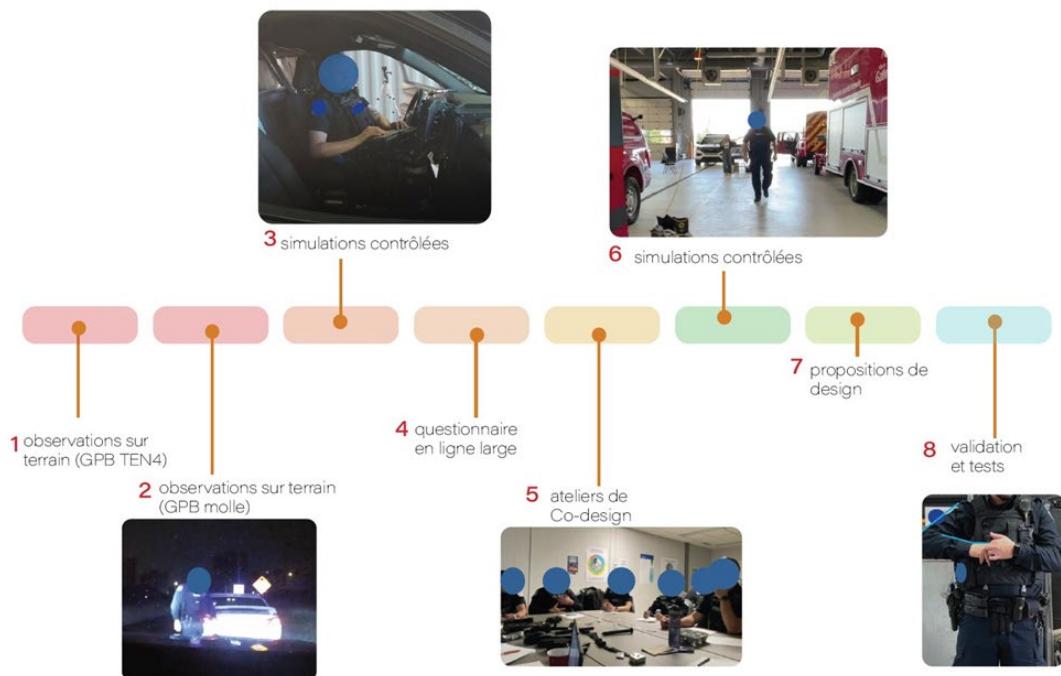
Un prototype a été conçu pour intégrer plusieurs modifications basées sur les observations et verbalisations des patrouilleurs. Ce prototype, qui représente une évolution des modèles existants, sera présenté plus en détail dans le chapitre 4 Méthodologie et 5 Résultats de ce mémoire. Nous y reviendrons en abordant les ajustements spécifiques apportés pour améliorer le confort, la mobilité et l'adaptation aux différentes morphologies des utilisateurs.

CHAPITRE 4

Méthodologie

Afin de mieux comprendre et documenter la relation ergonomie-design, nous avons adopté dans cette étude une méthodologie centrée sur les utilisateurs similaire à celle proposée par Vezeau, Comtois et Budico (2021), qui allie une analyse ergonomique du travail et des phases de conception impliquant une large participation d'utilisateurs, dans ce cas-ci, des patrouilleurs. Cette approche a permis de combiner une étude de terrain avec un protocole expérimental fondé sur la simulation de situations de travail en environnement contrôlé. La méthodologie suit une séquence en plusieurs étapes (Fig. 20), dont la revue de la littérature, une analyse préliminaire de l'activité policière, l'évaluation du GPB MOLLE en conditions réelles et simulées, et des séances de Co-design visant à proposer des améliorations. Nous terminerons ce processus par une validation des solutions proposées, une évaluation des prototypes intégrant ces recommandations et une analyse globale de la relation entre ergonomie et design. Chaque étape, de l'observation sur le terrain à la validation des prototypes, a permis de structurer le développement de solutions pour un EPI plus adaptées aux besoins des patrouilleurs. Nous détaillerons chacune de ces étapes dans les sections suivantes.

Figure 20 : Parcours méthodologique du projet en huit étapes



4.1 Revue de littérature et entretiens avec des organismes policiers externes

Une revue de la littérature a été réalisée pour actualiser les connaissances sur les EPI, leur importance ainsi que sur les principes du design, de l'ergonomie et de l'approche centrée utilisateur. La revue a également examiné les exigences en matière de couverture thoracique pour un GPB en contexte policier. Afin d'approfondir notre compréhension du contexte dans lequel évoluent les patrouilleurs, des matériaux et équipements disponibles, de l'offre actuelle, des technologies existantes, ainsi que des solutions proposées dans d'autres études visant à réduire les contraintes et à guider les repères de conception, une analyse critique des modèles de GPB avec et sans système MOLLE a été réalisée sur des écrits scientifiques, des informations de fournisseurs et des entrevues avec des spécialistes locaux en textiles balistiques.

Nous avons également examiné la documentation de l'organisme policier participant, incluant la description des tâches des agents, ainsi que l'inventaire de leurs outils, tels que les pièces de l'uniforme, les chaussures, le casque, et le DSHV (dispositif de sécurité et d'hygiène de vie).

Une analyse approfondie a été réalisée sur la méthode et les critères de prise de mesures utilisés tant par l'organisme policier que par le fabricant du GPB MOLLE. Cette analyse visait à identifier les paramètres anthropométriques pris en compte dans le dimensionnement de l'EPI et déterminer si les problèmes rencontrés étaient liés à des défauts au niveau du design ou à une prise de mesures inadéquate, compromettant ainsi l'ajustement optimal à la morphologie de l'utilisateur.

Un entretien a été effectué dans un autre organisme de police québécois avec une couturière spécialisée en GPB afin de comparer leur méthode de prise de mesures avec celle du fabricant du GPB MOLLE. Un autre entretien a été réalisé avec un responsable des équipements d'un organisme de police d'une autre grande municipalité québécoise utilisant un GPB équipé du système MOLLE. Il visait à recueillir des verbalisations sur leur expérience et les défis rencontrés, de vérifier si les difficultés observées chez les patrouilleurs étaient généralisées, et d'explorer les solutions mises en place dans ce contexte. Ces entretiens ont été retranscrits selon un principe de tour de parole, en mettant en évidence les éléments les plus pertinents pour l'étude.

4.2 Analyses préliminaires de l'activité des patrouilleurs endossant l'ancien GPB à poches dédiées

Neuf sessions d'observations ont été menées sur le terrain auprès de patrouilleurs durant un quart ou un demi-quart de travail afin d'analyser leurs réalités et les contraintes liées à l'endossement du GPB à poches dédiées en service depuis 2018. L'objectif était de mieux comprendre l'activité des patrouilleurs et d'identifier les exigences spécifiques en matière d'équipements. Dans un mémoire en ergonomie, il serait possible d'analyser l'ensemble des déterminants influençant l'activité des patrouilleurs. Toutefois, par souci d'économie de temps et d'espace, notre étude se concentre spécifiquement sur les impacts du design de GPB sur leur travail sans dresser un portrait exhaustif de l'ensemble de leur activité. Des observations sur le terrain, complétées par des entretiens dirigés avec les patrouilleurs, ont permis de recueillir leurs difficultés et satisfactions par rapport au design de la housse, au confort, à la mobilité, l'atteinte des outils, l'astreinte thermique, aux matériaux, aux enjeux de sécurité et à l'apparence du GPB.

4.2.1 Participants

Neuf patrouilleurs, dont une femme, ont participé à l'analyse (Fig. 21). La sélection des participants s'est faite sur la base volontaire, en fonction de leurs disponibilités afin de ne pas perturber le déroulement des opérations policières. Le tableau 2 synthétise leurs caractéristiques. Les participants étaient âgés entre 22 ans (P4) et 47 ans (P9), avec une taille variant de 1 m 64 (P9) à 1 m 83 pour les patrouilleurs les plus grands (P2 et P3). Leur poids oscille entre 61 kg (P6) et 107 kg (P5), illustrant des dimensions corporelles variées comme souhaité. Tous les participants étaient droitiers, un facteur déterminant dans le placement des outils. Leur expérience en service est également très variée, allant de 7 mois (P4) à 26 ans pour la plus expérimentée (P9). L'observation de femmes avec l'ancien GPB s'est avérée plus complexe, celles-ci ayant été priorisées pour l'attribution du modèle avec le système MOLLE. En conséquence, seule une femme portant encore l'ancien modèle à poches dédiées a pu être observée. Enfin, les types de ceinturons diffèrent selon leurs préférences et besoins individuels. Sept participants portent le ceinturon fourni par l'organisme de police, un utilise le ceinturon « ergonomique » obtenu sur prescription médicale et un autre a opté pour un modèle acheté personnellement.

L'objectif était d'assurer une certaine diversité parmi les patrouilleurs, sans viser une représentativité statistique. Ainsi, les patrouilleurs recrutés ne constituent pas un échantillon au sens strict du terme, mais plutôt un groupe d'utilisateurs aux profils variés, permettant d'explorer différentes pratiques du GPB. Cette diversité vise notamment à inclure un éventail de morphologies afin d'analyser l'ensemble des enjeux liés à l'endossement du modèle à poches dédiées.

Figure 21 : Neuf participants aux observations sur le terrain avec l'ancien GPB à poches dédiées



Tableau 2 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, taille, poids, main dominante, expérience policière et type de ceinturon.

Participants	Genre	Âges (Ans)	Taille (Mètre)	Poids (Kg)	Main dominante	Expérience policière	Ceinturon
P1	M	39	1,82	81	Droit	15 ans	Service
P2	M	25	1,83	74	Droit	2 ans	Service
P3	M	38	1,83	136	Droit	10 ans	Ergonomique
P4	M	22	1,75	86	Droit	7 mois	Service
P5	M	44	1,82	107	Droit	15 ans	Personnel
P6	M	25	1,70	61	Droit	3 ans	Service
P7	M	29	1,72	88,5	Droit	4 ans	Service
P8	M	25	1,75	88	Droit	4 ans	Service
P9	F	47	1,64	65	Droit	26 ans	Service

4.2.2 Déroulement

Les observations et entretiens préliminaires ont eu lieu à bord du véhicule de patrouille (VUS), aux côtés du participant seul(e). Nous occupions le siège passager pour analyser en temps réel son activité, ses postures et ses interactions avec le GPB et les outils. Menées à l'automne sur différents quarts de travail (jour, soir et nuit), ces observations ont permis de saisir la variabilité des situations et la diversité des conditions opérationnelles et des besoins spécifiques selon la période de la journée. Le quart de jour, marqué par une variété d'interventions allant des appels d'assistance aux actions en milieu urbain, a permis d'observer l'utilisation du GPB dans des contextes alternants mobilité et périodes d'attente. Le quart de soir, plus intense en raison de troubles à l'ordre public ou d'incidents à risque, a mis en évidence des conditions nécessitant réactivité et vigilance. Enfin, le quart de nuit, avec une visibilité réduite et des interventions plus risquées, a souligné les contraintes liées au stress et à la fatigue prolongée. Bien que chaque période comporte des enjeux spécifiques, la réalité présente une variabilité importante, entraînant un chevauchement des conditions.

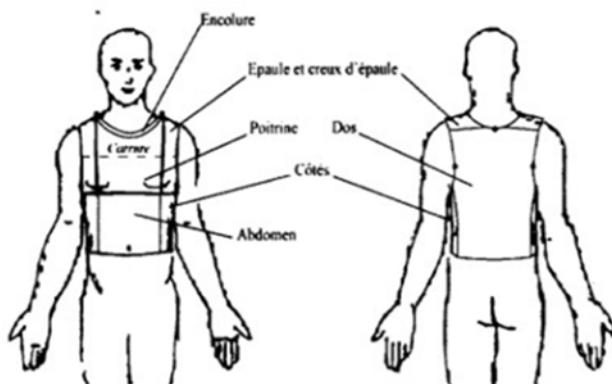
Chaque intervention a été consignée sous forme de chroniques d'événements à l'aide d'une grille chronologique notant les événements clés (début et fin des tâches, nature des interventions, gestes et postures adoptés, incidents, outils portés, communications, etc.). Ces chroniques détaillaient également le contexte, les postures et les contraintes ressenties. Un compte rendu a ensuite été rédigé pour chaque participant, récapitulant les interventions réalisées durant leur quart de travail (ou demi-quart) et leurs

verbalisations spontanées sur l'équipement complet (GPB, ceinturon), les outils et les conditions de travail. Un relevé photographique du patrouilleur avec son GPB a été fait en début de quart.

Un entretien simultané était mené dès que le participant pouvait répondre pour identifier les enjeux, difficultés et contraintes rencontrés selon les situations, sur son travail et sur les caractéristiques du GPB. Une grille de questions (cf. Annexe B) structurait les échanges autour de plusieurs thématiques : (a) tâches réalisées ; (b) le confort et les entraves ressenties selon les tâches effectuées ; (c) les conséquences des contraintes sur le bien-être, la sécurité et la performance ; (d) les situations à risque vécues, incluant les agressions armées et non armées.

Parallèlement, des enregistrements vidéo en continu ont été réalisés à l'aide d'une caméra GoPro fixée sur le pilier A du véhicule ainsi qu'une caméra GoPro portée à la main en extérieur. Ces captations ont permis d'analyser l'impact du design du GPB sur les zones de confort et d'inconfort, notamment les épaules, le creux de l'épaule, la poitrine, l'abdomen, les côtés et le dos (Fig.22). Ces zones ont ensuite été définies pour l'analyse des pressions et des entraves.

Figure 22 : Délimitation des zones corporelles pour l'analyse des pressions et des entraves



Les inconforts ont été classés par niveau d'intensité (aucun inconfort, léger inconfort, inconfort, très inconfortable) et regroupés en trois catégories : points de pression, entraves et douleurs. Il est crucial de préciser ces termes pour mieux évaluer leur impact dans chaque scénario d'usage. Un point de pression désigne un inconfort localisé dû à une pression excessive, une entrave limite la liberté de mouvement, et une douleur résulte d'une sensation prolongée ou intensifiée, souvent liée aux deux premiers facteurs. Ces observations et entretiens ont permis d'affiner les protocoles d'analyses systématiques menées sur le terrain avec le GPB MOLLE et lors des simulations.

4.2.3 Instrumentation

En plus des caméras GoPro déjà mentionnées, la collecte des données a été effectuée à l'aide de schémas de personnages portant un GPB présentés aux participants pour faciliter l'identification des zones d'astreinte thermique et de mobilité (points de pression, entraves, douleurs). Les observations ont été consignées par écrit à l'aide de papier et crayon, et des notes verbales enregistrées à la fin de chaque interaction ont complété ces données. Les photos ont été recueillies à l'aide d'un téléphone intelligent iPhone 15.

4.2.4 Analyse des données

Les vidéos ont été découpées en séquences, et un relevé photographique a été effectué avec des captures d'écran des postures adoptées lors de l'endossement du GPB. Les images ont été analysées à l'aide du logiciel VLC, permettant de ralentir la vitesse de lecture et de faire des captures mettant en évidence les gestes et postures durant le travail. L'analyse a mis l'accent sur les stratégies et modes opératoires des patrouilleurs, ainsi que sur leurs interactions avec le GPB dans différents contextes (par exemple, les postures des membres supérieurs lors du maintien du cinémomètre). Les relevés vidéo et les notes ont permis de réaliser des chroniques de quarts et d'événements, caractérisant le déroulement d'une journée type.

Concernant les entretiens, les données ont été restituées par tour de parole, chaque tour étant catégorisé par thème (posture contraignante, atteinte d'outil, zone d'inconfort, astreinte thermique, etc.). Les données ont été compilées, catégorisées, puis restituées sous forme dépersonnalisée à l'aide de tableaux. Des captures d'écran illustrant les contraintes rencontrées ont été jointes aux tableaux, tout en respectant l'anonymat des participants grâce à un floutage des images.

4.2.5 Protocole éthique

Notre certificat éthique a été approuvé, et les règles éthiques que nous avons établies s'appliquent à toutes les méthodes employées lorsque cela est pertinent. La sécurité est demeurée une priorité tout au long des observations. En cas de tension verbale ou sur demande du patrouilleur, nous quittions discrètement les lieux pour retourner au véhicule, laissant la gestion de l'intervention à celui-ci selon ses procédures habituelles. Lorsque des risques étaient anticipés, nous restions dans l'autopatrouille ou dans un endroit sécurisé, selon l'évaluation des patrouilleurs, un collègue venant nous récupérer si nécessaire. Les interceptions routières ont été observées depuis l'autopatrouille, et, lors des interventions impliquant

des individus, nous suivions le patrouilleur à environ deux mètres de distance pour éviter toute interférence. Habituer à la présence de stagiaires, ils identifiaient rapidement les situations potentiellement dangereuses et ajustaient leur approche en conséquence. L'endossement GPB était essentiel, tant pour garantir notre sécurité que pour expérimenter directement les contraintes associées à cet équipement.

4.3 Analyse systématique de l'astreinte et de l'interaction entre le GPB actuel avec système MOLLE et l'activité de travail des patrouilleurs

Pour évaluer ce GPB actuel, nous avons procédé de trois manières. Une première analyse visait à observer les patrouilleurs en situations effectives de travail sur le terrain avec le GPB. Ces observations nous ont permis de voir le GPB dans des conditions et des situations très variées (conditions météorologiques, types de situations de travail, situations imprévisibles, etc.). Une seconde analyse a été effectuée en situations simulées dans un garage afin d'observer précisément, dans des conditions contrôlées, le comportement du GPB lors des mouvements des participants. En plus des simulations, un questionnaire en ligne a été administré *a posteriori* à un échantillon plus large de patrouilleurs ayant endossé le GPB avec système « MOLLE » dans le but de récolter un maximum de verbalisations.

4.3.1 Analyse préliminaire de l'activité sur le terrain avec le GPB actuel et son système « MOLLE »

Seize sessions d'observations d'un quart ou d'un demi-quart de travail ont été réalisées sur le terrain avec des patrouilleurs endossant leur GPB MOLLE pour mieux comprendre comment ce dernier impactait les gestes et postures déterminés. Ces observations sur le terrain, complétées par des entretiens dirigés avec les patrouilleurs, ont permis de recueillir leurs difficultés et satisfactions par rapport au système MOLLE et à l'atteinte des outils, au design de la housse, au confort, à la mobilité, à l'astreinte thermique aux matériaux, aux enjeux de sécurité et d'apparence.

4.3.1.1 Participants

Seize patrouilleurs, dont sept femmes et neuf hommes, ont participé à l'analyse (Fig. 23). Le tableau 3 présente les caractéristiques des participants. L'échantillon comprend des participants âgés de 23 ans (P1, P2) à 45 ans (P15). Leur taille varie de 1 m 53 (P2) à 1 m 82 (P9, P12), tandis que leur poids oscille entre 60 kg (P3) et 104 kg (P14), illustrant une diversité morphologique influençant l'endossement du GPB. Tous les participants étaient droitiers à l'exception de P5 qui est gaucher. Leur expérience en service varie d'un an (P2) à 19 ans pour le plus expérimenté (P15).

Les premiers modèles du GPB actuel ont été introduits dans l'organisme de police il y a environ six mois. Certains participants le portaient depuis cette période (P13, P14, P15), tandis que d'autres l'avaient adopté depuis deux jours, comme P10. Les femmes utilisaient toutes un modèle féminin tandis que les hommes portaient un modèle unisex. La configuration du système MOLLE varie : le GPB le plus petit, porté par P2, comporte deux rangées et cinq colonnes, tandis que les modèles plus grands, portés par huit hommes, comprennent quatre rangées et six colonnes. Concernant le ceinturon, douze participants utilisaient celui fourni par l'organisme de police, trois avaient opté pour un modèle personnel, et un portait un ceinturon « ergonomique ».

Les critères de sélection, identiques à ceux de l'analyse de l'ancien GPB à poches dédiées, visaient une diversité anthropométrique et morphologique. Le recrutement, volontaire a respecté les disponibilités des participants afin de ne pas perturber les opérations policières. Contrairement à l'observation précédente, nous avons réussi à obtenir une mixité plus représentative dans l'échantillon, avec un nombre équilibré de femmes et d'hommes.

Figure 23 : Seize participants aux observations sur le terrain avec le GPB MOLLE actuel.

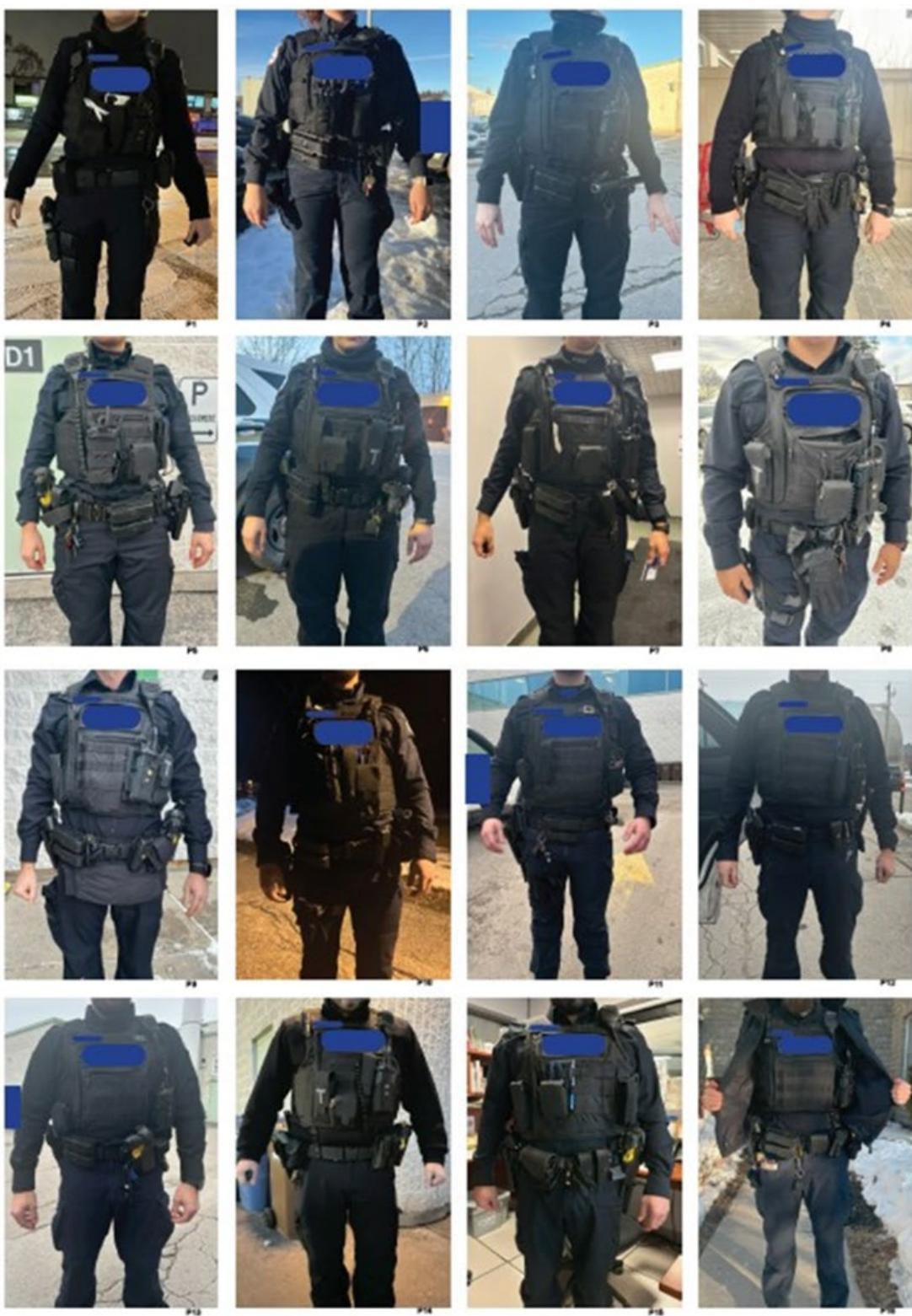


Tableau 3 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, taille, poids, tour de poitrine pour les femmes, main dominante, expérience policière, durée avec le GPB, modèle, système Molle et type de ceinturon

P	Genre	Âges (Ans)	Taille (Mètre)	Poids (Kg)	Tour de poitrine	Main dominante	Expérience policière (Années)	Durée avec GPB	Modèle	Système MOLLE	Ceinturon
P1	F	23	1,70	63	32 C	Droit	3	4 mois	Fem.	2 r ; 5 c	Ergo.
P2	F	23	1,62	65	34 C	Droit	1	5 mois	Fem.	2 r ; 5 c	Organisme
P3	F	33	1,67	60	34 C	Droit	8	4 mois	Fem.	3 r ; 5 c	Organisme
P4	F	27	1,75	77	34 C	Droit	5	5 mois	Fem.	3 r ; 5 c	Organisme
P5	F	27	1,68	68	32 C	Gauche	4	5 mois	Fem.	3 r ; 5 c	Organisme
P6	F	29	1,60	63	34 D	Droit	8	5 mois	Fem.	3 r ; 5 c	Organisme
P7	F	27	1,77	72	34 C	Droit	5	1 mois	Fem.	4 r ; 5 c	Personnel
P8	M	30	1,70	97	-	Droit	5	5 mois	Uni.	3 r ; 6 c	Organisme
P9	M	39	1,82	86	-	Droit	13	5 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme
P10	M	23	1,75	84	-	Droit	1	2 jours	Uni.	4 r ; 6 c	Personnel
P11	M	27	1,75	97	-	Droit	5	4 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Personnel
P12	M	34	1,82	95	-	Droit	12	7 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme
P13	M	35	1,77	98	-	Droit	12	6 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme
P14	M	43	1,82	104	-	Droit	16	6 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme
P15	M	45	1,73	88,5	-	Droit	19	6 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme
P16	M	35	1,75	77	-	Droit	6	5 mois	Uni.	4 r ; 6 c	Organisme

Légende : Ergo. = Ergonomique r = Rangées c = Colonnes

4.3.1.2 Déroulement

Conformément à la méthodologie employée pour l'observation des patrouilleurs avec l'ancien GPB à poches dédiées, les observations filmées ont été réalisées à bord du véhicule de patrouille (VUS), aux côtés du participant seul(e). Nous occupions le siège passager pour analyser en temps réel son activité, ses postures et ses interactions avec le GPB et les outils. Réalisées sur différents quart de travail (jour, soir et nuit), la moitié des observations ont eu lieu en automne, tandis que l'autre moitié s'est déroulée en hiver, permettant d'analyser l'impact du GPB selon l'uniforme et le climat. Chaque intervention a été consignée sous forme de chroniques d'événements, comme précédemment.

Un entretien simultané était mené dès que le participant pouvait répondre afin d'identifier les enjeux spécifiques au GPB avec système MOLLE. Cette approche a permis de recueillir ses verbalisations sur les difficultés rencontrées à l'aide d'une grille de questions structurée. Les thématiques abordées incluaient :

(a) le GPB lui-même, en termes de confort, mobilité, les astreintes thermique, esthétique et matériaux, (b) le système MOLLE, (c) les outils, (d) les schémas de répartition. Un schéma a été réalisé pendant chaque entretien pour documenter la disposition des outils sur chaque GPB et ceinturon, facilitant ainsi l'analyse des choix des patrouilleurs en matière d'organisation et d'atteinte des outils.

En parallèle, des enregistrements vidéo en continu ont été réalisés à l'aide d'une caméra GoPro fixée sur le pilier A du véhicule ainsi qu'une caméra GoPro portée à la main en extérieur. Ces captations ont permis d'analyser les zones de confort et d'inconfort impactées par le design du GPB en suivant le même protocole que la méthode précédente.

4.3.1.3 Instrumentation

En plus des caméras GoPro déjà mentionnées, comme pour les observations de l'ancien GPB à poches dédiées, la collecte des données a été effectuée à l'aide de schémas de personnages portant un GPB présentés aux participants pour faciliter l'identification des zones d'astreinte thermique et de mobilité. Les observations ont été consignées par écrit à l'aide de papier et crayon, et des notes verbales enregistrées à la fin de chaque interaction ont complété ces données. Les photos ont été prises à l'aide d'un iPhone 15.

4.3.1.4 Analyse des données

Une cartographie détaillée des configurations de chaque GPB a été réalisée à l'aide de schémas, facilitant l'analyse des choix de placement des outils et l'identification des préférences des patrouilleurs en fonction des tâches effectuées, de leurs habitudes, de leurs capacités. Cette analyse a permis de comparer les verbalisations des participants aux données objectives et subjectives re-cueillies et ainsi mieux cerner les avantages et les limites du système MOLLE et des schémas de répartition possibles.

Pour l'analyse vidéo, les séquences ont été découpées à l'aide du logiciel VLC et des captures d'écran ont été extraites pour documenter les postures adoptées lors de l'endossement du GPB avec système MOLLE. Ces données ont été compilées et analysées dans des tableaux. Des captures d'écran illustrant les contraintes rencontrées ont été jointes aux tableaux comme précédemment.

4.3.1.5 Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées

Les simulations, réalisées dans un garage de la police, ont assuré des conditions d'évaluation uniformes, où les patrouilleurs ont effectué la séance avec leur propre GPB et leur schéma de répartition habituel. Ce cadre permettait de recréer de manière réaliste les contextes de travail (Fig.24). Elles consistaient à relever les dimensions corporelles des patrouilleurs, identifier leur modèle de GPB et dresser leur schéma de répartition des outils. Les participants ont ensuite réalisé des gestes et postures selon différents scénarios d'utilisation. À l'intérieur des véhicules de patrouille (voiture et VUS), ils ont simulé des situations comme la conduite. À l'extérieur, ils ont testé des actions telles que la course. Ils ont également verbalisé les inconforts ou difficultés ressenties. Un protocole spécifique de manipulations d'outils a ensuite été effectué. Enfin, ils ont répondu à un questionnaire dirigé sur l'ajout d'outils sur le GPB et les bénéfices perçus.

Figure 24 : Photographies de la simulation des situations de travail dans un environnement contrôlé dans le garage de l'organisme de police



4.3.1.6 Participants

Quinze participants, dont 8 femmes et 7 hommes, représentant une diversité de profils dimensionnels (Fig.25), ont été recrutés sur une base volontaire, après avoir donné leur consentement éclairé. Le tableau 4 résume leurs caractéristiques. Leur âge variait entre 22 et 49 ans, et leur expérience professionnelle s'étendait de 8 mois à 19 ans. Quatorze participants étaient droitiers et une était gauchère ; facteur influençant la disposition des armes. La taille des participants variait de 1 m 60 à 1 m 82 et le poids entre 59 kg et 98 kg. La longueur du thorax la plus élevée est 54 cm, la plus petite est 38,5 cm et la largeur du thorax la plus grande est de 38 cm et la petite est de 28cm. La durée d'utilisation du GPB MOLLE

récemment introduit allait de 1,5 à 12 mois. Deux modèles distincts de GPB MOLLE étaient en usage : un modèle « unisex », basé sur un panneau balistique classique et un modèle féminin, avec panneau doté de coques anatomiques adaptées à la morphologie mammaire, conçues spécialement pour améliorer le confort et la sécurité des policières. Parmi les 8 femmes, une a choisi le modèle « unisex » adapté à sa morphologie, en raison d'une poitrine peu marquée. En ce qui concerne le type de MOLLE, le modèle à quatre rangées et six colonnes était porté par 4 hommes, celui à quatre rangées et cinq colonnes par 2 hommes, celui à trois rangées et six colonnes par une femme, trois rangées et cinq colonnes par 7 femmes et 1 homme et le modèle à deux rangées et cinq colonnes n'a pas été observé lors de cette simulation. Les ceinturons utilisés différaient : 9 participants portaient des ceinturons standard fournis par l'organisme, 4 utilisaient des modèles « ergonomiques » et 2 avaient des ceinturons personnels.

Tableau 4 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, main dominante, taille, poids, largeur de torse, longueur de thorax, durée avec le GPB, modèle, système Molle.

P	Genre	Âges (Ans)	Expérience	Main dominante	Taille (Mètres)	Poids (Kg)	Largeur de torse (Cm)	Longueur thorax (Cm)	Durée avec GPB (Mois)	Modèle	Système MOLLE
P1	F	28	4 ans	Droite	1,72	63,5	29	43	12	Fem.	3 r ; 5 c
P2	F	23	8 mois	Droite	1,70	70	29	39	3	Fem.	3 r ; 5 c
P3	F	22	1 an	Droite	1,72	65	28	42	5	Fem.	3 r ; 5 c
P4	F	31	9 ans	Droite	1,70	65	30	38,5	3	Fem.	3 r ; 5 c
P5	F	24	1 an	Droite	1,60	70	33	41	5	Fem.	3 r ; 6 c
P6	F	29	8 ans	Droite	1,60	63,5	29	42	12	Fem.	3 r ; 5 c
P7	F	29	6 ans	Droite	1,65	59	30	39	12	Uni.	3 r ; 5 c
P8	F	27	6 ans	Gauche	1,67	68	30	43	12	Fem.	3 r ; 5 c
P9	M	39	12 ans	Droite	1,78	102	34	51	4	Uni.	4 r ; 6 c
P10	M	29	6 ans	Droite	1,67	62	30	44	1/2	Uni.	3 r ; 5 c
P11	M	28	6 ans	Droite	1,80	72,5	31	52	12	Uni.	4 r ; 5 c
P12	M	29	5 ans	Droite	1,72	79	31	54	3	Uni.	4 r ; 5 c
P13	M	32	10 ans	Droite	1,80	88,5	38	49	3	Uni.	4 r ; 6 c
P14	M	49	19 ans	Droite	1,73	88,5	36	47	12	Uni.	4 r ; 6 c
P15	M	26	6 ans	Droite	1,83	98	38	50	2	Uni.	4 r ; 6 c

Légende : r = Rangées c = Colonnes

Figure 25 : Quinze participants de la simulation des situations de travail en environnement contrôlé avec le GPB actuel



Le tableau 5 illustre la diversité des profils anthropométriques des patrouilleurs rencontrés au cours de l'étude. Les mesures relevées varient comme suit : un tour de poitrine de 86 à 119 cm, un tour de taille de 77 à 115 cm, une longueur de thorax en position assise de 34 à 46 cm et une longueur de dos de 38 à 54 cm. Chez les femmes, le tour de buste se situe entre 76 et 87 cm, tandis que la taille de poitrine va du 32C au 34D. Les mesures prises permettent de comparer les résultats des simulations et des manipulations en fonction des profils dimensionnels des participants, facilitant ainsi l'identification des points de pression et des contraintes liées à des mensurations spécifiques. Cela ouvre la voie à des solutions personnalisées adaptées aux besoins de chaque individu.

Tableau 5 : Profils anthropométriques des participants : Tour de poitrine, tour de taille, longueur du dos, tour de buste et taille de bonnet.

P	Tour de poitrine (Cm)	Tour de taille (Cm)	Longueur thorax assis (Cm)	Longueur du dos L5 à C6 (Cm)	Tour de buste (Cm)	Taille de bonnet
P1	86	78	37	45	76	34B
P2	99,5	86	34	45	82	34C
P3	90	79cm	40	45	81	34C
P4	93	81	34	44	83	34C
P5	99	83	36	38	87	34C
P6	96	89	36	41,5	81	34D
P7	87	77	37	45	77	32C
P8	94	84	38	46	83	34D
P9	113,5	115	40,5	54	-	-
P10	95	81	36	44,5	-	-
P11	93	89	42	53	-	-
P12	107	98	46	51	-	-
P13	102	94	40	49	-	-
P14	119	106,5	43	51	-	-
P15	112	99	43	52	-	-

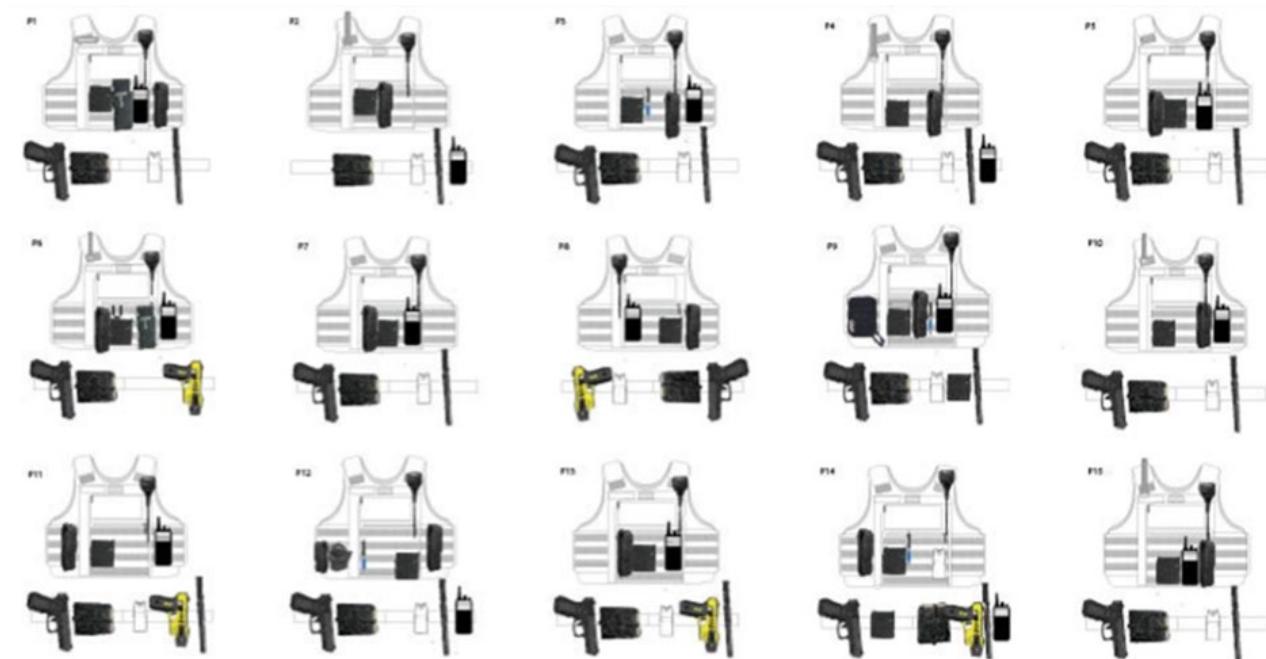
4.3.1.7 Déroulement

Pendant leur quart de travail, les agents se rendaient au garage à tour de rôle. Après un entretien portant sur leurs caractéristiques personnelles, ils retiraient leur GPB pour prendre les mesures dimensionnelles de certains segments et circonférences. Le choix des mesures a été basé sur le protocole du fabricant du GPB MOLLE. La taille en mètres et du poids en kilogrammes, les dimensions corporelles des participants

ont été mesurées à l'aide d'un ruban de couturière (précision ± 1 mm) : tour de poitrine (au niveau des seins, bras le long du corps), tour de taille (à la partie la plus large du ventre, en dessous du nombril), largeur du torse (bras tendus vers l'avant, entre les aisselles), la largeur du thorax en position debout et assise, la longueur du dos (depuis la vertèbre L5 jusqu'à C6). Pour les femmes, des mesures supplémentaires ont inclus le tour de buste et le tour de bonnet. Chaque participant a également été photographié de face, offrant une visualisation précise de leurs caractéristiques physiques, de leur morphologie et de leur équipement complet.

L'entretien suivant se concentrerait sur l'agencement de leurs outils en relation avec le GPB et le ceinturon. Nous avons recueilli les verbalisations des participants quant aux choix d'outils, préférences de placement et leurs verbalisations sur ces choix. Ces données ont servi à élaborer des schémas illustrant la répartition des outils (Fig. 26) et à calculer le poids porté par chacun sur le GPB et le ceinturon.

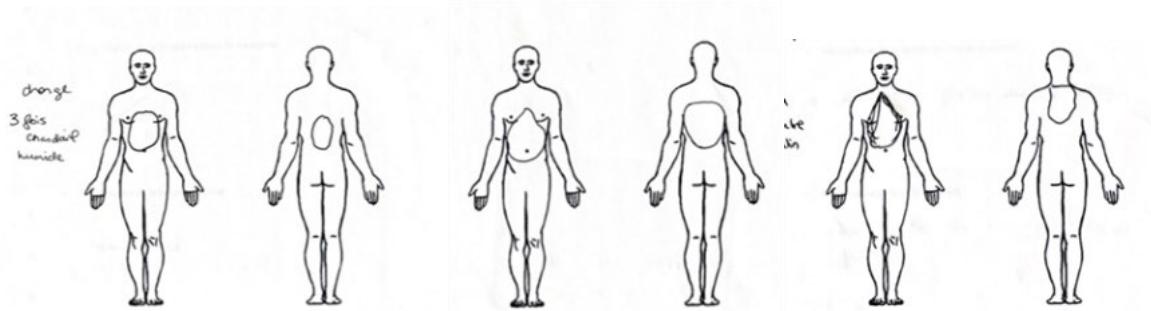
Figure 26 : Schéma de répartition des outils sur l'équipements complet des quinze participants de la simulation des situations de travail dans un environnement contrôlé avec le GPB actuel



4.3.1.7.1 Scénarios dans et hors des véhicules

Les participants réalisaient différents scénarios d'utilisation identifiés lors des observations sur le terrain. Dans les véhicules, ils étaient invités à monter à bord du véhicule (voiture et VUS), à « conduire » le véhicule (pédale / volant), à rédiger un rapport, à atteindre les commandes et à réaliser une opération de cinémomètre. Hors du véhicule, ils effectuaient des scénarios rencontrés dans leur travail, comme amasser un objet au sol, prendre la position de tir avec arme à feu, gérer la circulation en position debout (statique et dynamique), marcher trois allers-retours et courir deux allers-retours. Après la course, des schémas de personnages endossant un GPB ont été présentés aux participants pour aider à verbaliser et permettre d'identifier les zones d'astreintes thermiques ressenties (Fig. 27).

Figure 27 : Trois feuilles remplies par les participants indiquant les zones de sudation sur les schémas du corps humain présentés et complétés lors de la simulation



Des analyses visuelles et tactiles ont permis d'identifier les sources d'inconfort ou d'entrave. L'agent a indiqué les zones ressentant une pression, une entrave ou tout autre inconfort, en marquant l'endroit avec un doigt. Un ruban à masquer a été posé sur la zone désignée. Ensuite, l'agent a noté l'intensité de la pression ou de l'entrave perçue sur des échelles de Likert de 0 à 10, où 0 signifiait l'absence de sensation et 10, la douleur ou l'incapacité de réaliser le geste sans modification.

4.3.1.7.2 Manipulations des outils

Les agents se dirigeaient à un emplacement précis devant la caméra pour effectuer un protocole spécifique de manipulations d'outils, incluant : récupération du calepin, des deux paires de menottes, de la lampe de poche, du bâton, de l'arme à feu, du poivre, du Taser, et, pour ceux habilités, de la carabine (avec une version d'entraînement pour tester la rapidité d'action avec le GPB MOLLE). Chaque objet était saisi trois fois pour valider l'atteinte et l'efficacité de la manipulation. La durée nécessaire à chaque geste a été

mesuré en secondes pour évaluer les éventuelles améliorations dues à la répétition et à l'apprentissage. Les moyennes ont ensuite été calculées pour chaque participant de manière à comparer les durées. Parallèlement, les patrouilleurs ont verbalisé les contraintes rencontrées pour atteindre chaque outil, ce qui nous a permis d'identifier les schémas facilitant ou entravant l'atteinte. À la fin de la séance, les participants répondaient à une série de questions concernant l'ajout d'outils sur le GPB, les bénéfices perçus de ces modifications, ainsi que tout commentaire ou suggestion qu'ils souhaitaient formuler.

4.3.1.8 Instrumentation

Pour récolter les données, nous avons eu recours à deux caméras vidéo numériques HD (Caméscope Zoom Q8) sur trépieds et un téléphone intelligent iPhone 15 sur trépied, ainsi qu'à un ruban à mesurer (± 1 mm) et un ruban de couturière (± 1 mm). Des schémas de personnages endossant un GPB ont été présentés aux patrouilleurs pour l'aider à verbaliser et lui permettre d'identifier les zones d'inconforts thermiques et de mobilité (points de pression) ressentis. Un ruban à masquer (vert) a été utilisé pour que les patrouilleurs indiquent les points de pression ressentis. Les notes ont été recueillies à l'aide de papier et crayon. Des notes verbales enregistrées recueillies en fin de séance ont complété les données.

4.3.1.9 Analyse de données

L'annexe D illustre les grilles d'observations, d'entretiens et de cueillette des données. Une cartographie détaillée des configurations de chaque GPB a été réalisée facilitant l'analyse des choix de placement des outils et leurs impacts.

Les vidéos ont été découpées en séquences et des captures d'écran sur logiciel VLC ont été réalisées pour documenter les postures adoptées avec le GPB MOLLE dans les différents scénarios simulés. Ces images ont été utilisées pour documenter les contraintes physiques et identifier l'amplitude des mouvements, en particulier au niveau des zones de confort et d'atteinte. L'analyse a été effectuée en ralentissant la vitesse de lecture des vidéos pour capturer les gestes et postures clés. Les données ont ensuite été organisées dans des tableaux. Les pressions et entraves et douleurs relevées par les agents ont été regroupées par zones du corps : épaules, creux de l'épaule et aisselles, poitrine, encolure, abdomen, côtés et dos. Un schéma répertoriant l'ensemble des zones de sudation a été réalisé, basé sur celles indiquées comme zones de contrainte thermique par les participants.

4.3.2 Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers

Afin d'étendre notre investigation et recueillir des témoignages fondés sur une utilisation prolongée du GPB actuel équipé du système « MOLLE », nous avons distribué un questionnaire de satisfaction à un large échantillon de policiers. Administré sur la plateforme LimeSurvey, il est resté ouvert pendant trois mois, du 15 octobre 2024 au 27 janvier 2025, en fin de projet. L'objectif était de recueillir les commentaires de patrouilleurs utilisant le GPB depuis plus d'un an afin de dépasser l'effet de nouveauté et obtenir des retours plus ancrés dans la réalité quotidienne. Structuré autour de plusieurs thématiques clés présentées en 4.3.3.2 Déroulement, le questionnaire visait à évaluer les contraintes rencontrées, les besoins exprimés et les axes d'amélioration possibles, offrant ainsi une vue d'ensemble complète sur l'impact du GPB sur le travail des patrouilleurs.

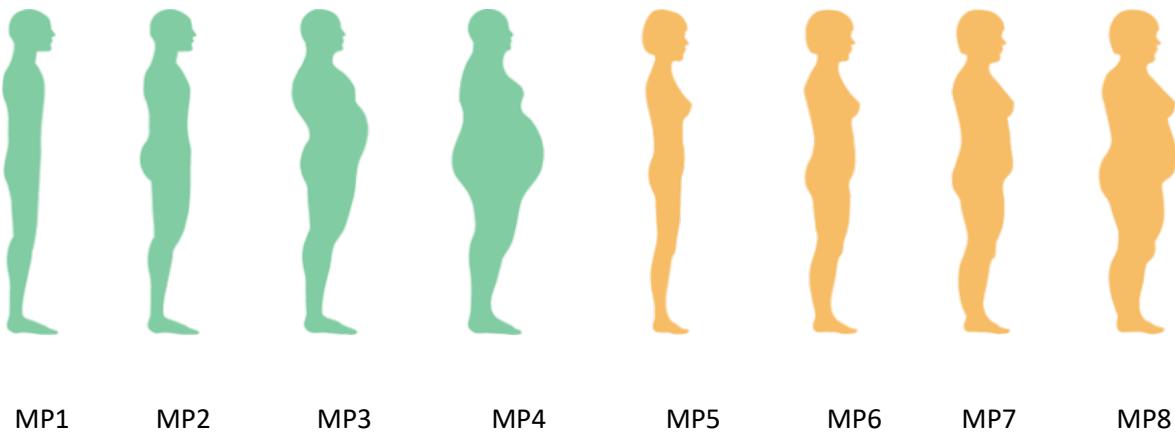
Il est important de noter que pendant cette période, le déploiement des GPB n'était pas encore complet. L'organisme de police n'était en effet pas entièrement équipé, et les GPB étaient distribués progressivement. Ainsi, le nombre d'agents équipés est passé de 100 à 200 au cours de l'ouverture du questionnaire. Bien que celui-ci ait été envoyé à l'ensemble des policiers et policières, seuls ceux ayant effectivement reçu et porté le GPB avec le système d'attache « MOLLE » étaient éligibles pour y répondre, indépendamment de leur fonction spécifique.

4.3.2.1 Participants

Bien que 81 personnes aient ouvert le questionnaire, seules 41 l'ont complété en totalité. Les constats présentés dans cette analyse se basent donc sur les 41 questionnaires entièrement remplis. Parmi eux, 27 hommes et 14 femmes, la plus petite taille est de 1 m 52 et la plus grande 1 m 87. 24 se sont définis comme patrouilleurs, 14 comme policiers en uniforme et 9 comme policiers en civil. Aucun cadre n'a répondu au questionnaire. Cela indique que certains policiers et policières se sont identifiés dans deux catégories. En effet, un patrouilleur est un policier affecté aux interventions sur le terrain, généralement en voiture, pour répondre aux appels d'urgence et assurer une présence active. Un policier en uniforme peut inclure les patrouilleurs, mais aussi d'autres agents en service visible, comme ceux affectés à des postes fixes ou des événements. Un policier civil, quant à lui, travaille sans uniforme pour mener des enquêtes, des opérations de surveillance ou d'infiltration, nécessitant une plus grande discrétion. Trois personnes portent leur GPB depuis moins de quatre mois, neuf depuis quatre à six mois, quatre depuis six à huit mois, et vingt-cinq depuis plus de huit mois. Parmi les 41 participants, 25 portent un modèle unisex et 13 un modèle féminin. On peut donc supposer qu'une femme et deux hommes ne sont pas au courant de cette possibilité ou ne

connaissent pas le modèle de leur GPB. 6 personnes portent un GPB avec système MOLLE 2 R ; 5 C, 15 personnes portent le GPB avec un système 3 R ; 5 C, 6 personnes portent un GPB avec un système 3 R ; 6 C, 3 personnes portent un GPB avec un système 4 R ; 5 C et enfin 11 personnes portent un GPB avec système 4 R ; 6 C. Chez les hommes, la morphologie la plus représentée est la MP2 avec 18 participants, tandis que chez les femmes, il s'agit de la MP6 avec 8 femmes. On retrouve des profils qui se reconnaissent pour un homme et les quatre femmes dans une silhouette plus mince (MP1 et MP5). Certains profils se reconnaissent également dans des silhouettes plus importantes, comme la MP3 pour 7 hommes ainsi que la MP7 pour 2 femmes. Enfin, un homme s'identifie comme la MP4, une morphologie avec un tablier graisseux plus imposant (Fig.28).

Figure 28 : Morphologies homme et femme proposées dans le questionnaire large



4.3.2.2 Déroulement

L'organisme de police a invité une première fois ses membres à remplir le questionnaire en ligne. Une fois commencé, les participants avaient la possibilité de revenir en arrière pour modifier leurs réponses si nécessaire, mais pas d'interrompre leur session et d'y revenir plus tard. Pour maximiser le taux de participation et assurer la représentativité des résultats, deux rappels ont été envoyés aux policiers par l'intermédiaire de la direction de l'organisme sur la plateforme interne des employés, conformément à un accord préalable entre les parties prenantes.

La première section du questionnaire dresse un profil précis des répondants en recueillant des informations générales, telles que leur rôle dans l'organisme, leur genre, leur gabarit (morphologie du corps et des bras), leur taille, leur poids et, pour les femmes, leur tour de poitrine. Elle inclut également des détails sur leur modèle de GPB, la durée et la fréquence de son utilisation ainsi que leur lieu de travail

principal. Des questions portent ensuite sur la prise de mesures et la satisfaction concernant les ajustements possibles du GPB (épaules, côtés, dos), ainsi que sur son impact sur la mobilité en fonction des différentes zones du corps (emmarchures, encolure, abdomen, dos, côtés, poitrine). L'évaluation du GPB inclut également son niveau de flexibilité, le volume qu'il confère et les matériaux utilisés. L'utilisation des bretelles intégrées et la satisfaction à leur égard sont également abordées. Une partie spécifique est consacrée à la répartition des outils, aux modifications et ajouts réalisés avec le GPB actuel, ainsi qu'à l'appréciation du système MOLLE, de son design et des poches disponibles. Certaines questions portent sur des outils particulièrement délicats à positionner, tels que la double paire de menottes ou le bâton. Le questionnaire explore aussi le confort thermique du GPB ainsi que son aspect esthétique. Enfin, une dernière section invite les répondants à formuler des suggestions d'amélioration afin d'identifier des pistes d'optimisation en matière d'ergonomie et d'efficacité, en adéquation avec les besoins réels des utilisateurs. L'anonymat et la confidentialité des réponses ont été rigoureusement respectés conformément aux normes éthiques et de protection des données personnelles. Bien que chaque réponse complétée ait pu être consultée, aucune information permettant d'identifier un participant n'a été demandée.

4.3.2.3 Instrumentation

Le questionnaire de satisfaction (cf. Annexe E) a été diffusé et complété en ligne via la plateforme LimeSurvey, choisie pour sa capacité à structurer les réponses, analyser les tendances et exporter les données sous différents formats afin de faciliter leur traitement. Les policiers pouvaient répondre sur une tablette, un ordinateur ou sur leur téléphone intelligent. Des dessins ont été réalisés et intégrés au questionnaire pour obtenir des informations plus précises sur l'anthropométrie des participants et faciliter leur identification. Nous avons schématisé différentes morphologies ainsi que des parties du corps liées à l'identification des GPB et aux façons de répartir les outils.

4.3.2.4 Analyse des données

Les données collectées ont été traitées et restituées sous forme de graphiques afin d'illustrer clairement les résultats et les enjeux liés à l'utilisation du GPB actuel. L'analyse a permis d'identifier les tendances générales et de mettre en évidence les relations entre plusieurs variables, notamment les caractéristiques anthropométriques des répondants, les difficultés rencontrées avec le GPB et leurs préférences en matière d'ajustements et de répartition des outils. Le questionnaire combinait différents types de questions afin d'obtenir une analyse approfondie des perceptions des utilisateurs. Il comprenait des questions fermées à choix multiples permettant d'établir des comparaisons directes, ainsi que des questions ouvertes offrant

aux participants la possibilité d'exprimer des commentaires plus détaillés. De plus, des évaluations ont été effectuées à l'aide d'échelles (très confortable, confortable, peu confortable, inconfortable, très inconfortable) pour quantifier précisément le niveau de satisfaction, le confort perçu et les contraintes ressenties avec le GPB. Cette approche mixte a permis de croiser les données qualitatives et quantitatives pour une compréhension plus fine des multiples enjeux liés au nouvel équipement.

4.4 Validation des diagnostics et des recommandations en Co-design et réflexion sur des « schémas » de répartition d'outils plus sécuritaires validés par simulation

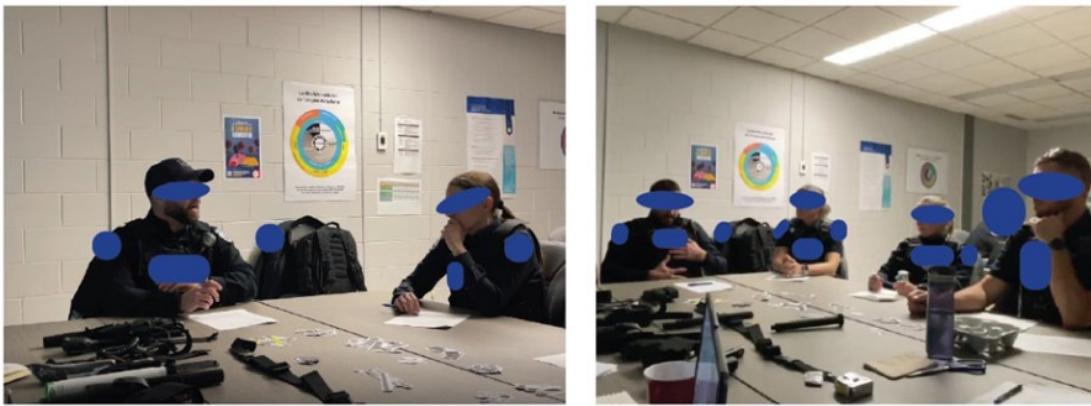
À l'issue des analyses, un diagnostic a été établi, accompagné de premières recommandations concernant le GPB actuel équipé du système d'attaches polyvalentes « MOLLE ». Ces recommandations et pistes d'amélioration ont d'abord été formulées par l'équipe de recherche, puis proposées aux participants lors des séances de Co-design. Au cours de ces échanges, les participants ont pu critiquer, ajuster et affiner les propositions, contribuant ainsi à l'élaboration de solutions plus adaptées.

Ensuite, une simulation en garage a été réalisée afin d'évaluer l'impact des solutions envisagées. Cette étape visait à vérifier la pertinence des ajustements proposés en vue de revoir le design de la housse du GPB. L'accent a été mis sur plusieurs problématiques identifiées : le manque d'amplitude au niveau des bras, l'atteinte réduite des outils en raison du volume au niveau de l'abdomen, la collision des outils entre le GPB et le ceinturon, ainsi que la difficulté d'accès aux outils positionnés en diagonale sur le ceinturon.

4.4.1 Séances de Co-design, validation des diagnostics et élaboration de pistes d'amélioration

Deux séances de Co-design d'environ une heure et demie ont été organisées dans une salle de conférence du poste de police (Fig.29), chacune réunissant un petit groupe de policiers, pour un total de sept participants, mais une personne a dû quitter en cours de réunion, nous l'avons éliminée des résultats. Les deux sessions étaient identiques afin d'assurer une cohérence dans les échanges et les analyses. Ces ateliers avaient pour objectif de recueillir leurs avis sur diverses problématiques et solutions proposées pour améliorer le GPB. Inscrites dans un processus de création itératif, ces séances ont permis d'affiner et de critiquer les concepts développés lors des étapes précédentes, tout en intégrant les verbalisations des participants.

Figure 29 : Photographies de la première et de la deuxième séance de Co-design



4.4.1.1 Participants

Sans compter la participante qui a dû partir, deux participants, dont une femme et un homme, ont participé à la première séance, et quatre autres, dont 2 femmes et 2 hommes, ont pris part à la seconde, tous mobilisés sur une base volontaire. Ce choix visait à limiter le nombre de participants par séance afin de favoriser une participation active et de permettre à chacun d'exprimer son point de vue. Le tableau 6 nous indique que leur âge varie entre 30 et 44 ans, et tous sont droitiers. Le temps d'utilisation du GPB actuel varie : une personne l'utilise depuis 6 mois, tandis que les autres l'ont testé pendant 1 an. Parmi les participants, les trois femmes portent un modèle féminin, tandis que les quatre hommes utilisent un modèle unisexe. Les rôles des participants sont divers : deux patrouilleurs en véhicule utilitaire sport (VUS), deux patrouilleurs à moto, une répartitrice ayant auparavant fait partie de la patrouille, et une personne affectée à la circulation, mais souvent présente dans les bureaux.

Tableau 6 : Caractéristiques des participants aux séances de Co-design : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, expérience policière et rôle au sein de l'organisme.

P	Genre	Âges (Ans)	Main dominante	Durée avec GPB	Modèle	Expérience policière (Ans)	Rôle
P1	M	31	Droit	1 an	Uni.	6	Patrouilleur
P2	F	44	Droit	1 an	Fem.	19	Répartiteur
P3	F	47	Droit	1 an 2 mois	Fem.	18	Patrouilleur circulation
P4	M	40	Droit	6 mois	Uni.	16	Patrouilleur Moto
P4	F	45	Droit	1 an	Fem.	24	Circulation (bureau)
P5	F	30	Droit	1 an	Fem.	13	Patrouilleur
P6	M	35	Droit	1 an	Uni.	14	Patrouilleur Moto

■ = Participante supprimée

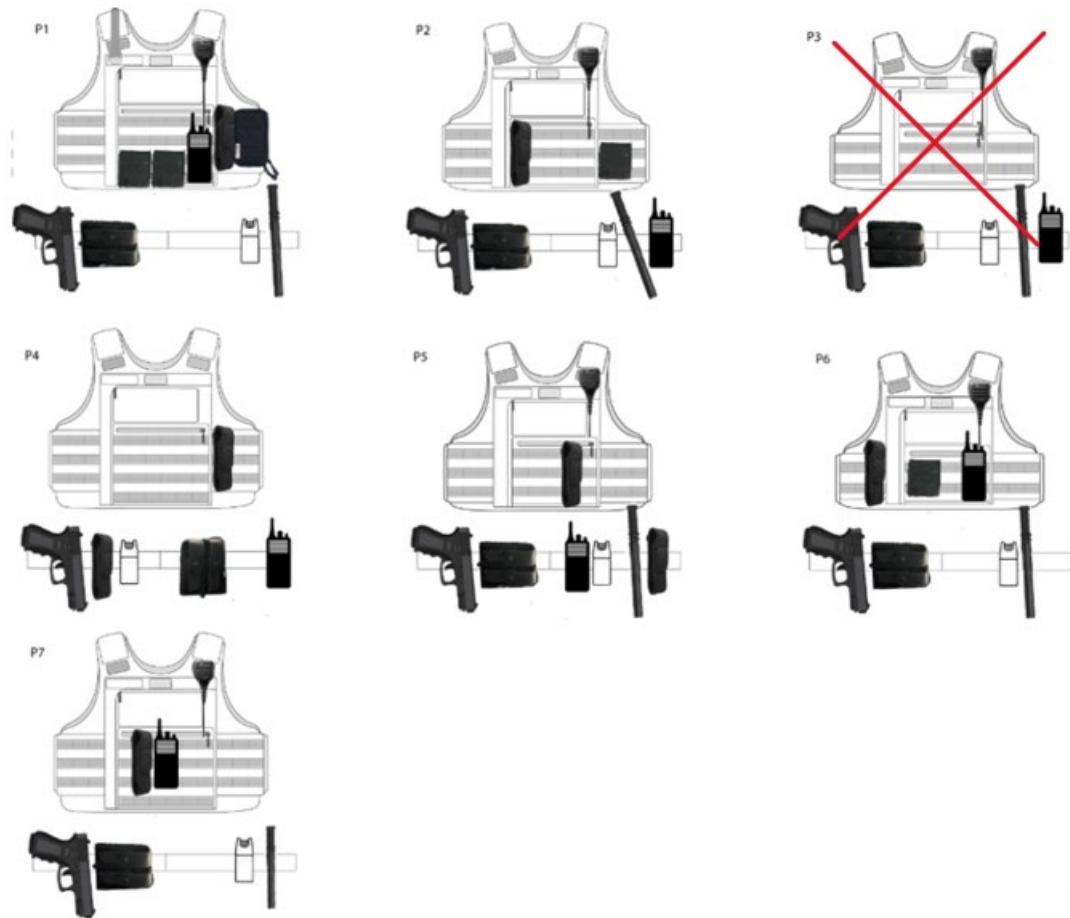
4.4.1.2 Déroulement

Les séances de Co-design ont offert un espace d'échange et de réflexion sur les solutions proposées, en s'appuyant sur une présentation globale des enjeux diagnostiqués auparavant. Les participants étaient invités à analyser, critiquer et discuter les concepts présentés (cf. Annexe F). Nous avons d'abord abordé le design du GPB, en nous concentrant sur sa coupe, notamment les emmanchures (panneau balistique), l'encolure, les épaules avec leurs ajustements et bretelles, le dos, la poitrine, l'abdomen et les côtés avec leurs systèmes de réglage. La discussion s'est également étendue aux poches intégrées, ainsi qu'au tissu de « mesh » 3D, en explorant ses propriétés, les bretelles, les matériaux et l'esthétique globale.

Par la suite, les diagnostics liés au système MOLLE ont été présentés afin de recueillir leur point de vue et de valider les difficultés propres à chaque modèle de GPB. L'échange a permis d'identifier les contraintes spécifiques auxquelles ils sont confrontés, en lien avec leur morphologie et l'agencement imposé par le système d'attaches.

Nous avons passé en revue chaque outil porté, dont le calepin, les menottes (simples et doubles), la lampe de poche, le bâton, le poivre de Cayenne, le Taser et l'arme à feu afin de recueillir leurs avis, parfois très divergents, sur ces outils. Cette discussion nous a ensuite permis de réfléchir aux meilleures façons de les agencer sur le système MOLLE pour obtenir une répartition optimale. Un premier atelier lors de cette partie a eu lieu, sous forme de schémas et de dessins, représentant le modèle de chacun, a permis aux patrouilleurs de remettre en question l'agencement actuel de leurs outils sur le GPB et le ceinturon, en tenant compte des recommandations fournies. Nous avons pu cartographier les schémas de répartition des participants (Fig.30), ainsi que les outils disposés dans les différentes poches.

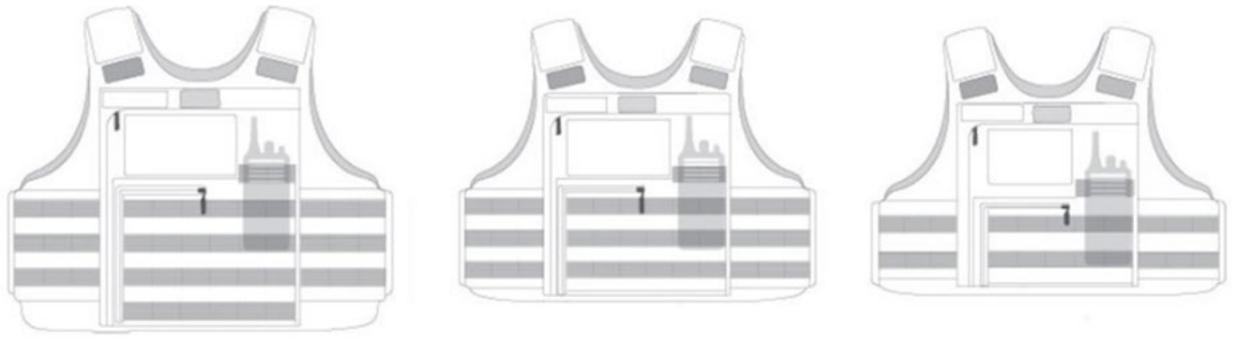
Figure 30 : Schémas de répartitions des outils des participants aux séances de Co-design



X=Participante éliminée

Après une séance de brainstorming visant à répondre aux problématiques soulevées, les patrouilleurs ont participé à un deuxième atelier. Un nouveau dessin illustrant le modèle de GPB propre à chacun, avec son nombre de colonnes et de rangées, leur a présenté une proposition de design intégrant notamment un placement plus haut de la radio (Fig.31). Cette approche leur a permis de repenser la répartition de leurs outils en fonction des ajustements suggérés. Chaque séance leur a permis d'évaluer ces propositions à tour de rôle et de réfléchir collectivement à leur faisabilité ainsi qu'à leur pertinence pour le terrain.

Figure 31 : Dessins des propositions de modification visant à améliorer le GPB, présentées lors des séances de Co- design



4.4.1.3 Instrumentation

Les verbalisations des participants ainsi que leurs manipulations ont été enregistrées à l'aide d'un téléphone intelligent (iPhone 15) monté sur trépied afin d'analyser les gestes, postures et modèles commentés, les échanges et les manipulations des participants. Des photographies de chaque résultat sur les dessins lors des deux ateliers ont été réalisées avec un second téléphone intelligent.

Divers outils ont été déployés pour encourager la verbalisation et aider les participants à mieux comprendre et analyser leurs équipements. Dans un premier temps, des dessins représentant leur modèle de GPB ont été proposés, accompagnés de découpes illustrant les outils, pouvant être positionnés directement sur les illustrations. Cela leur a permis de réfléchir à l'agencement et à l'organisation de leurs accessoires. Dans un second temps, des dessins modifiés, intégrant des propositions de modifications pour un futur prototype leur ont été présentés (Fig.32). Ces supports visaient à recueillir leurs avis et suggestions pour améliorer le design et comprendre comment s'assurer d'une harmonie entre design et agencement des outils externes.

Figure 32 : Outils de réflexion : schémas du GPB actuel et d'un prototype avec les outils (objets détachés) à fixer



4.4.1.4 Analyse des données

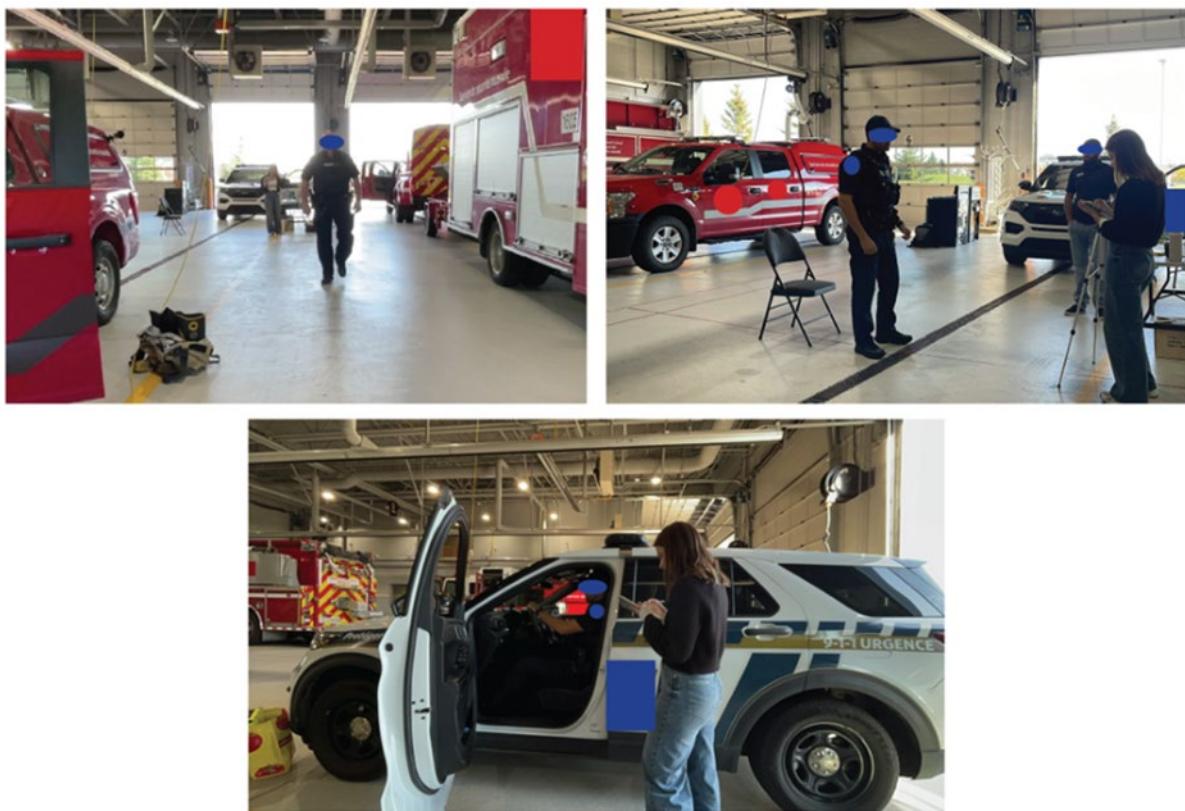
Les commentaires recueillis ont été compilés et résumés afin d'identifier les améliorations à apporter et de s'assurer que le design correspondait aux besoins des utilisateurs. Les dessins ont servi à recueillir les points de vue des policiers et de l'équipe de recherche concernant les modifications proposées pour le GPB. Cette démarche a permis d'identifier les différentes possibilités de conception, tout en mettant en lumière les préoccupations et les craintes liées à ces changements, ainsi que la perception qu'ont les participants du processus de modification. Ces essais ont permis d'établir des repères de conception pour un futur cahier des charges, qui sera testé en simulation afin d'évaluer l'intérêt et la faisabilité de concevoir un prototype.

4.4.2 Identifier les « schémas » de répartitions d'outils : Deuxième simulation

La deuxième séance de simulation, cette fois réalisée dans un garage du service des incendies en raison de l'indisponibilité du garage précédent pour des raisons techniques, a permis d'évaluer les équipements dans des conditions uniformes et réalistes (Fig.33). Identifier un schéma de répartition idéal ne correspond pas aux observations faites depuis le début de notre étude. En effet, au-delà des différences morphologiques et des modèles de GPB, les patrouilleurs ont des préférences influencées par leur expérience, leur formation et leurs besoins spécifiques. Chercher à définir un schéma unique n'aurait donc pas de sens. De plus, le principe même du système MOLLE repose sur la personnalisation, ce qui rend l'imposition de configurations rigides peu pertinente et potentiellement mal perçue par les patrouilleurs.

Toutefois, un objet fait consensus auprès de tous les participants : la radio. L'objectif de cette simulation était d'identifier les impacts d'un placement de la radio au-dessus de la rangée la plus haute dans les schémas de répartition afin de valider si cela permettait de résoudre les problèmes identifiés.

Figure 33 : Photographies de la simulation des schémas de répartition en environnement contrôlé, dans le garage des pompiers



Sommairement, les dimensions corporelles des patrouilleurs ont été relevées, leur modèle de GPB identifié et leur schéma de répartition documenté. Les participants ont ensuite effectué trois passages successifs. Lors du premier, ils portaient leur propre GPB avec leur schéma de répartition habituel. Le deuxième s'est déroulé avec un GPB vierge, sans outil. Enfin, pour le troisième (Fig.34), ils ont testé une nouvelle répartition, incluant une radio positionnée plus haut que ce que permet le GPB actuel. Pour positionner la radio plus haut, nous avons utilisé des épingle pour la fixer sur les deux rangées les plus élevées, simulant ainsi l'ajout d'une rangée supérieure. Chaque passage incluait l'exécution de gestes et postures selon différents scénarios d'utilisation. À l'intérieur des véhicules de patrouille (voiture et VUS), ils ont simulé des situations telles que la conduite. À l'extérieur, ils ont réalisé des actions comme la course,

puis répété les manipulations d'outils effectuées lors de la simulation précédente (cf. Annexe G). Tout au long des essais, les participants ont verbalisé les inconforts ou difficultés ressentis, ainsi que les améliorations perçues. Enfin, ils ont complété un questionnaire ciblé sur l'ajout d'outils au GPB et les bénéfices associés.

Figure 34 : Participant P3 portant sa radio sur les deux rangées les plus hautes, attachée avec des épingle, pour tester si une demi-rangée plus haute serait pertinente



Passage 3 : Gilet avec schéma proposé et radio plus haute

4.4.2.1 Participants

Onze participants, dont deux femmes et neuf hommes, ont été recrutés sur une base volontaire, avec des critères de sélection identiques à ceux des simulations précédentes (Fig.35).

Figure 35 : Onze participants à la deuxième simulation



Le tableau 7 présente une diversité de profils parmi les patrouilleurs. Les participants, âgés de 21 à 48 ans, partagent un facteur clé : la main dominante, qui détermine l'agencement des outils, notamment des armes, et tous portent leur arme du côté droit. Certains participants ont adopté le GPB actuel depuis deux ans, tandis que d'autres l'ont reçu il y a seulement deux mois. Le tableau montre aussi que tous les hommes portent un modèle unisex et les deux femmes un modèle féminin. L'échantillon présente une variété d'expériences professionnelles, allant de quelques mois à près de 20 ans de service en tant que patrouilleur. Parmi les participants, on retrouve des patrouilleurs débutants opérants seuls, des

patrouilleurs expérimentés travaillant en duo, ainsi que des sergents. Enfin, le tableau répertorie également le type de ceinturon porté par chaque participant, un élément susceptible d'influencer leur niveau de confort.

Tableau 7 : Caractéristiques des participants : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, expérience policière et ceinturon.

Participants	Genre	Âges (Ans)	Main dominante	Durée avec GPB	Modèle	Expérience policière	Ceinturon
P1	M	28	Droit	2 ans	Uni.	6 ans	Organisme
P2	M	44	Droit	5 mois	Uni.	20 ans	Personnel
P3	M	38	Droit	2 mois	Uni.	18 ans	Organisme
P4	M	48	Droit	2 ans	Uni.	18 ans	Personnel
P5	M	22	Droit	6 mois	Uni.	1 an	Organisme
P6	M	36	Droit	1 an et demi	Uni.	11 ans	Organisme
P7	M	24	Droit	4 mois	Uni.	4 mois	Personnel
P8	M	41	Droit	8 mois	Uni.	15 ans	Organisme
P9	M	40	Droit	1 an	Uni.	13 ans	Organisme
P10	F	32	Droit	2 mois	Fem.	9 ans	Organisme
P11	F	21	Droit	7 mois	Fem.	7 mois	Organisme

Légende : Ergo. = Ergonomique

r = Rangées

c = Colonnes

4.4.2.2 Déroulement

Pendant leur quart de travail, les agents se rendaient au garage à tour de rôle. Après un entretien portant sur leurs caractéristiques personnelles, ils retiraient leur GPB pour permettre la prise de mesures, établissant ainsi des liens avec les contraintes observées. L'entretien suivant se concentrerait sur l'agencement de leurs outils en relation avec le GPB et le ceinturon. Nous avons recueilli les verbalisations des participants concernant leurs choix d'outils ainsi que leurs préférences de placement. Ces données ont servi à élaborer des schémas illustrant la répartition des outils (Fig.36) et à calculer le poids porté par chacun sur le GPB et le ceinturon.

Figure 36 : Schémas de répartition des outils sur l'équipement complet des participants à la deuxième simulation



Nous avons testé trois configurations d'agencement d'outils sur le GPB en suivant le même protocole de simulation (Fig.37).

1. **Analyse de la configuration actuelle :** Chaque participant effectuait d'abord les simulations avec son propre schéma de répartition afin d'identifier les problèmes rencontrés.
2. **GPB sans outil :** Ensuite, ils portaient un GPB vierge, sans aucun outil, pour déterminer si les inconforts relevés étaient liés aux outils eux-mêmes, à la coupe ou à des facteurs externes.

3. **Configuration optimisée** : Enfin, les participants testaient une disposition proposée par le groupe de recherche, incluant notamment un placement plus haut de la radio que ce que permet le GPB actuel. Cette étape avait pour objectif d'évaluer l'impact de cet agencement sur le confort, l'atteinte et l'efficacité des manipulations.

Figure 37 : Participant P1 lors des trois passages de la simulation



L'ensemble de ces tests s'inscrivait dans une réflexion sur les schémas de répartition des outils sur le corps les plus efficaces, en prenant en compte des éléments essentiels, tels que l'équilibre des charges par rapport au rachis, les contraintes de mouvement et les besoins opérationnels des patrouilleurs.

4.4.2.2.1 Scénarios dans et hors des véhicules

Dans les véhicules, chaque participant effectuait les tâches simulées comme aux précédentes simulations. Ils étaient invités à monter à bord du véhicule (voiture et VUS), à « conduire » le véhicule (pédale / volant), à rédiger un rapport, à atteindre les commandes et à réaliser une opération de caméromètre. Hors du véhicule, ils effectuaient des scénarios rencontrés dans leur travail comme amasser un objet au sol, prendre une position de tir avec arme à feu, gérer la circulation en position debout (statique et dynamique), marcher trois allers-retours et courir deux allers-retours.

Des analyses visuelles et tactiles ont permis d'identifier les sources d'inconfort ou d'entrave. Le patrouilleur a indiqué les zones ressentant une pression, une entrave ou tout autre inconfort, en marquant l'endroit avec un doigt. Un ruban à masquer a été posé sur la zone désignée. Ensuite, le patrouilleur a noté

l'intensité de la pression ou de l'entrave perçue sur des échelles de Likert de 0 à 10, où 0 signifiait l'absence de sensation et 10, la douleur ou l'incapacité de réaliser le geste sans modification.

4.4.2.2.2 Manipulations des outils

Les agents se dirigeaient à un emplacement précis devant la caméra pour effectuer le même protocole de manipulations d'outils qu'aux précédentes simulations incluant : récupération du calepin, des deux paires de menottes, de la lampe de poche, du bâton, de l'arme à feu, du poivre, du Taser. Chaque objet était saisi trois fois pour valider l'atteinte et l'efficacité de la manipulation. Le temps nécessaire à chaque geste a été mesuré en secondes pour évaluer les éventuelles améliorations dues à la répétition et à l'apprentissage. Les moyennes ont ensuite été calculées pour chaque participant. Parallèlement, les patrouilleurs ont verbalisé les contraintes rencontrées pour atteindre chaque outil, ce qui nous a permis d'identifier les schémas facilitant ou entravant l'atteinte. À la fin de la séance, les participants répondaient à une série de questions concernant l'ajout d'outils sur le GPB, comme la radio en hauteur pour le troisième passage, les bénéfices perçus de ces modifications, ainsi que tout commentaire ou suggestion qu'ils souhaitaient formuler.

4.4.2.3 Instrumentation

Pour récolter les données, nous avons eu recours à deux téléphones intelligents (iPhone 15 et 13) sur trépieds qui filmaient les agents tout au long de la séance, ainsi qu'à un ruban à mesurer (± 1 mm) et un ruban de couturière (± 1 mm). Un ruban à masquer (vert) a été utilisé pour que les patrouilleurs indiquent les points de pression ressentis. Les notes ont été recueillies à l'aide de papier et crayon. Des notes verbales enregistrées recueillies en fin de séance ont complété les données.

4.4.2.4 Analyse des données

Les vidéos ont été analysées afin de documenter les postures adoptées avec le GPB MOLLE dans les différents scénarios simulés de chaque passage. Elles ont été découpées en séquences et des captures d'écran réalisées à l'aide du logiciel VLC ont permis d'illustrer et comparer les amplitudes de mouvement, les zones de confort des trois passages. L'analyse a été affinée en ralentissant la vitesse de lecture des vidéos afin de capturer précisément les gestes et postures clés. Les données ont ensuite été consignées dans des tableaux, en regroupant les pressions, entraves et douleurs relevées par les participants selon les zones du corps affectées : épaules, creux de l'épaule et aisselles, poitrine, encolure, abdomen, côtés et dos.

Pour comparer les différentes configurations testées, des montages synchronisant les trois passages (configuration initiale, GPB vierge, configuration optimisée) ont été réalisés, facilitant ainsi l’observation des variations posturales et l’identification des difficultés ou des améliorations liées à l’agencement des outils principalement par rapport leur atteinte lors des manipulations.

4.5 Élaboration d'un prototype amélioré, tests et validations en simulation dans un environnement contrôlé : Troisième simulation

Après avoir diagnostiqué les problèmes rencontrés et formulé des recommandations, nous avons sollicité le fabricant du GPB MOLLE pour concevoir un prototype fonctionnel à tester en simulation avec trois patrouilleurs pour valider dans quelle mesure certaines pistes de solution répondaient aux problèmes identifiés. De manière similaire aux simulations antérieures, ces simulations menées dans un garage de la police ont permis de comparer le prototype au GPB MOLLE actuel, en intégrant les outils et en garantissant des conditions uniformes et réalistes. Les dimensions corporelles des patrouilleurs ont été relevées, leur modèle de GPB identifié et leur schéma de répartition documenté.

4.5.1 Participants

L'échantillon se compose de deux femmes et un homme (Fig.38), représentant deux extrêmes en termes de taille ainsi qu'un profil plus standard parmi les patrouilleurs de l'organisme de police. Trois prototypes ont été testés par des participants sélectionnés lors d'une étape précédente afin d'assurer une évaluation représentative des différentes morphologies des patrouilleurs :

- Une femme de petite taille portant un GPB à deux rangées,
- Une femme de taille moyenne endossant un GPB à trois rangées,
- Un homme de grande taille équipé d'un GPB à quatre rangées.

Le choix d'inclure deux femmes répondait à la nécessité d'analyser l'impact du nouveau design sur la morphologie féminine, notamment en ce qui concerne l'ajout d'une demie rangée permettant de fixer la radio au niveau de la poitrine et l'intégration des coques spécifiques aux GPB conçus pour les femmes. Tous ont été sollicités sur une base volontaire.

Figure 38 : Trois participants à la troisième simulation pour valider le prototype



Tableau 8 : Caractéristiques des participants aux simulations avec prototype : Genre, âges, main dominante, durée avec GPB, modèle, système MOLLE, expérience policière et ceinturon.

P	Genre	Âges (Ans)	Main dominante	Durée avec GPB	Modèle	Système MOLLE	Expérience policière (Ans)	Ceinturon
P1	F	24	Droit	1 an	Fem.	2 r ; 5 c	2	Organisme
P3	F	23	Droit	1 an	Fem.	3 r ; 5 c	2	Organisme
P9	M	40	Droit	1 an 6 mois	Uni.	4 r ; 5 c	12	Organisme

Légende : Ergo. = Ergonomique r = Rangées c = Colonnes

Ce tableau 8 documente leur genre, âge, main dominante, expérience en tant que patrouilleur, modèle de GPB et durée d'utilisation, ainsi que l'usage de bretelles et le type de ceinturon. Leur âge varie de 23 à 40 ans, et tous sont droitiers. Le tableau indique également la durée d'utilisation du GPB actuel, qui est d'un an pour les deux femmes qui possède un modèle féminin et d'un an et six mois pour l'homme qui porte un modèle unisex. L'expérience des participants en tant que patrouilleurs est également variée, allant de deux à douze ans. Enfin, le tableau recense le type de ceinturon utilisé. Bien que cet élément puisse influer sur le confort ressenti, tous les participants portent ici le même modèle, celui fourni par l'organisme de police. Ces éléments permettent d'établir un profil précis de chaque participant afin de mieux comprendre les facteurs pouvant influencer la perception des points de pression et des contraintes.

Tableau 9 : Dimensions des participants aux simulations avec prototypes : Taille, poids, tour de poitrine, tour de taille, longueur de torse, longueur thorax, longueur thorax assis, longueur du dos (depuis la vertèbre L5 jusqu'à C6), tour de buste et taille de bonnet.

P	Taille (Mètre)	Poids (Kg)	Tour de poitrine (Cm)	Tour de taille (Cm)	Largeur de torse (Cm)	Longueur thorax (Cm)	Longueur thorax assis (Cm)	Longueur du dos (Cm) L5 à C6	Tour de buste (Cm)	Taille de bonnet
P1	1,62	65	93	83	29	39	34	43	84	34 C
P2	1,72	65	90	79	28	42	40	45	81	34C
P3	1,78	102	113,5	115	34	51	40,5	54	-	-

Le tableau 9 détaille leurs dimensions. La taille des participants varie de 1,62 m (P1) à 1,78 m (P3), tandis que leur poids s'étend de 65 kg (P1, P2) à 102 kg (P3). Le tour de poitrine va de 90 cm (P2) à 115 cm (P3), et le tour de taille de 83 cm (P1) à 115 cm (P3). La largeur du torse oscille entre 28 cm (P2) et 34 cm (P3), avec une longueur variant de 39 cm (P1) à 51 cm (P3). La longueur du thorax en position assise est comprise entre 34 cm (P1) et 54 cm (P3), tandis que celle du dos va de 43 cm (P1) à 54 cm (P3). Enfin, le tour de buste chez les femmes se situe entre 81 cm (P2) et 84 cm (P1), avec une taille de bonnet identique : 34C.

4.5.2 Déroulement

Les participants ont effectué trois passages successifs. Lors du premier, ils portaient leur propre GPB avec leur schéma de répartition habituel. Le deuxième s'est déroulé avec le prototype et une proposition d'agencement d'outils avec la radio disposée au même endroit pour tous. Enfin, pour le troisième, sur le prototype, ils étaient libres d'agencer leurs outils et de tester.

Le protocole expérimental a été simplifié par rapport aux simulations précédentes afin de se concentrer sur les situations les plus critiques en rapport avec l'atteinte et le confort pour l'analyse (cf. Annexe H). Les tests portaient ainsi sur les actions qui présentaient des contraintes en raison du GPB. Chaque passage incluait l'exécution de gestes et postures selon différents scénarios d'utilisation. À l'intérieur des véhicules de patrouille (voiture et VUS), ils ont simulé des situations telles qu'entrer et sortir, conduire et rédiger un rapport. À l'extérieur, ils ont réalisé des actions comme la position de tir, la récupération d'un objet au sol, ainsi que la course deux allers-retours et marcher trois allers-retours.

Des manipulations spécifiques ont également été effectuées pour évaluer l'atteinte des outils, en se focalisant sur la radio, le calepin et le crayon situé dans la nouvelle poche, la première et la deuxième paire de menottes, la lampe de poche, le bâton, l'arme à feu et le poivre de Cayenne (pas de Taser, puisque personne n'en possède). Chaque objet était saisi trois fois pour valider l'atteinte et l'efficacité de la manipulation. Le temps nécessaire à chaque geste a été mesuré en secondes pour évaluer les éventuelles améliorations dues à la répétition et à l'apprentissage. Les moyennes ont ensuite été calculées pour chaque participant. Tout au long des essais, les participants ont verbalisé les inconforts ou difficultés ressentis, ainsi que les améliorations perçues. Le patrouilleur a indiqué les zones ressentant une pression, une entrave ou tout autre inconfort, en marquant l'endroit avec un doigt. Un ruban à masquer a été posé sur la zone désignée. Ensuite, le patrouilleur a noté l'intensité de la pression ou de l'entrave perçue sur des échelles de Likert de 0 à 10, où 0 signifiait l'absence de sensation et 10, la douleur ou l'incapacité de réaliser le geste sans modification. Enfin, les participants étaient invités à partager leur ressenti sur les modifications apportées aux prototypes, permettant de recueillir des données qualitatives sur l'impact des ajustements testés, ainsi que leurs commentaires et suggestions éventuelles.

4.5.3 Instrumentation

À la suite de la présentation des résultats et du diagnostic justifiant les choix de design, le fabricant a réalisé trois prototypes (Fig.39). Ces modèles conservent les éléments fonctionnels et appréciés du GPB initial tout en intégrant des ajustements ciblés sur trois aspects principaux : l'ajout d'une demi-rangée MOLLE positionnée plus haut, la réorganisation de la petite poche latérale et la réduction de la largeur du système MOLLE sur l'abdomen, impliquant la suppression d'une colonne pour chaque modèle.

Figure 39 : Trois prototypes réalisés pour les simulations finales



Pour récolter les données, nous avons filmé avec deux téléphones intelligents iPhone 15 sur trépieds et mesuré les tailles et dimensions avec un ruban à mesurer (± 1 mm) et un ruban de couturière (± 1 mm). Les notes ont été recueillies à l'aide de papier et crayon. Des notes verbales enregistrées recueillies en fin de séance ont complété les données.

4.5.4 Analyse des données

Les vidéos ont été analysées afin de documenter les postures adoptées avec le GPB MOLLE dans les différents scénarios simulés de chaque passage. Elles ont été découpées en séquences et des captures d'écran réalisées à l'aide du logiciel VLC ont permis d'illustrer les amplitudes de mouvement, les zones de confort et les entraves. L'analyse a été affinée en ralentissant la vitesse de lecture des vidéos afin de capturer précisément les gestes et postures clés. Les données ont ensuite été consignées dans des tableaux, en regroupant les pressions, entraves et douleurs relevées par les participants selon les zones du corps affectées : épaules, creux de l'épaule et aisselles, poitrine, encolure, abdomen, côtés et dos.

Pour comparer les différentes configurations testées, des montages synchronisant les trois passages (configuration initiale, prototype avec proposition d'agencement, prototype avec agencement libre) ont été réalisés, facilitant ainsi l'observation des variations posturales et l'identification des difficultés ou des améliorations liées à l'agencement des outils principalement par rapport à l'atteinte des outils lors des manipulations.

4.6 Analyse de la relation ergonomie-design dans le cadre d'un projet de conception d'EPI

En complément de la revue de littérature sur l'interaction entre design et ergonomie, un journal de bord et plusieurs entrevues avec le fabricant ont permis d'examiner concrètement la relation entre ces deux disciplines au sein du projet.

4.6.1 Journal de bord

Un journal de bord a été tenu tout au long du projet pour documenter l'approche adoptée en design et en ergonomie. Il recense les étapes méthodologiques, les acteurs impliqués, les décisions prises ainsi que les ajustements effectués. Chaque entrée comprend la date, les problématiques soulevées, les solutions envisagées et les réflexions méthodologiques. L'analyse des données issues du journal et des entrevues a été réalisée par regroupement thématique. Les échanges avec le fabricant ont permis d'identifier les contraintes de conception, tandis que les observations sur le terrain ont mis en évidence les enjeux de

confort, d'astreinte thermique, de positionnement et d'atteinte des outils. Une comparaison entre les approches du design et de l'ergonomie a également été menée pour cerner leur complémentarité et identifier les moments où l'intervention d'un autre expert aurait été bénéfique. Les résultats ont été synthétisés sous forme de tableaux et de schémas illustrant les étapes du projet, les interactions interdisciplinaires et les ajustements réalisés. Un graphique retrace les phases clés de la conception de l'EPI, mettant en lumière la complémentarité des disciplines impliquées.

4.6.2 Contribution du fabricant au processus de conception

Quatre rencontres ont été menées à différentes étapes avec le fabricant de GPB MOLLE afin de mieux comprendre leur méthodologie et les outils employés. Ces échanges ont permis d'intégrer les contraintes techniques et les critères de fabrication dès la phase de conception. Deux entrevues initiales d'une heure chacune ont permis de présenter l'entreprise et le protocole de prise de mesures. Une présentation de deux heures a permis le partage des résultats de l'étude et la conception de prototype. Enfin, une dernière réunion de 40 minutes a été consacrée à l'ajustement des prototypes et à la résolution des contraintes liées à la production. Ces interactions ont contribué à aligner les objectifs du projet avec les réalités industrielles tout en préservant les données issues de l'analyse ergonomique et les critères fonctionnels du design.

CHAPITRE 5

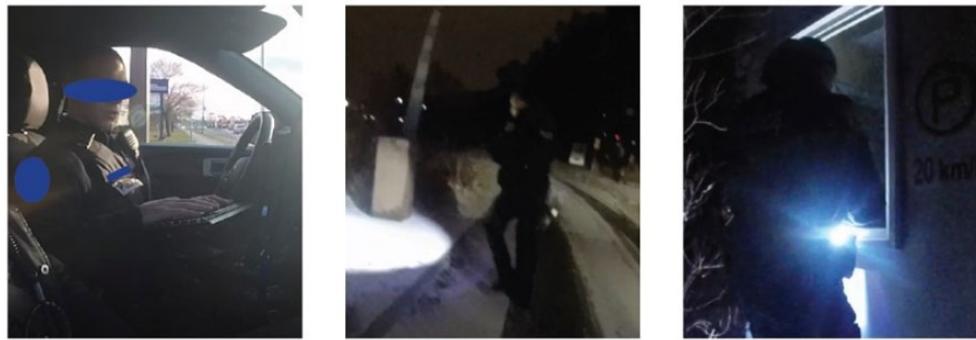
Résultats

Les résultats sont structurés selon la méthodologie adoptée, mettant en avant les concepts, les données recueillies et les apports de chaque méthode. Cette approche assure une analyse cohérente en lien avec les principes d'ergonomie et de design ainsi que les étapes de la recherche. Nous débutons par l'analyse préliminaire de l'activité des patrouilleurs endossant l'ancien GPB à poches dédiées, suivie de l'analyse préliminaire de l'astreinte des patrouilleurs avec le GPB MOLLE actuel lors d'observations sur le terrain. Ensuite, nous ferons état de l'évaluation du GPB actuel et plus précisément de son système « MOLLE » en situations simulées. Les résultats du questionnaire de satisfaction mené auprès d'un échantillon plus large de policiers sont ensuite présentés, avant d'aborder les enseignements tirés des séances de Co-design et des simulations visant à identifier les schémas de répartition. Enfin, nous concluons avec l'évaluation des prototypes testés en simulation.

5.1 Analyses préliminaires de l'activité des patrouilleurs endossant l'ancien GPB à poches dédiées

Nos observations de terrain (Fig.40) nous ont permis d'approfondir notre compréhension du travail des patrouilleurs, en allant au-delà du contexte général déjà présenté dans notre étude. Il était essentiel d'analyser les spécificités propres aux patrouilleurs de l'organisme afin d'en étudier les particularités. Cette démarche a permis de recenser les déterminants de leur travail, leurs opérations et d'examiner les défis posés par le GPB à poches dédiées. Ces résultats préliminaires constituent une base de réflexion sur l'adéquation de cet EPI aux exigences opérationnelles des patrouilleurs et ouvrent la voie à une comparaison avec le GPB actuel intégrant un système MOLLE. Enfin, cette analyse nous permet de mettre en perspective les apports et les limites de notre méthode d'observation.

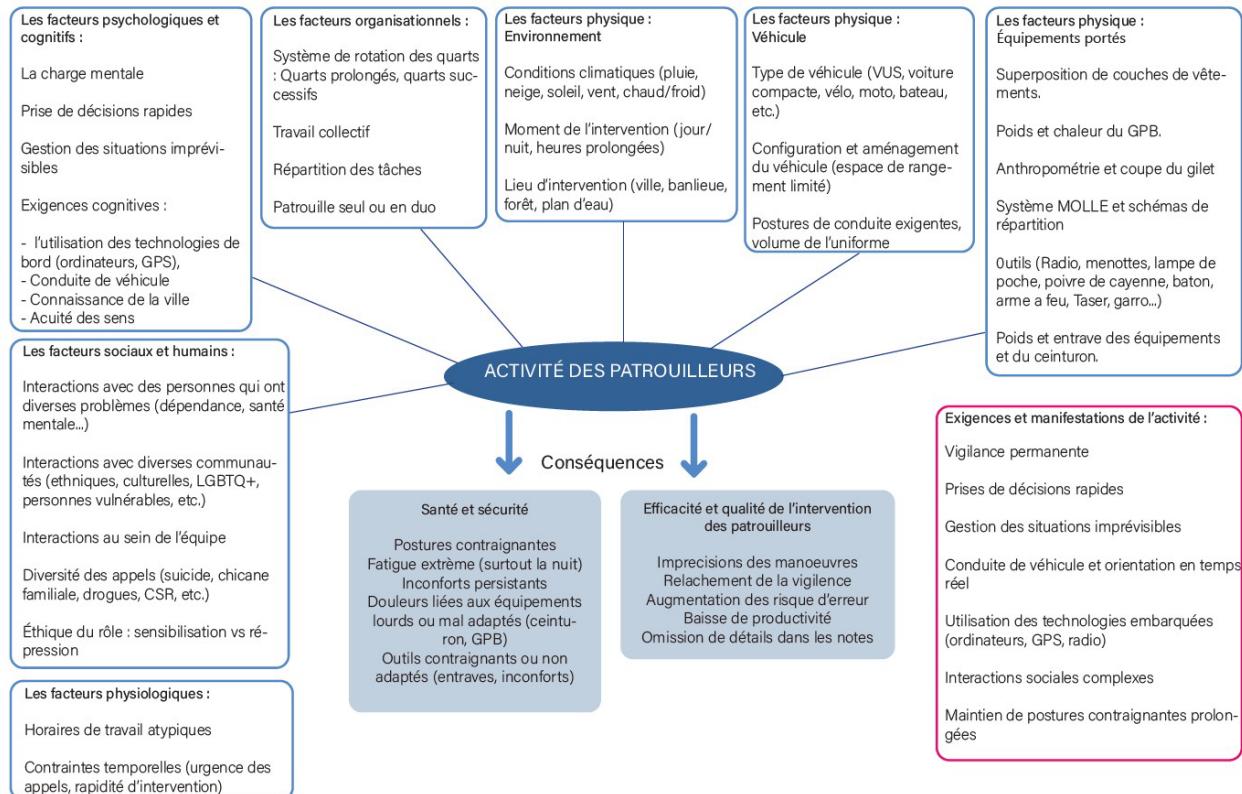
Figure 40 : Images des observations terrains avec l'ancien GPB à poches dédiées



5.1.1 Les patrouilleurs en activité endossant l'ancien GPB à poches dédiées

Afin de rendre compte des premières observations réalisées sur le terrain, nous présentons d'abord les principaux déterminants qui influencent le travail des patrouilleurs et structurent leurs interactions avec l'environnement opérationnel. En nous appuyant sur le modèle de Vezéau et al. (2021), la figure 41 illustre ces déterminants tels qu'ils ont été mis en évidence lors des analyses préliminaires.

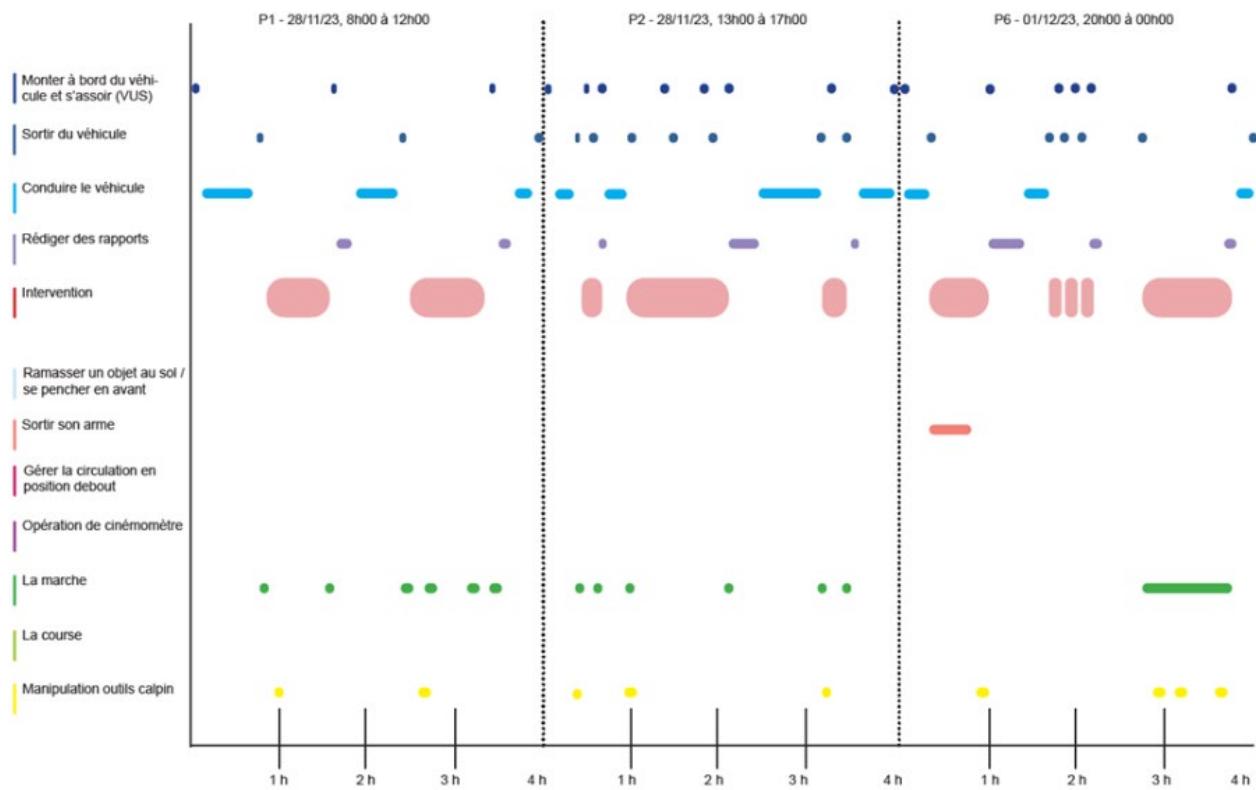
Figure 41 : Modèle des déterminants de l'activité policière et de ses effets



L'analyse de ces déterminants met en lumière la diversité et la complexité des facteurs qui influencent l'activité des patrouilleurs, qu'ils soient organisationnels, physiques, physiologiques, sociaux ou encore liés aux équipements (GPB, ceinturon) et outils. Cette mise en relation permet de mieux comprendre les contraintes dans lesquelles s'inscrit leur travail, ainsi que les exigences cognitives, physiques et sociales auxquelles ils doivent constamment s'adapter. Nous avons choisi d'ajouter une catégorie spécifique aux exigences et manifestations de l'activité afin de compléter le modèle de référence. Cette distinction permet de rendre visibles les ajustements concrets que les patrouilleurs réalisent en situation, là où le modèle initial se concentrerait davantage sur les déterminants. La construction de ce schéma offre ainsi une vue d'ensemble qui facilite l'identification des enjeux prioritaires et situe le rôle du GPB dans un système de déterminants plus large. Toutefois afin de rester en cohérence avec notre objet de recherche, nous ne poursuivrons pas l'analyse détaillée de l'ensemble de ces facteurs et concentrerons la suite de nos résultats sur l'impact spécifique du GPB dans l'activité des patrouilleurs.

Pour ce faire, nous quittons la description des déterminants pour nous intéresser directement à l'activité observable des patrouilleurs à travers les actions qu'ils réalisent dans leur travail. La figure 42 présente trois chroniques d'événements réalisées pour les participants P1, P2 et P6 sur une demi-journée de travail (environ quatre heures). Dans le cadre de cette étude, l'usage des chroniques d'événements a été adapté. La tâche, que l'on peut résumer par l'objectif des patrouilleurs, consiste à effectuer la patrouille afin de répondre aux appels répartis par le 911. Bien que cette tâche comporte une grande variabilité selon les situations rencontrées, les chroniques effectuées ont permis d'identifier des cycles de travail récurrents, mettant en évidence des actions d'intérêt pour l'analyse c'est-à-dire celles où le GPB pouvait constituer une entrave à la mobilité, nuire au confort ou limiter l'accès aux outils transportés. Ces observations ont permis de dresser la liste des actions réalisées à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule, ainsi que des manipulations nécessaires, détaillées au chapitre 5, section 5.1.1.1 *Les manipulations d'outils*. Certaines actions n'ont pas été observées chez l'ensemble des participants, ou n'ont pas été observées directement, mais ont été rapportées par les patrouilleurs au cours des observations sur le terrain.

Figure 42 : Chroniques d'évènements de trois participants (P1, P2 et P6) lors de demi quart de travail



Cette analyse permet de mettre en évidence la fréquence et la durée des actions effectuées. Sur cette période, la durée en position assise variait entre 1h35 et 2h25, tout comme la durée debout, indiquant une répartition équilibrée entre ces deux postures dans le travail du patrouilleur (Tableau 10). Ainsi, les contraintes liées à l'endossement du GPB en position assise, notamment au niveau de l'abdomen, sont toutes aussi significatives que celles ressenties en position debout, soulignant l'importance d'une conception adaptée à ces deux situations.

Tableau 10 : Temps passé assis et debout pour les participants P1, P2 et P6 dans un demi quart de travail.

Positions/ Participants	P1	P2	P6
Assis	1h35	2h25	2h09
Debout	2h25	1h35	1h51

Pour comprendre l'impact du GPB sur le travail quotidien, le tableau 11 et la liste suivante montrent les inconforts rencontrés par les patrouilleurs ainsi que les caractéristiques de ces actions. Cette approche nous permet d'identifier et de détailler les actions clés du métier à une échelle fine.

Tableau 11 : Actions observées et inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB

Participants	Monter et sortir	Conduite	Rédiger	Se pencher en avant	Sortir son arme	Gérer la circulation	Cibler avec le cinémomètre	Marcher	Courir
P1	1	3	5						
P2			3						
P3	2		5	2					
P4	2		5	1					
P5			2	2					
P6			2						
P7			1						
P8			5						
P9		3	5	2					

N = Likert

- █ 8 - 10 Extrêmement inconfortable
- █ 5 - 8 Très inconfortable
- █ 3 - 5 Inconfort
- █ 1 - 3 Léger inconfort
- █ 0 Pas d'inconfort
- █ Non observé

Pour les actions à l'intérieur du véhicule :

Monter à bord du véhicule, s'assoir (VUS) et sortir : Cette action, répétée jusqu'à 50 fois par quart de travail, est essentielle lors des interventions (Fig.43). Bien que routinière, cette manœuvre nécessite une attention particulière, surtout lors des interventions en circulation et lorsque le sol est glissant. À trois reprises (P3, P6, P9), nous avons observé des contrôles d'alcoolémies (barrage éclair) sur l'autoroute et les observations montrent qu'elles impliquent des sorties fréquentes du véhicule, nécessitant une vigilance accrue pour garantir la sécurité. Nos résultats ont révélé que monter et sortir du véhicule peut générer des contraintes physiques, notamment au niveau de l'abdomen, en raison des outils du ceinturon qui

entrent en collision avec le GPB lorsque les patrouilleurs se penchent en avant, comme l'ont noté P1, P3 et P4 (léger inconfort).

Figure 43 : Photographie d'une policière qui sort du véhicule (VUS)



Conduire le véhicule : La conduite d'un véhicule utilitaire sport (VUS) est essentielle au travail du patrouilleur, car il sert à la fois de bureau et de principal moyen de déplacement pour répondre aux appels à travers la ville (Fig.44). Nos observations ont révélé que P1 et P9 ressentaient des inconforts et des limitations dues à leur posture et aux outils portés. Ils soulignent que la poche dans laquelle ils rangent leur radio entrave leurs mouvements lors des virages.

Figure 44 : Photographie d'un patrouilleur qui conduit un véhicule



Rédiger un rapport : Cette action est obligatoire pour les patrouilleurs, et effectuée après chaque appel. Selon la complexité de l'incident, cela peut prendre de quelques minutes à plus d'une heure lorsqu'il y a plusieurs interlocuteurs et plaintes, notamment avec P2, concernant des faits d'abus sur mineur. Les neuf participants ont mentionné un léger inconfort (P2, P5, P6, P7) ou un inconfort (P1, P3, P4, P8, P9) lié à cette posture. En effet, l'ordinateur, positionné au centre du véhicule, oblige à une torsion du tronc jugée inconfortable, aggravée par le manque de flexibilité du GPB (Fig.45).

Figure 45 : Photographies de deux patrouilleurs qui rédigent des rapports



Les actions à l'extérieur du véhicule :

Se pencher en avant / ramasser un objet au sol : Les mouvements de flexion du tronc, comme le fait de se pencher en avant, ont été observés chez tous les patrouilleurs, notamment lors de la récupération d'un objet au sol (calepin) avec P5, de l'examen d'une scène d'accident en regardant sous un véhicule avec P4, ou de l'interaction avec une personne au sol inconsciente avec P9. Toutefois, quatre participants ont mentionné un léger inconfort lié à la collision entre le GPB, le ceinturon et les outils, notamment les chargeurs, qui exercent une pression sur l'abdomen. Même si l'ensemble des participants s'accorde à dire que plus la flexion avant est prononcée, plus elle devient difficile avec le GPB et le ceinturon, cette contrainte n'a pas été systématiquement observée dans les mêmes conditions lors des sessions d'observation. Elle sera donc analysée plus en détail lors des simulations.

Sortir son arme à feu / position de tir : Cette action est moins fréquente, mais d'une importance capitale pour les patrouilleurs. Nous l'avons observée à deux reprises dans des contextes différents. P6 a dû dégainer son arme lors d'un appel pour une alarme déclenchée dans un magasin de nuit. Le patrouilleur a exploré les lieux, adoptant une position de tir avec sa lampe torche dans l'autre main pour s'assurer

qu'aucune intrusion n'avait eu lieu. De son côté, P8 a sorti son arme en pénétrant dans une maison sombre à la recherche d'un agresseur, utilisant également une lampe de poche pour s'orienter. Bien que les deux participants n'aient pas ressenti d'inconfort, les résultats montrent que le geste doit être rapide, précis et maintenu sur la durée au besoin, car il intervient dans des situations où un danger est imminent.

Gérer la circulation en position debout : Cette action n'est pas quotidienne pour les patrouilleurs, mais elle peut survenir lors d'événements comme des manifestations. Elle repose principalement sur des gestes dirigés vers l'extérieur du corps, tels que guider les piétons et les véhicules. Bien que nous ne l'ayons pas observée directement, les patrouilleurs nous ont rapporté que ces mouvements répétitifs peuvent engendrer des inconforts, des points de pression ou des douleurs, notamment lorsque la station debout se prolonge sur une durée importante. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point lors des simulations.

Cibler avec le cinémomètre : Souvent appelée « opération radar », cette action consiste à mesurer la vitesse des véhicules à l'aide d'un radar mobile ou fixe afin de détecter les excès de vitesse. L'agent positionne son véhicule à un endroit stratégique et utilise le cinémomètre pour enregistrer la vitesse. Seule P9 a réalisé une opération de cinémomètre lors de nos observations (Fig. 46). Nous avons constaté que cette opération, qui peut durer jusqu'à trente minutes au même endroit, exige à la fois vigilance et rapidité de réaction. La posture adoptée par la policière lui permettait de maintenir une bonne stabilité et un certain confort, sans que le GPB ne constitue une gêne notable. Lorsque la vitesse excessive d'un véhicule a été détectée, l'agente a enchaîné une série de mouvements avec fluidité et précision : déposer le radar, se repositionner en posture de conduite, embrayer, vérifier rapidement les angles morts et s'engager dans la voie de circulation. Cette synergie de mouvements requiert une grande réactivité, mais elle a été partiellement entravée par la présence du GPB et du ceinturon, particulièrement en position assise, où les contraintes sur les mouvements de flexion et de rotation du tronc deviennent plus marquées.

Figure 46 : Photographie d'une policière en opération de cinémomètre dans le véhicule



Marcher : Cette action est récurrente dans le travail des patrouilleurs, notamment lors des patrouilles, des interventions sur le terrain ou de la gestion d'événements publics. Nous avons observé les participants marcher dans divers contextes, que ce soit pour se rendre du véhicule à un point d'appel ou lors d'interventions menées entièrement à pied. Avec P6, nous avons patrouillé à pied pendant 1 h 30 dans un campement de personnes en situation d'itinérance. Les patrouilleurs nous disent que la marche ne provoque pas d'inconfort notable, mais on observe que les agents ont tendance à garder les bras légèrement écartés du corps en raison du volume des outils fixés au ceinturon.

Courir : Bien que nous ne l'ayons pas observée directement, la course est décrite comme fréquente par les patrouilleurs, notamment lors des interventions d'urgence ou des poursuites à pied. Elle exige non seulement de la rapidité, de la coordination et de l'endurance physique, mais aussi une bonne stabilité et une flexibilité adéquate du GPB afin de ne pas entraver les mouvements. Les patrouilleurs rapportent que l'ancien GPB à poches dédiées leur permet de courir efficacement, car il offre un bon équilibre entre flexibilité et maintien. Sa conception semble limiter les mouvements parasites et éviter les rebonds excessifs, ce qui favorise une meilleure liberté de mouvement.

Les manipulations d'outils : Lors de leurs interventions, les patrouilleurs sont amenés à utiliser une grande variété d'outils qu'ils portent sur leur GPB et leur ceinturon afin de répondre à diverses situations imprévues. Ces outils sont essentiels pour faire face à tout type d'éventualité, que ce soit pour la gestion de la sécurité publique, l'intervention dans des situations de crise, ou encore l'assistance lors de contrôles. Ainsi, les patrouilleurs doivent être capables d'effectuer des manipulations rapides et précises pour

accéder à ces outils dont l'efficacité dépend aussi de l'emplacement et de la disposition optimisée sur le gilet et le ceinturon, notamment : récupération du calpin, de la première paire de menottes, de la deuxième paire de menottes, de la lampe de poche, du bâton, de l'arme à feu, du poivre, du Taser et de la carabine.

Certaines manipulations, comme celle du calepin, ne nécessitent pas une grande rapidité. Comme l'ont montré les analyses, aucun participant n'a éprouvé de difficulté à récupérer son calepin. Lors des observations, nous avons constaté que cet objet est généralement utilisé dans un contexte où l'urgence est moindre, par exemple pour prendre des notes ou recueillir des informations. Concernant les autres objets fixés sur le GPB, les menottes sont également bien positionnées, permettant une prise aisée des deux mains pour tous les participants. Les poches dédiées au calepin et aux menottes sont facilement accessibles, aussi bien en position assise que debout. Leurs dimensions suffisamment amples facilitent l'extraction des outils. Enfin, la radio ne nécessite pas d'être sortie pour être utilisée. Son emplacement permet un accès adéquat aux boutons de réglage, un point jugé satisfaisant par tous malgré d'autres problématiques relevées. Cependant, nous avons vu et appris des patrouilleurs que pour d'autres outils, principalement les armes intermédiaires, comme l'arme à feu, le bâton, le poivre de cayenne ou le Taser, la rapidité et l'efficacité sont impératives. En situation de danger immédiat, l'accès rapide et sans erreur à un Taser peut faire la différence entre une intervention réussie et une issue tragique. De même, la récupération d'autres outils, tels que la première et la deuxième paire de menottes, la lampe de poche, doit être optimisée pour garantir une manipulation fluide et instinctive. La manipulation de ces objets, notamment dans un contexte stressant, nécessite non seulement une certaine agilité physique, mais aussi une connaissance précise de l'emplacement et du mécanisme de chaque outil, ce qui renforce l'importance d'un GPB et d'un ceinturon conçu de manière optimale pour favoriser une intervention efficace et une bonne atteinte.

En résumé, les manipulations d'outils sur le GPB et le ceinturon des patrouilleurs ne sont pas simplement une question de confort ou de praticité, mais un enjeu fondamental pour la sécurité et l'efficacité des interventions. L'optimisation de ces schémas de répartition permet d'améliorer la réactivité des patrouilleurs face à des situations urgentes et potentiellement dangereuses.

5.1.2 Design de la housse : Limitations d'organisation et d'adaptabilité des poches

Les résultats font état d'une limitation en termes de fonctionnalité et de confort. Pour l'ensemble des participants, le design de la housse impose une organisation rigide avec seulement trois poches dédiées au calepin, à la lampe torche et aux menottes, contraignant ainsi tous les patrouilleurs à un même nombre d'outils et à adopter les mêmes automatismes de récupération. Or, ces derniers développent naturellement leurs propres stratégies d'agencement en fonction de leur latéralité, de leurs préférences personnelles, de leurs dimensions corporelles et de leur expérience, qui influencent leur perception de l'efficacité et de la pertinence de chaque emplacement. Cette standardisation rigide ne tient donc pas compte des réalités du terrain ni des ajustements nécessaires à l'activité. Par ailleurs, le GPB ne dispose d'aucun emplacement spécifiquement conçu pour la radio, pourtant un outil essentiel. Face à cette contrainte, huit patrouilleurs l'insèrent dans la poche supérieure au niveau du torse, malgré son étroitesse (Fig.47). Cette solution entraîne une pression inconfortable au niveau de la poitrine. C'est la raison pour laquelle seule la policière laisse la radio sur le ceinturon, ce qui alourdit davantage la charge portée aux hanches. Avec un poids de 668 g, la radio s'ajoute aux armes intermédiaires déjà fixées au ceinturon, pouvant générer un inconfort musculaire.

Figure 47: Patrouilleurs avec la radio placée dans la poche haute du GPB



5.1.3 Mobilité et confort : Flexibilité

Les neuf participants ont jugé la flexibilité du GPB satisfaisante, estimant qu'il est léger et permet une bonne mobilité. Cependant, cette aisance est perçue comme étant en partie due à un manque de protection. Pour eux, ce compromis sur la sécurité rend le GPB inadapté, la protection étant un critère essentiel dans leur évaluation. En raison de l'intégration des poches et de la disposition des outils à l'intérieur du gilet, huit participants ont signalé un léger inconfort au creux de l'épaule, du côté où la radio est placée sur le torse. Cette configuration exerce une pression localisée sur la poitrine à cet endroit, occasionnant une gêne légère prolongée. Quatre participants ont signalé des difficultés lors de la position assise en véhicule, lors de la montée et sortie du VUS, de la conduite, de la rédaction de rapport. Ils éprouvent un inconfort au niveau de l'abdomen, ce qui leur rend difficile de trouver une position confortable. De plus, les poches situées dans le bas de l'abdomen entrent en contact avec les outils du ceinturon, créant ainsi une gêne supplémentaire. Cette entrave présentée dans le tableau 12, est perçue comme légère, estimée en moyenne à 3 sur 10 (entre 2 et 5), où 0 correspond au moindre inconfort et 10 à l'inconfort maximal. Aucune entrave n'est manifestée pour les autres parties du corps.

Tableau 12 : Valeur des entraves aux différentes parties du corps en position assise pour les participants observés

P	Épaules	Creux de l'épaule	Aisselles	Poitrine	Encolure	Abdomen	Côtes	Dos
P1		3		3		4		
P2		2		2		2		
P3		2		2		5		
P4		2		2		4		
P5		2		2				
P6		2		2		4		
P7		2		2		3		
P8		2		2		3		
P9						2		

N = Likert

- 8 - 10 Extrêmement inconfortable
- 5 - 8 Très inconfortable
- 3 - 5 Inconfort
- 1 - 3 Léger inconfort
- 0 Pas d'inconfort
- Non observé

La récupération au sol engendrant une flexion prononcée du tronc vers l'avant est aussi jugée inconfortable au niveau de l'abdomen. Les autres postures de travail hors du véhicule n'ont pas été explicitement décrites comme contraignantes par les participants.

5.1.4 Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, matériaux, sécurité et apparence

Astreintes thermiques : Tous les participants s'accordent à dire que le GPB présente des lacunes en termes de confort thermique. Il retient la chaleur et la transpiration, ne sèche pas efficacement et se tache rapidement, ce qui impacte sa durabilité. Ces contraintes thermiques entraînent un inconfort notable, notamment des sensations de surchauffe et des irritations cutanées chez trois participants, surtout en été, lorsque le GPB devient difficile à porter après être saturé de sueur.

Matériaux : Le tissu externe est jugé salissant par l'ensemble des participants. Les velcros s'usent prématûrément pour quatre participants, nécessitant un remplacement fréquent. Cette usure prématuée réduit la durabilité du GPB et oblige les patrouilleurs à adopter des précautions dans son utilisation. Pour limiter l'usure, ils privilégient le retrait par un seul côté à l'aide du velcro, préservant ainsi l'autre fixation. Cette contrainte restreint leur flexibilité et complique les ajustements rapides du GPB en fonction des besoins opérationnels.

La sécurité du GPB : La coupe représente une préoccupation majeure pour l'ensemble des patrouilleurs. L'ancien GPB à poches dédiées est jugé trop ouvert et insuffisamment couvrant, notamment au niveau des emmanchures et de l'abdomen et de l'encolure. L'ensemble des participants ont exprimé un sentiment d'insécurité face à une possible agression, ce qui génère un stress supplémentaire lors des patrouilles. Comme mentionné précédemment, le sentiment de sécurité est un facteur clé permettant aux patrouilleurs d'intervenir avec assurance. L'absence d'un ajustement précis au corps accentue cette inquiétude, laissant craindre que certaines zones vitales ne soient pas adéquatement protégées.

Apparence du GPB : L'ensemble des participants perçoivent le GPB comme peu professionnel, avec un design jugé simple et moins moderne, évoquant davantage un accessoire que véritablement un EPI. Cette représentation affecte la confiance des patrouilleurs envers leur matériel.

5.1.5 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Nous avons approfondi notre compréhension du travail de patrouilleur en observant les différents types d'interventions qu'ils réalisent, les outils qu'ils utilisent le plus fréquemment ainsi que les modes opératoires des individus avec lesquels ils interagissent. Ces observations de terrain ont permis d'analyser les exigences et contraintes spécifiques de leur métier, notamment en termes de réactivité, de gestion du matériel et d'adaptation aux situations variées du terrain.

Nos observations ont révélé plusieurs faits saillants. Par exemple, nous avons remarqué que les actions réalisées dans le véhicule, en raison de l'espace exigu, sont les plus contraignantes sur le plan postural pour les patrouilleurs. De plus, les caractéristiques du GPB, notamment sa flexibilité et l'agencement des outils dans les poches et sur le ceinturon, constituent un enjeu en position assise. Même si nous n'avons pas directement observé ce type de situation, les verbalisations rapportent que, lors d'événements dangereux nécessitant l'usage de l'arme à feu, l'agencement et les dimensions des outils influencent la rapidité de récupération et, par conséquent, l'efficacité de l'intervention. De plus, le placement imposé des outils oblige les individus à modifier leurs automatismes et à s'adapter à une nouvelle configuration, ce qui impacte l'efficacité et la rapidité d'action. Les observations de terrain nous ont permis de comprendre que ce modèle, dépourvu de système MOLLE, fait l'objet de nombreuses critiques de la part des patrouilleurs, qui soulignent ses limites en matière d'ergonomie et d'adaptabilité aux besoins opérationnels. Ces témoignages ont constitué une base essentielle pour identifier les axes d'amélioration et mieux comprendre les attentes des patrouilleurs en matière d'équipement.

La présence sur le terrain a joué un rôle crucial en nous permettant d'illustrer concrètement les verbalisations des participants et en favorisant l'émergence de questionnements en temps réel face aux situations observées. Ces échanges se sont révélés plus enrichissants que la grille d'entretien initiale, car la découverte du travail des patrouilleurs en contexte réel a mis en lumière des éléments imprévus, non anticipés par des questions préétablies. Cette approche terrain a ainsi approfondi notre compréhension des enjeux et révélé des aspects que nous n'aurions pas identifiés sans observation directe. Cependant, cette expérience a aussi mis en évidence une limite importante : notre connaissance initiale du métier était insuffisante, ce qui a influencé les questions posées et, par conséquent, les réponses obtenues. Par exemple, bien que nous nous attendions à ce que les participants évoquent des contraintes liées aux postures de travail, seule la posture assise ainsi que les manipulations de quelques outils et la position debout avait été anticipées. Cela souligne l'importance d'une préparation plus approfondie dans

l’élaboration de la grille de questions. Cette expérience met en évidence la nécessité de structurer davantage la phase préparatoire, en intégrant des rencontres préliminaires pour affiner les questions et explorer plus en profondeur les enjeux dès le début de l’étude.

L’une des limites de notre méthode réside dans la saison des observations. Menées en hiver, elles ne reflètent pas pleinement les défis thermiques de l’été, notamment la gestion de la chaleur et le confort du GPB par temps chaud, malgré nos questions à ce sujet. Une étude estivale complémentaire permettrait d’obtenir une vision plus complète des contraintes climatiques. Une autre limite concerne la capture d’images en extérieur. Filmer ces situations s’est avéré complexe, notamment en raison des interactions avec le public, des contraintes liées à la confidentialité et du caractère imprévisible des interventions. Cela a limité la documentation visuelle en situation réelle, restreignant ainsi les supports d’analyse et d’illustration de nos observations.

5.2 Analyse préliminaire de l’astreinte des patrouilleurs endossant leur GPB actuel avec système MOLLE

Cette section présente les résultats issus des observations de terrain réalisées avec le GPB équipé du système MOLLE (Fig. 48). Ces observations ont permis d’évaluer les effets concrets de cet équipement sur les activités quotidiennes des patrouilleurs. De manière générale, le GPB MOLLE est bien accueilli par l’ensemble des participants. Ceux-ci apprécient particulièrement la possibilité de personnalisation offerte par le système d’attaches, le sentiment accru de sécurité, ainsi que l’esthétisme du gilet. Toutefois, certaines limites du design ont été relevées. Le volume accru à l’avant du gilet restreint l’amplitude des mouvements des bras, notamment lors de la rédaction de rapports et l’atteinte des outils sur le ceinturon. Des inconforts ont également été observés et exprimés au niveau des emmanchures en position de conduite, ainsi qu’au niveau de l’abdomen en position assise. Nous détaillerons ci-après les principaux constats tirés de ces observations. Ces résultats préliminaires constituent une base pertinente pour évaluer l’adéquation de ce nouveau modèle de GPB aux exigences opérationnelles des patrouilleurs. Ils offrent également l’occasion de porter un regard critique sur notre méthode d’observation en identifiant les apports et les limites.

5.2.1 Les patrouilleurs en activité endossant le GPB MOLLE

Comme précédemment pour comprendre l'impact du GPB MOLLE sur les interventions quotidiennes, le tableau 13 et la liste suivante détaillent les inconforts rencontrés par les patrouilleurs par rapport aux actions effectuées.

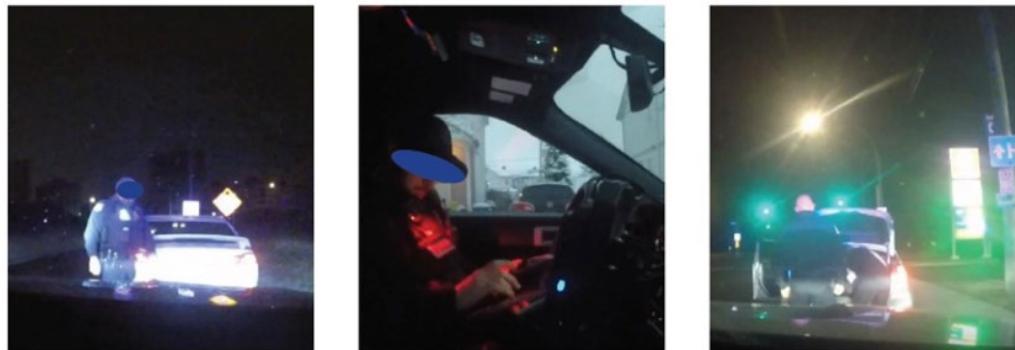
Tableau 13 : Actions observées et inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB (système MOLLE)

Participants	Monter et sortir	Conduite	Rédiger	Se pencher en avant	Sortir son arme	Gérer la circulation	Cibler avec le cinémomètre	Marcher	Courir
P1	3	1	5	2					
P2		2	3						
P3	4	3	3						
P4	3	3	5	5					
P5	3	2	5	2					
P6	4	3	5	2					
P7		3	4						
P8	3	1	4	5					
P9		1	3						
P10		2	5						
P11		3	4						
P12		2	3						
P13		2	4						
P14	4	1	5	5					
P15		4	3						
P16		1	5						

N = Likert

- 8 - 10 Extrêmement inconfortable
- 5 - 8 Très inconfortable
- 3 - 5 Inconfort
- 1 - 3 Léger inconfort
- 0 Pas d'inconfort
- Non observé

Figure 48 : Images des observations terrains avec le GPB MOLLE



Monter à bord du véhicule et s'assoir (VUS) et sortir : Bien que le mouvement de se pencher pour entrer et sortir du véhicule ne soit pas particulièrement exigeant, cette position exerce une pression sur l'abdomen en raison du GPB actuel et des outils disposés sur la rangée la plus basse qui entrent en collision avec les outils du ceinturon principalement les chargeurs. Sept participants (P1, P3, P4, P5, P6, P8, P14), qui ont placé des outils sur la rangée la plus basse, ressentent une compression (Moyenne de 3,4 / 10) à cette zone.

Conduire le véhicule : Six participants (P3, P4, P6, P7, P11, P15) ressentent un point de pression au niveau des emmanchures en raison de la rigidité, de l'épaisseur et de la largeur du GPB au niveau du thorax. Le fait de tendre les bras vers l'avant, notamment pour tenir le volant ou lors de virages nécessitant un croisement des bras, génère un léger inconfort (Moyenne de 2,1 / 10) pour l'ensemble des participants.

Rédiger un rapport : L'ensemble des participants, dont sept ressentent un inconfort et neuf un léger inconfort (Moyenne de 3,4 / 10), estiment que le volume avant de ce gilet, accentué par les outils fixés à l'avant, est plus important que celui de l'ancien modèle. Cette configuration réduit leur amplitude de mouvement, notamment lors de la rédaction, limitant la mobilité du bras gauche (côté extérieur du véhicule) pour accéder au clavier.

Se pencher en avant / ramasser un objet au sol: Nous n'avons pas observé tous les participants effectuer cette action, mais, parmi les neuf que nous avons suivis, trois ressentent un inconfort marqué (5 / 10) et trois autres un inconfort léger (2/ 10), pour les mêmes raisons que celles liées à l'entrée et à la sortie du véhicule. En raison du volume du GPB, ils se sentent contraint pour faire la flexion du tronc dont ils ont besoin pour atteindre les choses plus éloignés de leur environnement (Fig.49).

Figure 49 : Photographie d'une policière qui se penche en avant pour vérifier une guérite



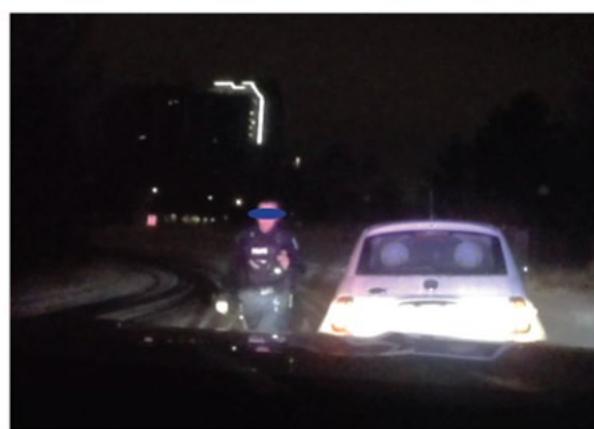
Sortir son arme / position de tir : Seuls deux participants ont utilisé leurs armes lors de nos observations. P8 a dû pénétrer dans un appartement où un criminel en fuite pouvait se cacher, maintenant son pistolet et sa lampe de poche pour éclairer les recoins. P9 a participé à l'encerclément d'une maison après l'attaque d'un patrouilleur lors d'une vérification. Le périmètre a été sécurisé, et il s'est équipé de sa carabine pour se positionner avec ses collègues. Bien que la position de tir ait été brève, l'opération a duré plus de trois heures et il devait se tenir prêt à effectuer les gestes rapidement avec précision. Aucun inconfort n'a été signalé.

Gérer la circulation en position debout : Aucun participant n'a réalisé cette action lors de nos observations, raison pour laquelle nous l'avons intégrée dans les simulations.

Cibler avec le cinémomètre : Deux participants (P6 et P7) ayant réalisé des opérations de cinémomètre ont signalé un léger inconfort lié au matériel fixé sur le GPB. Celui-ci compliquait leur posture dans le véhicule et limitait leurs mouvements. La rigidité du GPB les empêchait d'adopter une position plus détendue lors des phases d'attente, notamment lorsqu'ils tenaient l'outil à la main par la fenêtre. De plus, les outils disposés sur le GPB ajoutaient du volume à l'avant, réduisant encore davantage leur confort en position assise.

Marcher : L'ensemble des participants a indiqué ne ressentir aucun inconfort lors de la marche. Nos observations ont porté sur de courtes marches de quelques minutes, notamment pour se rendre sur les lieux des appels ou pour intercepter des véhicules (Fig.50), mais aucune patrouille à pied n'a été effectuée sur longue durée. Le poids du gilet n'a pas non plus été identifié comme posant problème pour les épaules ou la fatigue générale.

Figure 50 : Photographie d'une policière qui marche après une arrestation d'un véhicule



Courir : Nous n'avons observé aucune course, bien que cela aurait pu être pertinent pour évaluer l'impact de l'ajout de matériel à l'avant du gilet. Cependant, les entretiens ont révélé qu'avec le peu de temps passé avec le GPB, aucun participant n'avait encore eu l'occasion de courir. Cela suggère que la course demeure peu fréquente. Par ailleurs, les participants équipés du GPB actuel s'interrogent sur d'éventuels déséquilibres liés au poids et à la disposition des outils sur le système MOLLE.

Manipuler les outils : Lors des observations, nous avons principalement analysé les manipulations du calepin et de la lampe de poche (Fig.51). Concernant les autres objets placés sur le GPB et le ceinturon, tous ont mentionné qu'un volume accru à l'avant réduisait l'amplitude des bras, limitant les mouvements d'adduction et rendant l'accès aux outils du ceinturon plus difficile. Bien que les outils fixés au GPB restent accessibles, plusieurs participants ont dû réapprendre leur emplacement et se familiariser avec la nouvelle disposition pour que leur utilisation devienne intuitive.

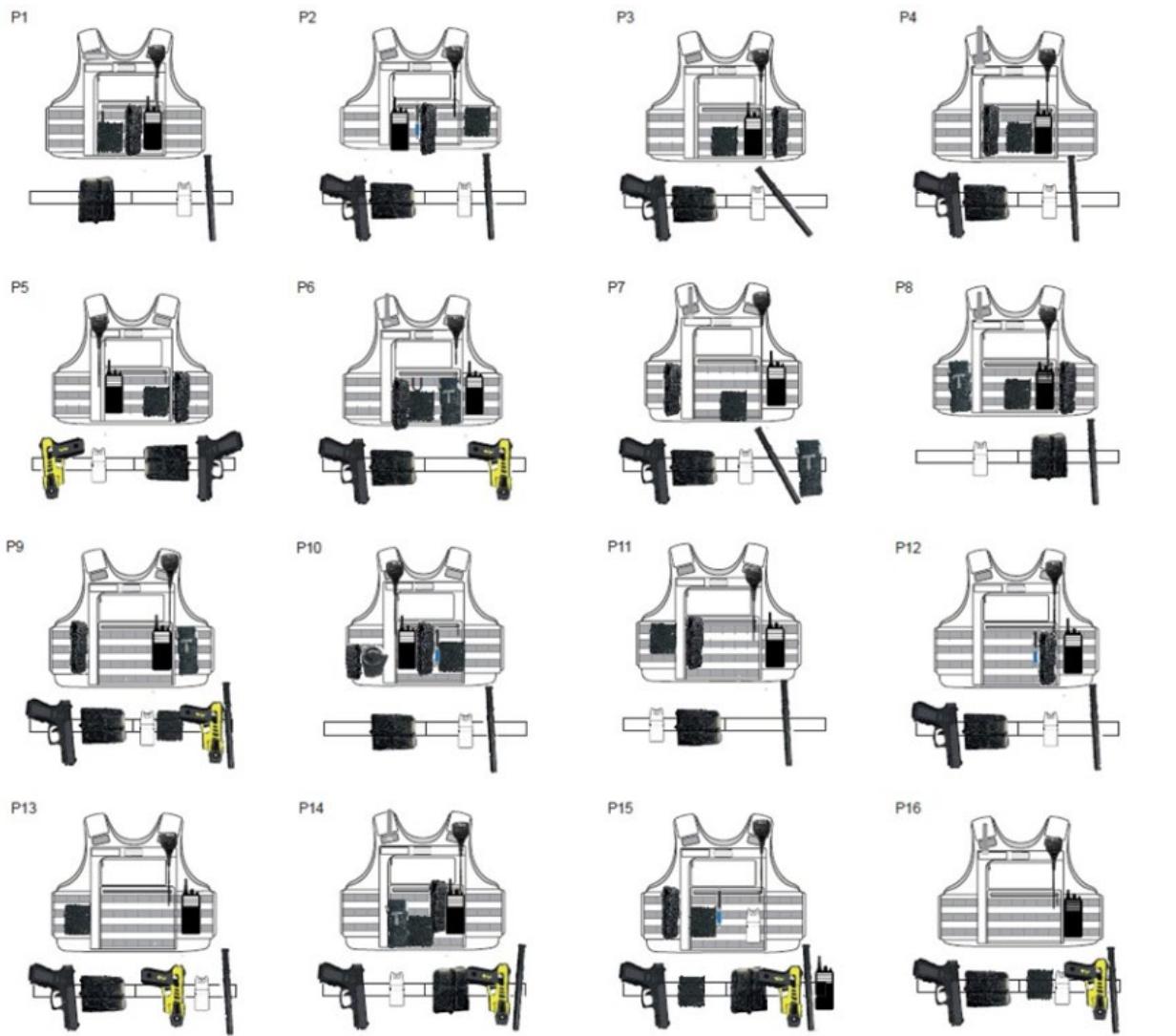
Figure 51 : Photographie d'une policière utilisant la lampe de poche pour chercher des traces de pas



5.2.2 Système MOLLE et la répartition des outils

Les patrouilleurs ont reçu le GPB sans directives précises sur l'agencement à éviter ou optimal des outils. En conséquence, ils rapportent avoir rencontré des difficultés à organiser leur matériel de façon efficace, entraînant un encombrement supplémentaire sur le GPB et limitant leur liberté de mouvement. Pour pallier ce manque d'information, les patrouilleurs testent différents agencements, observent leurs collègues ou recherchent des conseils sur Internet. Toutefois, comme mentionné dans la section 1.5.2. *Le modèle de GPB avec système d'attache MOLLE*, les recommandations sur l'utilisation du système MOLLE restent limitées. Les seules règles en vigueur concernent le port des outils réglementaires de l'organisme de police (*Section 3.2.1 Les outils des patrouilleurs*), qui peuvent être répartis comme sur le précédent GPB, c'est-à-dire peu d'outils sur le gilet et davantage sur le ceinturon. Les armes intermédiaires (bâton, poivre de Cayenne, Taser) doivent obligatoirement être portées au ceinturon, du côté opposé à la main dominante. Quant à l'arme à feu, elle est positionnée du côté de la main dominante, soit sur le ceinturon, soit à la cuisse afin d'assurer une manipulation fluide et sécurisée. On remarque (Fig. 52) que les agencements d'outils varient entre laisser le plan avant du GPB libre sans outils pour P13 et P16, deux hommes de 1 m 77 et 1 m 75 avec beaucoup d'espace (quatre rangées) et, au contraire pour deux femmes (P1 et P6), respectivement de 1 m 70 et 1 m 60 qui elles, ont choisi de mettre spécifiquement des outils à cet endroit alors qu'elles ont des gilets de trois rangées plus petites. On remarque que certains patrouilleurs, bien qu'ayant des modèles à quatre rangées, plus propices à l'ajout d'outils, ont choisi de ne rien y placer. Ils ont limité le nombre d'objets sur leur GPB afin de ne pas accumuler trop de volume, ce qui compromet leur mobilité.

Figure 52: Schémas de répartition des outils sur l'équipement complet des participants observés sur le terrain avec le GPB MOLLE.



La policière portant un GPB à deux rangées et cinq colonnes rencontre des difficultés avec la fixation de sa radio, qui tombe en avant en raison d'une fixation insuffisante (Fig.53). Nous avons observé que, pour fixer une radio de manière sécurisée, il faut au moins trois rangées. De plus, elle dispose de beaucoup moins d'espace que les autres pour organiser ses outils, ce qui limite ses options d'agencement.

Figure 53 : Photographie de profil de la participante P2 et du volume avant généré par l'absence d'un 3e point de fixation pour la radio



5.2.3 Design de la housse : les poches

Bien qu'il n'existe aucune règle stricte concernant le placement du calepin, pour ce GPB avec système MOLLE, il est recommandé de le placer dans la petite poche avant du gilet qui comporte un étui vertical prévu à cet effet. Toutefois, nos observations sur le terrain ont révélé que trois patrouilleurs préfèrent le ranger dans la grande poche destinée à la plaque en céramique. Les raisons de cette pratique, non détaillées ici, seront analysées dans la section 5.3. *Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées.*

Concernant la grande poche, personne n'y a encore inséré de plaque en céramique. En revanche, cinq agents l'utilisent pour ranger divers objets (calepin, stylos, cartes de visite, collation, huile essentielle, lunette de soleil...), ce qui apporte une épaisseur en plus au GPB. Nos observations montrent que cette poche est fréquemment laissée ouverte par ceux qui l'utilisent, en raison des fermetures à glissière qui doivent être alignés dans l'angle pour être complètement refermés, qu'ils rapportent comme étant peu pratique.

5.2.4 Mobilité et confort : rigidité et volume important

Tous les participants confirment une rigidité initiale marquée du GPB, influençant la flexibilité des mouvements. Cette caractéristique nécessite une période d'adaptation avant que le matériau ne s'assouplisse et s'ajuste plus adéquatement au corps. Les patrouilleurs ayant porté ce GPB depuis plusieurs semaines rapportent une certaine amélioration au fil du temps, tandis que des participants comme P10,

qui ne l'avait utilisé que depuis deux jours, ont décrit une rigidité particulièrement contraignante. Concernant le point de pression précédemment décrit au niveau des emmanchures en position de conduite, mentionné par six participants, une analyse plus approfondie sera menée lors des prochaines simulations afin d'en évaluer l'ampleur et les impacts potentiels sur d'autres gestes avec une adduction des bras.

Enfin, le volume généré par les outils lorsqu'accrochés sur le système MOLLE a considérablement changé la représentation de l'espace pour les patrouilleurs. Les outils rangés dans des étuis ajoutent un encombrement autour du corps, réduisant la mobilité de l'ensemble des participants. Cette contrainte est particulièrement marquée chez les patrouilleurs portant des gilets à trois ou deux rangées (Fig. 54). Disposant de moins d'espace sur le GPB, ils se retrouvent avec une concentration du volume principalement au niveau de l'abdomen, ce qui accentue l'inconfort et limite davantage leurs mouvements. Les patrouilleurs équipés de gilets à quatre rangées bénéficient d'une répartition plus équilibrée entre le GPB et le ceinturon, leur permettant d'espacer davantage leur matériel. Toutefois, ils restent également affectés par l'encombrement global du volume des outils sur le plan avant (abdomen).

Les patrouilleurs portant des éléments au centre de leur GPB ont rapporté une perte de zone d'atteinte et une diminution de l'amplitude de mouvement des bras. Nos prises de caméra n'ont pas permis de capturer pleinement ce changement, c'est pourquoi nous approfondirons cette question dans la section 5.3.
Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées.

Figure 54 : Volume latéral des patrouilleurs endossant le GPB MOLLE à trois et deux rangées



5.2.5 Mobilité et confort : GPB féminin avec les coques anatomiques adaptées à la morphologie mammaire

Parmi les sept policières investiguées, cinq ont constaté que les panneaux balistiques dotés de coques adaptées à la poitrine réduisaient la sensation de compression, contrairement à l'ancien GPB qui générait des points de pression inconfortables. Trois d'entre elles ont également souligné que la couverture accrue au niveau des côtés des seins renforçait leur sentiment de sécurité. Toutefois, deux participantes n'ont pas ressenti d'amélioration notable, car elles ne sentaient pas de pression avec l'ancien GPB à poches dédiées. Cela met en évidence des variations dans les besoins et perceptions selon les morphologies.

5.2.6 Mobilité et confort : Bretelles intégrées

Les bretelles intégrées fournies par la compagnie sont globalement bien accueillies par six patrouilleurs qui les portent régulièrement. Cependant, les attaches en plastique s'avèrent gênantes et inconfortables, particulièrement en position assise. Parmi les huit personnes qui ne les utilisent pas, quatre les avaient initialement essayées avant d'y renoncer en raison de cet inconfort. Par ailleurs, deux individus ont choisi d'utiliser leurs propres bretelles, non intégrées au GPB, préférant cette alternative pour un meilleur ajustement ou un confort accru.

5.2.7 Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, matériaux, sécurité et apparence

Astreintes thermiques : Les résultats montrent que tous les participants ont perçu la veste comme étant chaude durant l'été, de la même manière que l'ancien modèle. Or, le GPB MOLLE se distingue par l'intégration d'un tissu de « mesh » 3D conçu pour favoriser l'apport d'air et améliorer l'évaporation de la chaleur. Selon les participants, le poids du GPB semble écraser ce tissu, l'empêchant ainsi de jouer pleinement son rôle d'évaporateur de chaleur. Bien que ce matériau soit intégré pour améliorer la ventilation, il ne semble pas suffisamment solide pour maintenir ouvertes les gouttières d'air nécessaires à une circulation efficace. Cela pourrait expliquer pourquoi la sensation de chaleur reste similaire à celle du modèle précédent, malgré la présence de ce tissu spécifique. Toutefois, tous les participants ont souligné un avantage notable du tissu utilisé : il permet un séchage rapide de la transpiration lorsque le GPB n'est pas porté, offrant ainsi un certain soulagement dans des conditions chaudes.

Matériaux : Les entretiens montrent que les matériaux du GPB témoignent d'une qualité supérieure, avec une résistance accrue et une durabilité améliorée. En effet elle est aussi jugée moins salissante par les participants.

Sécurité du GPB : Les résultats montrent que tous les participants trouvent le GPB MOLLE plus sécuritaire, non seulement en raison de sa conception robuste, mais aussi grâce à sa coupe plus couvrante que celle de l'ancien modèle. Les patrouilleurs apprécient particulièrement cette meilleure couverture, notamment au niveau de l'encolure du thorax et de l'abdomen, réduisant ainsi les zones exposées. Tous les participants s'accordent à dire que le GPB épouse davantage le corps, offrant un ajustement plus précis qui renforce leur sentiment de sécurité. Cette sensation accrue de protection découle du fait que le GPB semble mieux adapté à leur morphologie, minimisant les risques de déplacement lors des interventions.

Apparence du GPB : L'ensemble des seize participants approuve l'apparence du GPB MOLLE, estimant qu'il contribue à leur bien-être et à leur confiance dans l'EPI. Selon eux, le logo de l'organisme en noir et blanc et le mot "POLICE" en surbrillance ainsi que le style sobre et imposant du GPB renforcent leur apparence professionnelle. Ils estiment que le design les met en valeur et leur procure un sentiment de fierté dans l'exercice de leurs fonctions. Les boucles et les bandes velcro ajoutent également à l'esthétique du GPB en lui conférant un look tactique apprécié des patrouilleurs. Ces éléments, en plus de leur rôle fonctionnel, renforcent l'image d'un équipement robuste et opérationnel, aligné avec les exigences du métier.

5.2.8 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Cette méthode d'observation sur le terrain nous a permis de recueillir les premières verbalisations des participants concernant le GPB qu'ils considèrent comme plus adapté à leurs besoins opérationnels que le modèle précédent. Nos observations ont mis en évidence plusieurs aspects positifs notamment l'ajout de coque dans le modèle féminin, la sécurité, l'apparence et la possibilité de personnalisation. Certaines limites ont également été identifiées dans le design du gilet dont la rigidité des emmanchures lors de la conduite, notamment dans les virages. Le système MOLLE, bien qu'apprécié, a présenté des difficultés d'adaptation en raison du volume des outils, qui entrave la liberté de mouvement des bras et augmente la circonférence de l'abdomen. Les gilets à trois et deux rangées semblent être davantage affectés par ce phénomène en raison de l'espace limité pour accrocher les outils. Toutefois, nous n'avons pas pu évaluer finement dans quelle mesure le volume pourrait affecter les mouvements nécessaires, que ce soit dans les situations à bord du véhicule, hors véhicule et pour la récupération des armes intermédiaires.

La limite principale de cette méthode réside dans le fait que les gilets ont été reçus récemment, une moyenne d'environ 4 mois. Cet intervalle relativement court entraîne un effet de nouveauté et les agents n'ont pas encore eu l'occasion de les tester sur une période suffisamment longue pour évaluer pleinement

leur performance dans toutes les situations. Ainsi, aucune des personnes observées n'a vécu d'intervention impliquant du corps-à-corps, le franchissement d'une clôture ou une course prolongée avec le GPB actuel, ce qui limite la portée des critiques sur ces aspects. Les seize observations réalisées ne reflètent également pas l'intégralité des situations rencontrées dans leur pratique professionnelle, et par conséquent, elles ne couvrent pas tous les impacts potentiels. De plus, il reste difficile, dans ce contexte, de conclure de manière définitive que c'est le GPB qui est à l'origine des inconforts, problèmes de mobilité ou d'atteinte, en raison de l'influence d'autres facteurs déterminants. Il est donc crucial de réaliser des simulations en environnement contrôlé afin d'isoler les variables et de confirmer si le GPB est effectivement responsable des problèmes observés.

Une autre limite à la méthode concerne la capture d'images en extérieur comme pour les observations précédentes. Filmer ces situations s'est avéré complexe, notamment en raison des interactions avec le public, des contraintes liées à la confidentialité et du caractère imprévisible des interventions, mais aussi en raison du peu de lumière et des quarts de travail qui ont été plus en soirée et la nuit. Cela a limité la documentation visuelle en situation réelle, restreignant ainsi les supports d'analyse et d'illustration de nos observations.

5.3 Évaluation du GPB actuel et de son système « MOLLE » en situations simulées

5.3.1 Appréciation du GPB : Sécurité améliorée et confort adapté pour les femmes

À l'instar des résultats obtenus lors des analyses de l'activité, les simulations montrent que le GPB MOLLE actuel est largement apprécié par les participants, notamment pour son amélioration en matière de sécurité. Tous s'accordent pour dire que le panneau balistique offre une meilleure protection sur les côtés et l'encolure. Les femmes, en particulier, ont réitéré l'intérêt de pouvoir choisir un GPB féminin ou un modèle unisexe. Parmi les huit participantes, sept utilisant le modèle féminin ont rapporté une amélioration notable du confort à la poitrine, mettant en avant l'adaptation morphologique comme un facteur clé de satisfaction. Toutefois, comme nous le verrons dans la section 5.4 Questionnaire de satisfaction auprès d'une population de policiers plus large, ces résultats sont plus nuancés avec d'autres participantes.

5.3.2 Influence des caractéristiques corporelles sur l'optimisation de l'espace du système MOLLE

Après avoir analysé les dimensions des participants, il apparaît que l'espace dédié au système MOLLE est directement influencé par les caractéristiques corporelles des utilisateurs. Bien que le fabricant des GPB n'ait pas fourni les spécifications exactes de conception, les résultats montrent que la longueur et la largeur du thorax influencent directement la configuration des GPB. Les personnes dont le thorax mesure moins de 45 cm de long portent un modèle à trois rangées, tandis que celles avec un thorax supérieur à 45 cm ont un modèle à quatre rangées. Concernant les colonnes, les personnes dont le thorax mesure moins de 33 cm de large ont un modèle à cinq colonnes, et celles avec une largeur supérieure à 33 cm ont un modèle à six colonnes. Cette inégalité d'espace limite directement le nombre de rangées et de colonnes pouvant être intégrées au système MOLLE, influençant également les schémas de répartition des outils. Cette disparité entraîne des difficultés pour les plus petits gabarits à disposer un certain nombre d'outils, en raison du manque de colonnes et de rangées disponibles. Cela s'observe principalement aux agents ayant deux ou trois rangées de MOLLE.

5.3.3 Poids des outils et déséquilibre des charges

Bien qu'il existe une liste d'outils obligatoires imposés par l'organisme de police, l'arrivée du système MOLLE a introduit une dimension de personnalisation, incitant les patrouilleurs à ajouter des objets et à adapter leurs schémas de répartition en fonction de leurs préférences, de leurs expériences et de leurs capacités. L'analyse du poids des outils fixés sur le GPB révèle des disparités significatives entre les participants. Par exemple, P12 ajoute 757 g à son GPB, tandis que le participant P6 y ajoute 1 907 g. En comparant leurs morphologies, on observe que la personne portant la charge la plus importante (P6) est une femme de 1 m 60 et 63,5 kg, soit une charge représentant 3,00 % de son poids corporel, alors que, la charge la plus légère est portée par un homme (P12) de 1 m 72 et 79 kg, soit seulement 0,95 % de son poids corporel, une différence de ratio de 3 : 1. La participante P6 verbalise des inconforts élevés aux épaules liés à cette surcharge pondérale disproportionnée par rapport à son gabarit. Globalement, la majorité des participants ont ajouté un poids supérieur à 1 000 g sur leur GPB, seuls trois d'entre eux se situant en deçà de ce seuil. Une relation inverse a été constatée entre le poids porté sur le GPB et celui du ceinturon : une charge importante sur le GPB s'accompagne d'une réduction du poids sur le ceinturon, et inversement. Ces résultats mettent en évidence la nécessité de mieux équilibrer la répartition des charges pour réduire les contraintes physiques des utilisateurs.

5.3.4 Impact du volume frontal sur la mobilité et le confort des patrouilleurs

Bien que le système soit apprécié pour sa capacité de personnalisation, la circonférence du volume du porteur, indépendamment du poids des outils, augmente significativement dès qu'une radio et un étui double pour menottes sont fixés, ce qui génère un inconfort notable (Fig.54). Cet encombrement se produit davantage avec les GPB à deux ou trois rangées où l'espace est limité. Selon la position des outils, la circonférence occupée autour du thorax ou de l'abdomen s'accroît notablement. Par exemple, chez P6, dont le tour de taille est de 89 cm, la circonférence frontale de l'abdomen atteint 124 cm avec l'équipement complet (GPB et outils), soit une augmentation d'environ 40 %. Ce surcroît de volume constitue une contrainte pour les mouvements amples et dynamiques, comme la course, car dix participants sur quinze ont signalé un inconfort lié au volume frontal, qui se déplace pendant l'effort. Nos analyses révèlent que le poids additionnel génère des mouvements parasites et une pression sur l'abdomen pour cinq participants, qui tiennent leurs outils placés sur le plan avant du GPB d'une main pour en réduire les oscillations et l'inconfort. Face à cet impact, plusieurs patrouilleurs optent pour une réduction du nombre d'accessoires fixés sur le GPB, remettant en question l'efficacité du système MOLLE. Même ceux disposant des modèles les plus spacieux à quatre rangées, principalement des hommes, préfèrent transférer une partie de leur matériel sur le ceinturon afin de limiter la surcharge frontale. En revanche, les femmes, souvent contraintes par la place sur le ceinturon (les femmes portent le ceinturon au-dessus de hanche alors que les hommes sur les hanches), utilisent le GPB pour organiser leur répartition d'outils. Bien que cette solution leur permette d'ajuster la charge, elle peut également restreindre leur mobilité.

Figure 54 : Impact de l'ajout des outils sur le GPB qui provoque l'augmentation du volume abdominal des participants aux simulations en environnement contrôlé



5.3.5 Impact du volume frontal sur l'atteinte des outils

Cette contrainte liée au volume frontal perturbe également les gestes en adduction, comme la récupération des outils sur le ceinturon. Les résultats montrent que certains schémas de répartition avec volume frontal important ralentissent ou obstruent l'accès aux outils, affectant ainsi la rapidité et l'efficacité des mouvements. Les données présentées au tableau 14 font état des durées relevées pour chaque participant lors de la simulation de récupération d'outils. L'ensemble des objets testés a été intégré afin d'offrir une vue d'ensemble des durées de récupération. Toutefois, il est essentiel de rappeler que la rapidité et la précision de tous les gestes de récupération ne présentent pas le même degré d'importance dans l'activité policière. Certains gestes, comme dégainer une arme à feu ou récupérer les menottes, bien qu'ils ne surviennent pas continuellement dans un quart de travail, doivent pouvoir être réalisés de manière extrêmement rapide et fluide en raison de leur criticité opérationnelle. D'autres gestes, comme récupérer son calepin ou atteindre une lampe de poche, bien qu'ils puissent générer de l'inconfort, des entraves aux gestes ou des postures contraignantes, n'ont pas le même niveau d'urgence. Ainsi, au-delà de la seule durée de récupération, la fréquence d'occurrence, la durée d'exécution et surtout les conséquences d'un geste permettent de hiérarchiser son importance. Cette lecture différenciée évite de mettre toutes les contraintes au même niveau et permet de mieux comprendre en quoi certaines actions, même peu fréquentes, comme dégainer une arme intermédiaire (arme à feu, bâton, poivre de cayenne, Taser, carabine), nécessitent que tout soit mis en œuvre pour les faciliter.

Les essais révèlent un effet d'apprentissage, notamment en raison des difficultés rencontrées par les participants pour localiser les outils dont l'emplacement a été modifié avec le passage de l'ancien GPB au modèle doté du système MOLLE. Ce changement de configuration oblige les patrouilleurs à reconstruire leurs repères cognitifs liés à l'emplacement des outils, puisque le nouveau gilet offre des possibilités de fixation différentes et un agencement spatial plus flexible. Bien que les durées de manipulation semblent parfois variables, elles indiquent qu'une amélioration progressive se produit à mesure que les gestes sont répétés; souvent une seconde plus entre le premier essai et les suivants. Ces observations soulignent l'importance de maintenir une stabilité dans l'emplacement des outils pour faciliter leur repérage. Si le système MOLLE offre la modularité de déplacer les outils, il est essentiel de noter que leur répartition constante sur le corps favorise l'habituatation des utilisateurs. À l'inverse, des déplacements fréquents augmentent le risque de confusion. Bien que notre protocole n'ait pas permis de mesurer précisément ces phénomènes, leur existence est manifeste et verbalisée par plusieurs patrouilleurs lors des essais.

L'analyse des durées de récupération montre que certains objets, comme la paire de menottes ou l'arme à feu, sont saisis en environ deux secondes en moyenne. En revanche, d'autres outils, tels que le bâton télescopique et le poivre de Cayenne, nécessitent davantage (en moyenne 3,01 secondes) de temps en raison de contraintes spécifiques observées lors de cette simulation : obstacles physiques (volume frontal), collisions avec d'autres outils ou étui limitant l'accès, entraînant des postures inconfortables. Parmi les quinze participants, dix éprouvent des difficultés à récupérer le bâton. Bien que sa fréquence d'utilisation soit relativement faible selon leurs déclarations, son maniement doit demeurer rapide et efficace. Le dégainement par la main dominante doit permettre au bâton de s'ouvrir complètement afin de créer un effet de dissuasion. Si ce geste est entravé, l'utilité de l'outil s'en trouve réduite et la situation peut devenir dangereuse pour le patrouilleur. Ces difficultés ne se traduisent donc pas systématiquement par une durée de récupération plus longue, mais elles ont été observées à travers les ajustements posturaux adoptés : torsions marquées du buste pour compenser un manque d'amplitude des bras, extension du dos vers l'arrière pour dégager l'espace nécessaire pour dégainer, ainsi qu'une élévation du coude (Fig. 55). Pour 2 participants équipés d'un Taser, la gestuelle préconisée devient impossible, les contraignant à saisir le bâton avec la main non dominante, un mode opératoire non recommandé.

Tableau 14 : Durée (sec) de récupération des outils (calepin, lampe de poche, menottes, 2ème paire de menottes, arme à feu, bâton, poivre de cayenne, Taser, et carabine) lors de trois essais par participant et durée moyenne

Outils/ Essais	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Moyenne
Calepin	4-3-3	4-3-3	3-3-3	5-3-4	4-3-3	3-3-2	5-4-4	5-5-4	5-4-2	4-3-3	4-3-3	5-4-3	4-4-4	3-4-3	4-3-3	3,5
Lampe de poche	2-2-2	3-2-2	3-3-3	2-1-1	2-2-2	2-2-2	2-2-2	3-2-2	2-1-1	3-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-1	2-2-2	3-3-2	2.04
Menottes	3-2-2	3-3-4	3-2-2	3-2-2	3-2-2	3-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	3-2-2	3-2-2	3-3-2	3-2-2	2.26
Menottes 2	3-2-2					3-3-2			2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	3-2-2	3-3-3	3-2-2	2.27
Arme à feu	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2-2-2	2
Bâton	4-3-4	5-4-4	3-3-3	4-3-3	3-3-3		2-2-2		3-2-2	2-2-2		4-3-2	5-4-4	3-2-2	3-3-3	3.01
Poivre de cayenne	2-2-2	3-2-2	4-5-5	3-3-2	3-3-3	3-3-2	4-3-3	3-2-2	1-3-2	3-3-2	2-2-2	3-2-2	3-3-3	2-2-2	2-2-2	2.57
Taser						2-3-2		3-2-2			3-3-3		2-2-2	2-2-2		2.18
Carabine									3-2-1	2-2-2	3-3-2		2-2-2	3-2-2	3-3-3	2.31

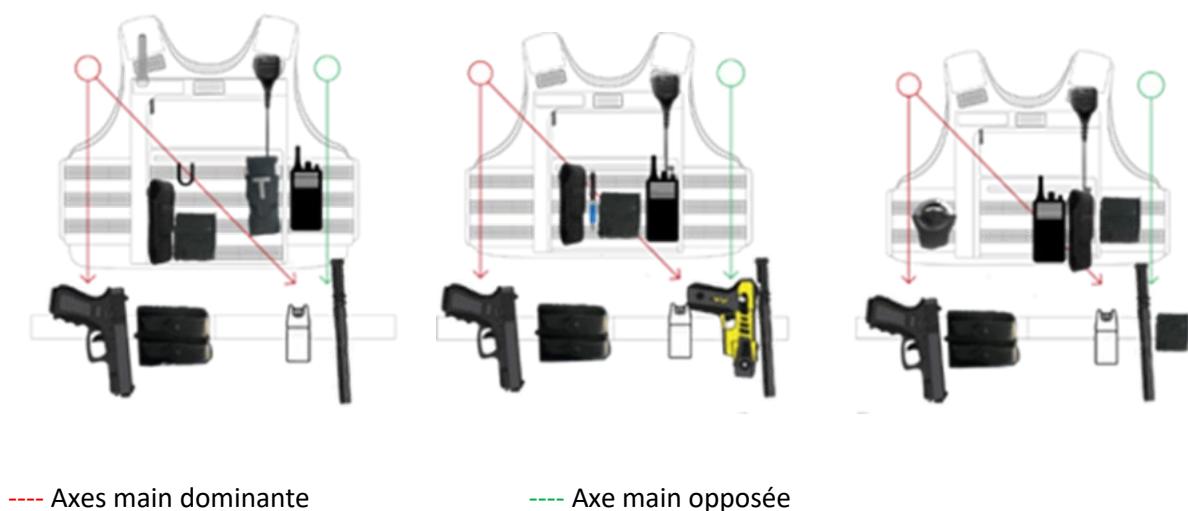
Légende : P = participants ; Case rouge = durée longue ; X = ne porte pas l'outil

Figure 55 : Séquence de récupération du bâton par un patrouilleur



La récupération du poivre de Cayenne présente des contraintes comparables : neuf participants ont rencontré des difficultés et ont adopté des postures contraignantes similaires pour l'atteindre. L'agencement du système MOLLE détermine l'espace de placement des accessoires en dessous de la poitrine, au niveau de l'abdomen, chaque position influençant directement l'accessibilité. Comme l'illustre la figure 56, le volume frontal des accessoires fixés au GPB réduit l'amplitude des mouvements de l'épaule, limitant notamment l'adduction du bras, ce qui entrave l'accès aux outils du ceinturon. Ce dernier, comprenant principalement des armes intermédiaires (arme à feu, poivre de cayenne, bâton, Taser), exige une manipulation rapide et efficace en situation de danger. Cette contrainte est plus marquée sur le bras dominant qui possède deux axes d'actions (en rouge sur la figure) que sur le bras non dominant en un axe (en vert pour un droitier). Lorsque les trois axes de mouvement sont dégagés, l'atteinte aux outils s'en trouve améliorée pour les participants.

Figure 56 : Axes de mouvement et atteinte des outils.



— Axes main dominante

— Axe main opposée

5.3.6 Design de la petite poche : Atteinte du calepin de la poche

Les résultats du tableau 15 montrent que dix participants utilisent la petite poche, initialement prévue pour le calepin, tandis que cinq préfèrent la grande poche. Les durées enregistrées n'ont pas permis de démontrer qu'une option était plus efficace que l'autre en termes de récupération. Toutefois, les verbalisations ont mis en évidence un manque d'efficacité de la petite poche : son ouverture horizontale et étroite rend l'insertion et la récupération du calepin plus difficiles. Les durées de récupération du calepin ne peuvent pas être considérées comme indicatives, car cette manipulation a été réalisée sans contrainte de rapidité. La consigne était de reproduire les gestes tels qu'effectués sur le terrain, et le calepin n'étant pas un outil d'urgence, des temps plus longs n'impliquent pas nécessairement une difficulté d'accès en ce qui le concerne.

Tableau 15 : Rangement du calepin dans la petite poche et grande poche en fonction des participants

P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Petite poche	X				X	X	X		X	X	X		X	X	X
Grande poche		X	X	X				X				X			

Comme illustré dans la figure 57, le geste de rangement du calepin nécessite une déviation cubitale du poignet, l'aide de l'autre main pour élargir l'ouverture de la poche, ainsi qu'une direction de regard pour localiser l'étui à calepin à l'intérieur.

Figure 57 : Séquence montrant la difficulté de rangement du calepin en raison de l'ouverture et de la taille de la poche

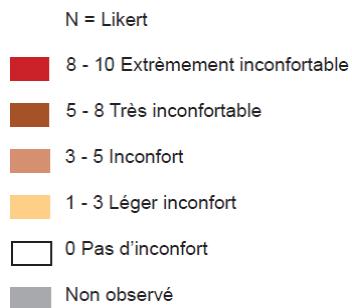


5.3.7 Impact de la rigidité du panneau balistique sur le confort et la mobilité des patrouilleurs

Alors que certaines actions, comme l'atteinte des commandes à bord du véhicule et les gestes de circulation, n'ont posé aucun problème, d'autres, en revanche, ont accentué les contraintes au niveau des emmanchures, limitant la liberté de mouvement et augmentant l'inconfort. Comme le montre le tableau 16, les situations qui ont généré le plus d'inconfort et de contraintes étaient la conduite (6 participants), la rédaction de rapports (6 participants) et la position de tir (9 participants). Ce phénomène mérite une attention particulière en raison de son impact sur le confort et la mobilité des agents. La rigidité des contours du panneau balistique, en particulier lorsque les bras sont projetés en avant (en adduction), constitue une source importante d'inconforts associée à la rigidité, l'épaisseur et la largeur du panneau balistique. Les termes utilisés pour décrire ces inconforts, tels que "points de pression", "entrave" et "restriction", indiquent un manque de flexibilité à ce niveau.

Tableau 16 : Actions et valeur moyenne des inconforts ressentis par chaque participant en lien avec le GPB en simulation.

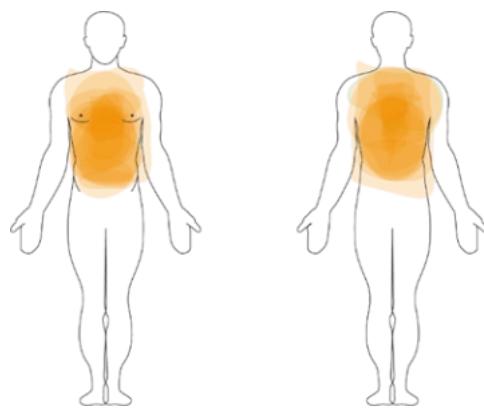
Participants	Monter et sortir	Conduite	Rédiger	Se pencher en avant	Sortir son arme	Gérer la circulation	Cibler avec le cinémomètre	Marcher	Courir
P1		3	5	3	5				
P2			3						
P3	2		5	3					
P4	2		5	2					
P5					2				
P6		2	3		2				
P7									
P8			5		5				
P9		3							
P10					2				
P11		3			2				
P12					5				
P13		2			3				
P14		2			5				
P15									



5.3.8 Astreintes thermiques : inefficacité de la ventilation sous la charge

Les simulations corroborent les constats observés lors des analyses sur le terrain. Bien que le tissu interne du GPB soit conçu pour améliorer la ventilation, le modèle étudié n'offre pas une circulation d'air suffisante sous la charge, entraînant une accumulation de chaleur. Les schémas ci-dessous illustrent les zones communes de sudation : la poitrine, l'abdomen jusqu'au nombril, la partie supérieure du dos entre les omoplates, ainsi que le bas du dos. Les zones de chaleur intense, représentées en orange, mettent en évidence les zones les plus fréquemment mentionnées par les participants. On observe que les principales zones touchées sont le centre du thorax jusqu'au nombril à l'avant et le milieu du dos, autour des omoplates, à l'arrière (Fig.58).

Figure 58 : Zones de sudations des patrouilleurs endossant le GPB actuel



Globalement, le GPB est perçu comme étant chaud, et les participants n'ont observé aucune amélioration notable due à ce tissu, qui était censé faciliter l'évacuation rapide de la chaleur. Les participants ont signalé une sensation excessive de chaleur, notamment lors d'activités physiques ou en conditions climatiques chaudes, attribuée à la lourdeur et à la rigidité. À l'instar des analyses sur le terrain, ils rapportent cependant que le tissu sèche beaucoup plus rapidement que leur ancien modèle.

5.3.9 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Cette méthode a mis en évidence plusieurs points saillants, notamment les contraintes spécifiques liées aux différences de morphologie, en particulier l'espace disponible pour le système MOLLE. Ces variations créent une disparité significative entre les différents gabarits, influençant non seulement le nombre d'outils pouvant être portés, mais aussi l'espace pour les organiser, le poids porté sur le GPB et la taille de la petite poche. Les participants ayant plus d'espace sur le GPB choisissent de placer moins d'outils sur celui-ci en raison de l'augmentation de l'abdomen et des contraintes d'accès aux armes intermédiaires. En revanche, ceux qui disposent de moins de place sur le ceinturon se retrouvent limités avec le volume sur l'abdomen. Ce qui affecte directement l'efficacité et la rapidité de récupération du bâton ainsi que les postures.

Un autre point saillant est la déviation cubitale du poignet observée lors de la récupération du carnet dans la petite poche. Cette étape a suscité une réflexion centrée sur l'utilisateur concernant la conception de la poche, mettant en évidence des besoins spécifiques en termes de dégagements et d'accès. Ces observations nous permettent d'affiner nos recommandations en matière d'ergonomie du GPB, en tenant compte de la diversité des profils des patrouilleurs et des besoins spécifiques associés à chaque morphologie.

Cette simulation nous a permis d'isoler et d'analyser les enjeux directement liés aux éléments du GPB, en fournissant des informations précieuses sur l'impact de son design et de son agencement dans des situations concrètes. Elle a également offert l'opportunité de comparer les participants entre eux, ce qui n'était pas possible lors des observations sur le terrain. En leur faisant réaliser les mêmes actions dans des conditions contrôlées, avec des angles de vue plus précis grâce aux caméras, nous avons pu analyser plus finement les différences d'interaction avec le GPB en fonction des gabarits. Les séquences vidéo découpées ont permis une analyse détaillée des mouvements et l'observation de postures contraignantes, souvent difficiles à verbaliser par les participants. Pour les participants, cette méthode leur a permis de réfléchir sur des gestes instinctifs et d'apporter des explications plus détaillées que celles recueillies lors des observations sur le terrain. D'autant plus lors des manipulations qui étaient répétées trois fois pour chaque récupération d'outils.

Cependant, cette approche présente certaines limites, notamment en termes de réalisme. Certains patrouilleurs ont reproduit leurs gestes avec la précision et l'engagement qu'ils auraient eus sur le terrain, tandis que d'autres les ont exécutés avec moins de précision et d'engagement, conscients qu'il s'agissait d'une simulation. Par exemple, les manipulations observées sur le terrain étaient réalisées avec des mouvements plus dynamiques, précis et coordonnés que celles effectuées en contexte simulé. Cette variation dans l'engagement des participants peut influencer l'interprétation des résultats et doit être prise en compte dans l'analyse des effets du GPB. Néanmoins, les essais en situation simulée demeurent pertinents, puisqu'ils confirment les constats issus du terrain, notamment quant à l'influence des caractéristiques corporelles (anthropométrie du haut du corps) sur les possibilités de répartition des outils sur le GPB.

5.4 Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers

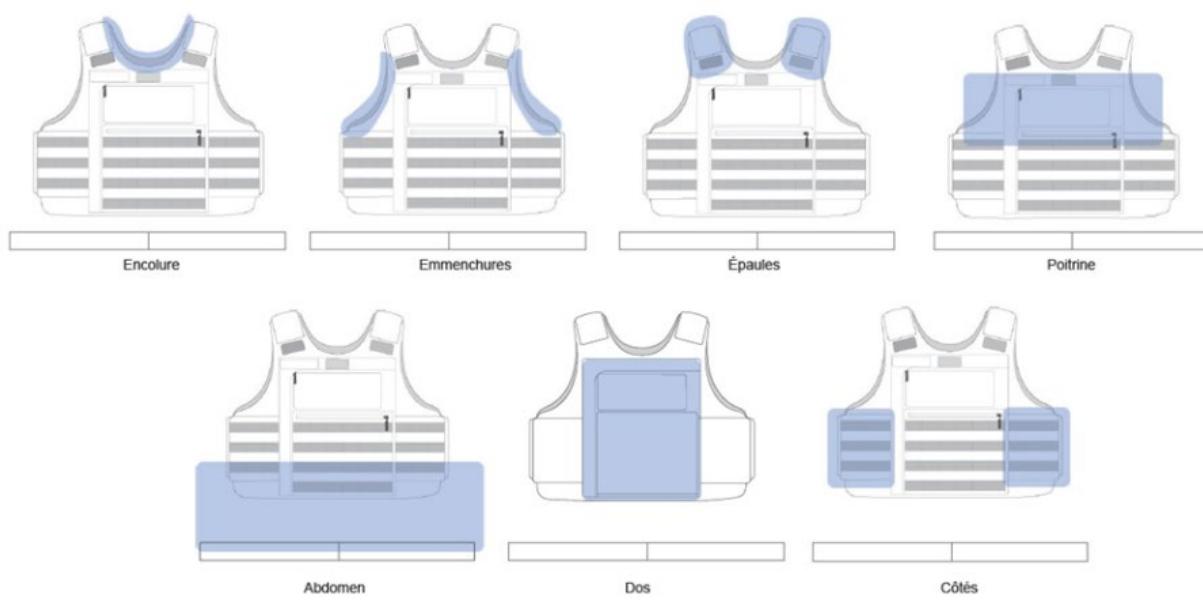
L'enquête de satisfaction a permis de recueillir de nombreux commentaires sur le confort du GPB d'un plus grand nombre de policiers ($n = 41$) et comme indiqué en méthodologie, elle nous a permis d'obtenir le point de vue de policiers effectuant d'autres tâches que celles des patrouilleurs et ainsi mieux comprendre dans quelle mesure le GPB MOLLE s'adaptait à une diversité de situation. Le questionnaire dresse des constats intéressants sur les inconforts liés à la coupe du GPB et à son design, notamment aux poches, au volume des outils et leur impact sur l'accessibilité, au système MOLLE et aux schémas de répartition. Elle aborde aussi la prise de mesures, la satisfaction des participants concernant la sécurité, les contraintes thermiques et l'apparence du GPB. Dans cette section, plusieurs résultats confirment les données précédemment recueillies. Nous avons décidé de ne pas revenir sur ces points et de nous concentrer sur ceux qui apportent des précisions supplémentaires ou, au contraire, nuancent ou contredisent ces constats.

5.4.1 Mobilité et confort : Inconfort par rapport à la coupe GPB

La figure 59 schématisse les différentes parties qui impactent sur la mobilité et le confort du GPB : encolure, emmanchures, épaules, poitrine, abdomen, dos et cotés. En ce qui concerne l'**encolure**, 83 % des répondants la jugent confortable, tandis que 17 % la trouvent légèrement inconfortable, surtout en position assise où elle remonte dans le cou. La longueur du GPB pourrait également jouer un rôle et ce problème pourrait être atténué par un ajustement des attaches sur les épaules. Concernant les **emmanchures**, 10 % des répondants ont signalé un inconfort lié à l'entrave qu'elles génèrent lorsque les bras sont positionnés en avant, soulignant un manque de flexibilité. Concernant les **épaules**, 17 % des

répondants signalent un léger inconfort dont des tensions au niveau des trapèzes attribuées au poids du GPB, à sa rigidité et à son épaisseur. Concernant la **poitrine** seuls 5 % estiment ressentir un léger inconfort (2,5%) ou un inconfort (2,5%) en raison de la rigidité qui est considérée lourde et peu flexible à cet endroit. Concernant l'**abdomen**, 17 % des répondants rapportent un inconfort : 10 % ressentent un léger inconfort, 5 % un inconfort plus marqué, et 2 % se sentent très inconfortables. Cet inconfort est principalement dû à la position assise, où le ceinturon, le GPB et les outils se retrouvent en collision, créant ainsi des points de pression. De plus, certains trouvent le GPB difficile à ajuster en position assise. Lorsqu'ils l'ont bien fixé pour qu'il soit proche du corps en position debout, il manque d'espace pour être confortable lorsqu'ils sont assis. Concernant le **dos**, on retrouve les mêmes résultats que l'abdomen. Encore une fois, l'inconfort est principalement observé en position assise, notamment lors de la position de rédaction de rapport, en raison de la torsion requise, qui est compliquée par la rigidité des panneaux. Les commentaires soulignent également que la jonction entre le bas du GPB et le début du ceinturon représente un point de friction, tout comme les bretelles, dont les attaches en plastique génèrent des points de pression. Concernant les **côtés**, 22 % des répondants ressentent un inconfort : 15 % un léger inconfort, 5 % un inconfort modéré et 2 % se sentent très inconfortables. Il est à noter que les côtés du GPB sont particulièrement épais en raison des deux couches superposées pour la protection, ce qui augmente encore la largeur. Les bras exercent une pression sur les rabats, en particulier lors de l'utilisation de manches courtes en été ou lorsqu'ils portent des vêtements délicats. De plus, les bras peuvent se coincer dans les outils placés sur les côtés.

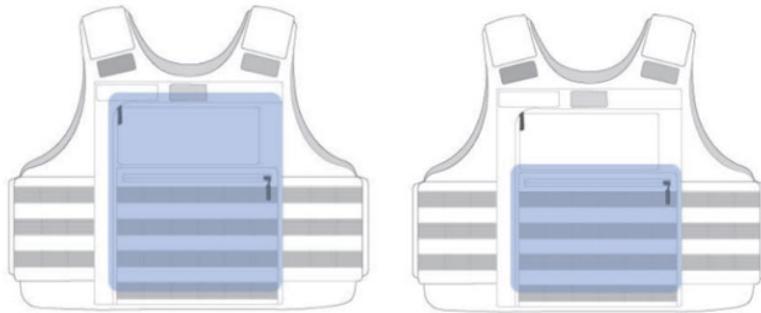
Figure 59 : Schémas des zones encolure, emmanchures, épaules, poitrine, abdomen, dos et côtés du GPB.



5.4.2 Design de la housse : Les poches

Les deux poches situées à l'avant du GPB (Fig.60) ont déjà été abordées précédemment. Les résultats confirment qu'une partie des répondants (34 %) utilise la grande poche qui est destinée à la plaque en céramique, pour y ranger le calepin, alors que la petite poche (destinée au calepin) est utilisée par 66 % des répondants.

Figure 60 : Schéma présentant le GPB MOLLE avec en bleu la grande et petite poche



Ce constat fait écho aux résultats concernant la satisfaction vis-à-vis de la petite poche où 37% se déclarent insatisfaits des dimensions de celle-ci. En réalité, seuls 44% des répondants se disent satisfaits de la petite poche, 19% ayant répondu de manière neutre. Cela montre que, malgré une utilisation majoritaire de cette poche, la satisfaction reste faible. C'est aussi l'accès à la poche et la difficulté à récupérer les objets à l'intérieur qui constituent un frein à son utilisation.

5.4.3 Mobilité et confort : Inconfort par rapport au volume sur le GPB

Le questionnaire met en évidence que l'un des principaux inconforts liés au GPB avec système MOLLE réside dans le volume généré par les étuis à placer. Parmi les 14 femmes et 27 hommes répondants, les données croisées révèlent que les femmes et les hommes sont tous deux affectés par cet enjeu de volume perçu comme un facteur d'inconfort même par les policiers ayant un modèle avec beaucoup de place à quatre rangées.

Cependant, il est à noter qu'aucune des quatorze femmes n'a jugé le volume « normal », tandis que quatre hommes (dont deux avec un GPB 4r ; 6c, un avec un GPB 4r ; 5c et un avec GPB 3r ; 5c) ont déclaré ne pas être dérangés par ce volume, ce qui représente environ 9,76 % des 41 répondants. En effet, les trois personnes qui jugent le volume « extrêmement important » sont toutes des femmes portant pour deux un GPB 3r ; 5c et une un GPB 2r ; 5c. Concernant ceux qui estiment que le volume est « très volumineux »,

on compte cinq femmes (3 avec un GPB 3r ; 5c, une avec un GPB 3r ; 6c et une avec un GPB 4r ; 6c) et six hommes (3 hommes avec un GPB 3r ; 5c, un homme avec un GPB 4r ; 6c, et un homme avec un GPB 2r ; 5c), tandis que ceux qui le qualifient de « volumineux » incluent trois femmes (deux femmes avec GPB 3r ; 5c et une avec 2r ; 5c) et dix hommes (quatre hommes avec 4r ; 6c, deux hommes avec GPB 3r ; 6c, deux hommes avec GPB 2r ; 5c et deux hommes avec GPB 3r ; 5c). Trois femmes (deux avec 3r ; 5c et une 2r ; 5c) l'ont décrit comme « légèrement volumineux » ainsi que sept hommes (deux hommes avec 3r ; 6c, deux hommes avec 4r ; 6c, un homme avec 3r ; 5c et deux hommes 4r ; 5c).

Cela démontre que le volume constitue un enjeu majeur pour la grande majorité des répondants, puisque seuls 9,76 % ne ressentent aucune gêne à ce niveau, tandis que 90 % le perçoivent comme au moins « légèrement volumineux », voire davantage. De plus, le volume général du GPB ne semble pas uniquement lié à la présence de la radio. En effet, parmi les 6 personnes ne l'ayant pas fixée sur leur GPB, toutes font néanmoins partie des 90 % de répondants qui jugent le volume supérieur à la normale.

5.4.4 Mobilité et confort : l'atteinte

Les résultats montrent que l'atteinte avec le GPB équipé du système MOLLE a été significativement impactée, notamment en raison du placement des outils. En effet, 20 répondants confirment que la disposition des objets sur le GPB a affecté plusieurs aspects de leurs mouvements, tels que la rapidité d'action, ainsi que les postures de récupération par ces commentaires : « ...Les objets placés sur le devant de la veste rendent l'accès plus difficile au Taser et au bâton télescopique qui sont au ceinturon (P11) » ; « La radio est volumineuse, j'ai dû la placer sur le côté mais parfois, il [GPB] gêne les mouvements du bras de ce côté. (Opposé à l'arme de service) (P14) »; « Par exemple, juste avec la radio d'ajouter, je ne peux pas aller toucher mes côtes avec ma main opposée (P35) »; « Oui, j'ai maintenant de la difficulté à prendre mon bâton télescopique, mais mes autres outils sur ma veste sont beaucoup plus accessibles. (P39) »; « Faut faire des mouvements plus prononcés pour récupérer les items du ceinturon (P37) ». Les répondants soulignent l'importance de la répartition optimale des outils afin d'améliorer la mobilité et l'efficacité des utilisateurs.

5.4.5 Système MOLLE et la place de la radio

L'amélioration perçue avec le retrait de la radio du ceinturon placé sur le système MOLLE est significative. Parmi les 41 répondants, 35 la portent désormais sur le GPB. Les commentaires recueillis dans le questionnaire ouvert soulignent l'intérêt de libérer de l'espace et de réduire le poids sur le ceinturon, bien

que certaines difficultés liées au port de la radio sur le GPB aient également été mentionnées. Néanmoins, cette solution reste préférée à son port au ceinturon. En revanche, les 6 personnes (trois avec un GPB 3r ; 5c, un avec un 2r ; 5c, un avec un 3r ; 6c et un avec un 4r ; 6c) qui continuent à porter la radio à la taille le font par contrainte. Elles évoquent soit un manque de place sur le GPB en raison de son volume, soit une perte de flexibilité, particulièrement en position de conduite ou lors de la rédaction de rapports.

5.4.6 Schéma de répartitions

Les résultats montrent une grande diversité dans les habitudes de placement des outils. En effet, 44 % des répondants (dix-huit personnes, dont quatorze hommes et quatre femmes) portent un GPB chargé de d'outils, tandis que 41 % (dix-sept personnes, dont treize hommes et quatre femmes) privilégient un GPB allégé.

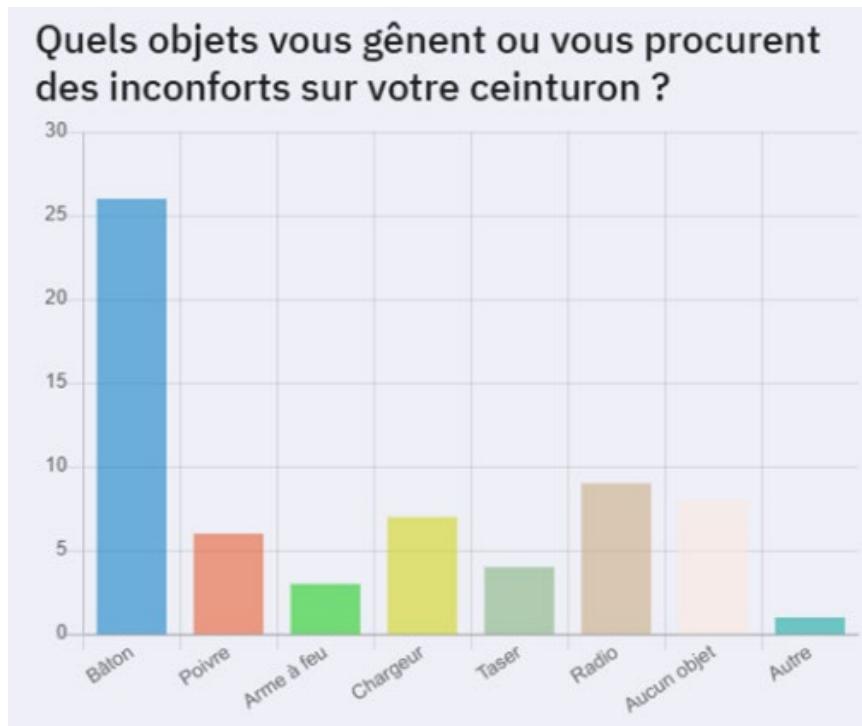
L'analyse des modèles de GPB met en évidence une tendance : les patrouilleurs équipés de modèle plus grands ont généralement plus de matériel fixé. Parmi les quatorze agents portant un modèle quatre rangées, dix y placent une quantité importante d'outils. À l'inverse, ceux avec des modèles plus petits tendent à limiter le nombre d'outils transportés. Cependant, cette tendance n'est pas absolue. Quatre patrouilleurs équipés d'un modèle quatre rangées déclarent ne pas y fixer beaucoup d'outils, ce qui montre que disposer d'un espace supplémentaire ne signifie pas nécessairement vouloir l'utiliser. Ces observations soulignent que la répartition du matériel ne dépend pas uniquement de la capacité du GPB, mais aussi des préférences individuelles et des stratégies adoptées par chaque agent. Concernant la disposition des outils, les préférences sont également partagées : 66 % des répondants préfèrent un placement central, tandis que 48 % privilégient les côtés. Ces résultats soulignent que la recherche d'un schéma de répartition optimal est influencée par de nombreux facteurs, notamment l'expérience, les capacités et la formation des policiers. Une solution adaptée à certains peut ne pas convenir à d'autres.

Les possibilités offertes par le GPB MOLLE sont néanmoins très appréciées. Seuls 5 % (n=2) n'ont pas bougé les outils de place, alors que 80 % ont modifié quelques éléments et que 15 % ont tout changé.

5.4.7 Les outils : trop de volume

Les répondants ont affirmé que le bâton a 63 % et la radio 22 % étaient les outils qui procurent le plus d'inconforts en raison de leur volume, de leurs dimensions et de leur lourdeur (Fig.61). D'ailleurs, 71 % des répondants considèrent qu'ils aimeraient avoir moins d'objets sur le ceinturon, car il est encore trop lourd.

Figure 61 : Outils qui procurent des inconforts au niveau du ceinturon



Un autre étui, bien que présentant un volume important et n'étant pas porté par tous, est l'étui double pour menottes. Les résultats montrent que 76 % estiment que le port de deux paires de menottes est nécessaire. Cette configuration permet de répartir les menottes à différents endroits du GPB, offrant ainsi une atteinte variée, particulièrement utile en cas de confrontation physique. Elle facilite également l'utilisation des menottes pour maîtriser une deuxième personne ou pour menotter quelqu'un qui ne peut pas joindre ses bras derrière. Cependant, lorsque l'étui double pour menottes est utilisé, cette possibilité d'atteinte variée est compromise. De plus, le principal inconvénient réside dans le volume supplémentaire qu'il génère. Parmi les 51 % de répondants ayant testé cet étui, seulement 15 % se déclarent satisfaits. Pour 37 % d'entre eux, l'étui est trop volumineux, tandis que 17 % estiment qu'il n'est pas pratique d'avoir deux menottes au même endroit.

5.4.7.1 Le bâton : Usage, inconfort et perspectives d'amélioration

Le bâton est perçu comme l'objet provoquant le plus d'inconfort par 63 % des répondants. Comme mentionné précédemment, ce questionnaire a permis d'approfondir les usages et les besoins liés à cet outil. En effet, son utilisation est relativement rare, comme le montrent les résultats : 44 % l'utilisent très rarement (moins d'une fois par mois, voire très peu au cours de l'année) et 56 % déclarent ne jamais l'utiliser. Cependant, bien qu'il soit peu utilisé, le bâton occasionne des gênes et un inconfort important.

En conséquence, 71 % des répondants souhaiteraient, si cela était possible, ne plus avoir à le porter, en considérant que d'autres outils, comme le Taser, seraient plus efficaces et utiles. Par ailleurs, 46 % envisageraient de le conserver comme option supplémentaire, même si ce n'était pas obligatoire, tandis que 8 % estiment que le bâton reste toujours utile. Il semble donc pertinent de revoir ses dimensions et son poids afin d'atténuer les difficultés rencontrées avec cet outil.

5.4.8 Prise de mesure

La prise de mesure a suscité une insatisfaction, principalement en raison de la précision et non de la méthode elle-même. Au contraire, les répondants ont exprimé leur satisfaction de voir le fabricant se charger de cette étape. Cependant, le fait que cette prise de mesure ait été effectuée par différents intervenants a créé des disparités dans le protocole, entraînant des variations dans la façon de faire et des insatisfactions concernant l'ajustement du GPB sur leur corps. Cette situation a mis en évidence la nécessité d'améliorer cette étape pour mieux prendre en compte les variations morphologiques et les préférences individuelles afin d'obtenir des résultats plus précis et adaptés pour la conception.

5.4.9 Évaluations du GPB : Astreintes thermiques, sécurité et apparence

Sécurité : 78 % se sentent en sécurité lorsqu'ils portent ce GPB. Ils estiment que la protection est adéquate et répond à leurs attentes en termes de sécurité. En revanche, les autres répondants (22 %) déclarent ressentir le même niveau de sécurité qu'avec leur ancien modèle à poches dédiées, suggérant qu'ils ne perçoivent pas d'amélioration significative en termes de protection.

Astreintes thermiques : Les verbalisations ont été similaires à ceux exprimés précédemment, ce qui corrobore nos données antérieures sur l'inefficacité du tissu de « mesh » 3D.

Apparence du GPB : Les verbalisations corroborent les précédents résultats 95 % sont satisfaits de l'esthétique et les autres n'ont pas formulé d'avis.

5.4.10 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Cette méthode a permis aux répondants de s'exprimer librement et de partager leurs ressentis. Contrairement aux approches précédentes où certains hésitaient à critiquer devant l'équipe de recherche, le questionnaire a favorisé des verbalisations plus franches et détaillées. Les 41 répondants ont formulé des avis plus tranchés sur la satisfaction liée au GPB avec système MOLLE. L'analyse révèle que certains

problèmes, initialement attribués à un groupe spécifique, touchent en réalité une majorité de policiers, quelle que soit leur morphologie. Cette approche a ainsi permis d'affiner les résultats des méthodes précédentes.

Dans cette méthode, les répondants possèdent une expérience terrain plus approfondie (plus de 8 mois pour 25 répondants), leur permettant d'avoir un recul critique plus avisé. Leur connaissance des contraintes et des usages leur offre des références solides pour évaluer et critiquer les prototypes, contrairement à notre position initiale où nous disposions de peu d'éléments concrets. Cette expertise influence directement le délai de conception, notamment la durée nécessaire pour établir un prototype d'essai pertinent. En une ou deux semaines, l'expérience accumulée reste limitée et les verbalisations restent superficielles.

Bien que la simulation permette de croiser certaines variables, elle demeure contrainte par des facteurs comme le temps et l'étendue des situations testées. Ainsi, pour garantir une évaluation rigoureuse dans une démarche centrée sur l'utilisateur, une période d'essai prolongée s'avère essentielle afin d'identifier les forces et les faiblesses du prototype. Un retour des constats du questionnaire aux concepteurs de l'entreprise peut enrichir le futur cahier des charges du GPB MOLLE. Il donne de bons indices sur les éléments à améliorer.

Il est important de prendre en compte certaines limites liées à la méthodologie utilisée. En ce qui concerne la fiabilité des résultats, il est important de noter que l'utilisation d'un questionnaire en ligne présente certaines limites. En effet, ce format peut introduire un biais lié à l'auto-sélection des répondants, à leur compréhension des questions ou à la diversité des réponses recueillies qui peut ne pas refléter l'ensemble de la population. De plus, l'absence d'interaction directe avec l'équipe de recherche peut limiter la précision de certaines réponses, bien que les répondants aient eu l'opportunité de s'exprimer librement. Concernant le questionnaire, une analyse plus approfondie des données permettrait d'aller plus loin dans l'interprétation des réponses et d'obtenir des informations plus détaillées, ce qui enrichirait notre compréhension des différents enjeux.

5.5 Séances de Co-design, validation des diagnostics, recommandations et élaboration des pistes d'amélioration

Les résultats de cette séance de Co-design ont permis de valider nos diagnostics avec les participants et à bonifier nos recommandations, tout en favorisant une réflexion collective sur les pistes d'amélioration possibles. Le partage des stratégies en petits groupes a également contribué à faire émerger des éléments nouveaux et à enrichir la discussion. Ce travail collaboratif a également servi à explorer et affiner des solutions adaptées aux besoins identifiés afin d'optimiser à la fois l'efficacité et le confort de l'équipement. Cette section propose une synthèse des appréciations générales, des problèmes identifiés et des recommandations visant à améliorer chaque aspect du GPB. Ces éléments, discutés, validés ou élaborés lors de nos réunions de Co-design, s'appuient sur les résultats précédemment obtenus. L'analyse repose sur quatre critères fondamentaux : la coupe, le système MOLLE, les outils et les schémas de répartition.

5.5.1 Appréciation générale

1. **Sécurité** : Le GPB est largement apprécié pour le sentiment de sécurité qu'il procure, permettant aux patrouilleurs de travailler avec davantage de sérénité.
2. **Coupe du GPB** : La coupe est valorisée pour sa couverture offrant une protection accrue.
3. **Ajustements** : Les possibilités d'ajustement sont très appréciées, car elles permettent de porter le GPB de manière optimale et de l'adapter à différentes morphologies.
4. **Système MOLLE** : Unaniment apprécié pour les options de personnalisation et d'agencement qu'il offre, bien que certains utilisateurs n'en exploitent pas pleinement les possibilités.
5. **Esthétique du GPB** : L'apparence du GPB est grandement valorisée, avec une couleur et un tissu jugé plus professionnel par les participants.

5.5.2 Problèmes identifiés et recommandations

5.5.2.1 La coupe du GPB

- **Coques anatomiques adaptées à la morphologie mammaire pour modèle féminin :** Aucun consensus n'a pu être formulé concernant les coques. Bien que celles-ci aient été appréciées lors des observations et des simulations, le questionnaire large a permis de nuancer cette satisfaction. Lors des séances de Co-design, une femme sur trois a exprimé un inconfort lié au placement des coques au niveau de la poitrine, tandis que les deux autres n'ont noté aucune différence avec l'ancien GPB.

Recommandation : Ces résultats soulignent la nécessité d'approfondir la question et de poursuivre la recherche avec un plus grand nombre de participantes afin d'évaluer plus précisément l'impact du design des coques sur le confort et l'adaptabilité du GPB.

- **Rigidité des contours du panneau balistique au niveau des emmanchures :** Un consensus a été établi concernant la rigidité du GPB au niveau des emmanchures qui génère une résistance notable lors des mouvements d'adduction vers l'avant (conduite, tir). Cette contrainte limite l'amplitude des bras et affecte à la fois la posture et la performance en situation opérationnelle. L'épaisseur et, dans certains cas, la largeur du GPB au niveau du torse accentuent cette restriction, un problème particulièrement signalé par deux motocyclistes ressentant un point de pression lors de la conduite et du maniement de l'arme. Bien que la rigidité diminue avec le temps, tous les participants ont observé une entrave aux mouvements diagonaux vers l'intérieur.

Recommandation : Intégrer une bande de matériau plus souple (ex. néoprène) sur un contour de 2 cm autour de l'emmanchure afin de réduire la pression et d'améliorer la mobilité sans compromettre la protection balistique. Cette adaptation est jugée pertinente par l'ensemble des participants (Fig.62).

Figure 62 : Schéma de recommandation pour le panneau balistique avec contour plus flexible



- **Petite poche avant avec ouverture trop étroite** : Bien que de nombreux participants corroborent ce constat, un consensus a été formulé pour rendre l'atteinte de la poche plus simple. La petite poche avant est perçue comme étroite par la majorité des participants quatre sur six, en particulier au niveau de son ouverture, ce qui rend difficile l'insertion et l'accès aux objets, car l'angle de prise du calepin créer une déviation du poignet (déviation cubitale prononcée) peu appréciée.

Les tailles de la petite poche sont aussi différentes pour un grand et un petit GPB par rapport à l'espace disponible, cette contrainte est encore plus marquée pour les GPB deux rangées, comme P6, où la poche est proportionnellement réduite. Par conséquent, elle arrive à peine à placer le calepin dans la poche qui rentre dans l'étui verticalement, car l'ouverture étroite empêche une disposition horizontale, pourtant plus favorable à une fermeture et une posture optimale.

Recommandation : Concevoir une ouverture en « L », à la fois horizontale et verticale, permettant un rangement à l'horizontale plus pratique et facilitant l'accès aux objets tout en assurant une fermeture efficace comme c'est le cas pour la grande poche (Fig. 63).

Figure 63 : Schéma de la proposition d'une petite poche à ouverture en L



• **Grande poche avant à fermeture éclair** : Apprécier pour l'accueil de la plaque en céramique, cette poche présente une contrainte, sa fermeture avec deux fermetures à glissière ne s'ouvre qu'en un seul point, compliquant son usage pour certains. Cette limitation pousse de nombreux patrouilleurs à la laisser ouverte, même lorsqu'ils préféreraient la fermer, notamment en situation d'altercation.

Recommandation : Permettre une ouverture et une fermeture sur toute la longueur de la fermeture à glissière pour une utilisation plus pratique et sécurisée.

• **Efficacité limitée du tissu de « mesh » 3D** : Un consensus a été établi par tous les participants sur le fait que, malgré sa conception visant à favoriser l'évacuation de la chaleur, le tissu n'apporte pas d'amélioration notable. Son efficacité pourrait être réduite par le poids du GPB qui comprime le matériau et limite ainsi la ventilation.

Recommandation : Explorer des solutions pour optimiser la circulation de l'air, comme l'intégration de canaux de ventilation, de structures maintenant un espace d'aération ou de systèmes passifs de régulation thermique. L'association du tissu de « mesh » 3D à des membranes spécifiques ou à des zones de ventilation stratégiques pourrait améliorer la dissipation thermique sans compromettre le confort ni la légèreté du GPB.

- **Bretelles intégrées** : Apprécier par deux patrouilleurs hommes, elles ont néanmoins été perçues comme gênantes, voire douloureuses, par les quatre autres participants, surtout les trois femmes qui ont souligné l'inconfort causé par la position des bretelles sur la poitrine et les attaches en plastique particulièrement en position assise dans le dos.

Recommandation : Remplacer ces attaches par des matériaux plus souples et discrets (tissu ou matériau flexible) afin de réduire les points de pression et d'améliorer le confort, notamment lors des périodes prolongées en patrouille.

5.5.2.2 Le système MOLLE

- **Manque de place et de maintien** : Les trois policières équipées de GPB à deux ou trois rangées MOLLE confirment que l'espace disponible est insuffisant pour organiser efficacement leurs outils. L'ajout de ces derniers accroît considérablement le volume, limitant ainsi la capacité d'emport, ce qui met en évidence les limites du système sur des GPB de petite taille. Cette contrainte est particulièrement aiguë sur les modèles à deux rangées où l'absence d'une troisième rangée empêche un accrochement stable de certains outils, par exemple la radio qui nécessite trois rangées pour être correctement fixée, compromettant ainsi leur stabilité lors de la course ou en flexion du tronc vers l'avant.
- **Volume** : Le système MOLLE, apprécié pour sa personnalisation, est souvent sous-exploité. Par exemple, P4 n'y a fixé qu'une lampe de poche, alors qu'une utilisation plus intensive pourrait être envisagée. Un consensus s'est dégagé sur l'augmentation significative de l'encombrement du GPB, en particulier au niveau abdominal, lorsqu'on y ajoute des outils tels qu'une radio et un étui double pour menottes. Cet encombrement engendre un inconfort notable, incitant plusieurs participants à limiter le nombre d'accessoires fixés, ce qui réduit l'efficacité du système MOLLE. Ainsi, parmi les six participants, tous portaient moins d'accessoires qu'auparavant ; même ceux disposant de GPB plus grands ont réduit leur charge, et trois ont opté pour porter la radio sur le ceinturon malgré son poids et son instabilité.
- **Difficulté d'accès à certains outils** : Un consensus a été établi parmi tous les participants concernant l'impact du volume créé par les outils fixés autour du GPB. En effet, ce volume entrave l'accès aux items, notamment ceux situés sur le ceinturon. Ce dernier, qui comprend principalement des armes intermédiaires, doit permettre une manipulation rapide et efficace, en particulier en situation de danger.

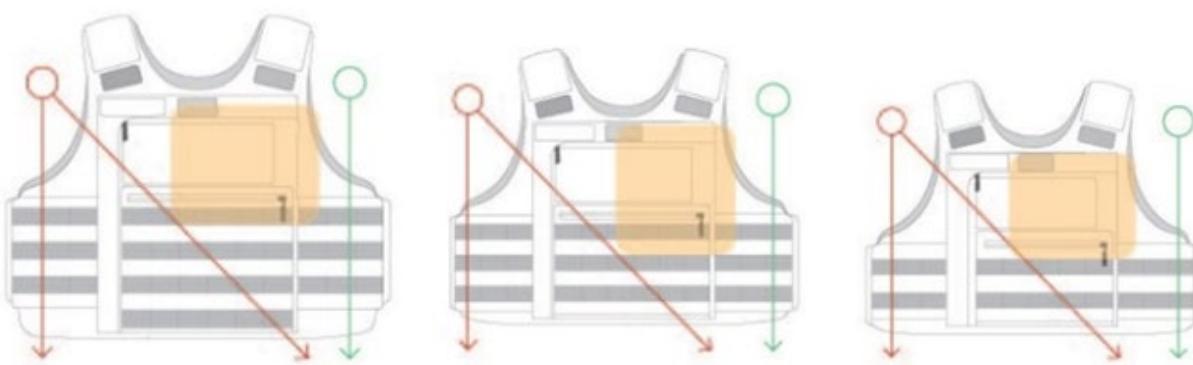
Cependant, cette atteinte est compromise par l'encombrement, surtout au niveau des axes des bras, identifiés comme trois axes principaux d'accès (Fig. 62).

Recommandation : Il est essentiel de permettre aux patrouilleurs portant un GPB à deux ou trois rangées de MOLLE de disposer d'un espace suffisant pour fixer les outils nécessaires — comme la radio, par exemple — tout en préservant les axes de mouvement afin de garantir un accès optimal aux outils du ceinturon. Cette recommandation s'appuie sur les principes ergonomiques liés à la liberté de mouvement et à la sécurité, présentés plus loin dans ce chapitre.

- **Inutilisation de l'espace au niveau du torse :** L'absence d'utilisation du système MOLLE dans la zone du torse (Fig. 62) limite la possibilité de positionner certains outils volumineux, comme la radio, à un emplacement qui n'entrave pas l'atteinte des outils situés au niveau du ceinturon.

Recommandation : Ajouter une demi-rangée de MOLLE au-dessus de celle déjà présente, afin d'exploiter cet espace inutilisé sans nuire à la mobilité et à l'atteinte des patrouilleurs, améliorant ainsi la répartition des outils et leur stabilité. Un consensus n'a pas été pleinement atteint concernant l'utilisation du système MOLLE dans la zone du torse. En effet, un participant a exprimé des craintes par rapport à la proposition d'ajout d'une demi-rangée de MOLLE, craignant qu'elle n'affecte la mobilité ou l'accessibilité. Nous allons évaluer ces craintes en simulation afin de déterminer si elles sont fondées ou non.

Figure 62 : Inutilisation de l'espace du GPB au niveau du torse



5.5.2.3 Les outils

- **La radio**, en raison de son volume trop important, complique son placement et génère des gênes ou inconforts pour l'utilisateur.

Recommandation : Prévoir un espace dédié, hors de l'axe diagonal du bras dominant pour minimiser les entraves et l'inconfort. À l'avenir, remplacer la radio par un modèle plus compact afin de faciliter son intégration et réduire les risques de limitation des mouvements.

- **L'étui double pour les menottes** présente un volume excessif entraînant des gênes significatives pour les patrouilleurs.

Recommandation : L'utilisation de deux étuis simples, placés à des emplacements différents, que ce soit sur le GPB ou le ceinturon. Cette approche offre l'avantage supplémentaire de garantir un accès rapide à une paire de menottes, même si l'une des paires devient inaccessible, permettant ainsi une plus grande flexibilité et efficacité lors des interventions.

- **Le bâton** actuel présente des dimensions trop grandes et un poids conséquent, créant des points de pression inconfortables pour plusieurs patrouilleurs en position assise. De plus, la récupération du bâton devient difficile en raison de l'accumulation d'outils sur le GPB et le ceinturon des patrouilleurs, notamment avec le Taser.

Recommandation : L'adoption d'un modèle de bâton plus compact, qui réduirait la charge sur le ceinturon tout en facilitant l'accès, conformément aux préconisations issues de l'analyse ergonomique détaillées dans la section suivante sur les schémas de répartition des outils.

- **Modification et changement des outils :** La modification des outils est complexe en raison de la diversité des fournisseurs et de l'absence de standardisation. Les outils sont sélectionnés indépendamment, entraînant une hétérogénéité des outils qui n'ont pas été conçus pour fonctionner ensemble de manière optimisée. De plus, certains ont été mis à jour récemment, comme le Taser, tandis que d'autres, tels que le bâton, n'ont pas été actualisés depuis longtemps. En raison des défis rencontrés pour les remplacer, nos recommandations se concentreront sur le placement et les schémas de répartition afin d'améliorer l'organisation et l'efficacité des outils existants.

5.5.2.4 Schémas de répartition des outils

Les observations, simulations et ateliers de Co-design nous ont permis de mettre en place des préconisations fondées sur l'analyse de l'activité en ergonomie et visant à améliorer l'installation d'outils sur le GPB. Ces préconisations sont valables pour les patrouilleurs, mais pourraient également s'appliquer à d'autres corps de métiers où le port de charges multiples sur le corps est nécessaire.

- **Minimiser le volume à l'avant** : Réduire le nombre d'outils placés à l'avant du GPB permettrait d'éviter les contraintes sur les mouvements et de garantir une plus grande liberté d'action, en particulier en libérant les axes principaux des bras. Cela favoriserait une meilleure atteinte aux outils et une optimisation de la mobilité.
- **Éviter le regroupement des objets** : Répartir les outils sur différentes zones du GPB afin d'éviter les concentrations qui pourraient causer des collisions entre objets ou gêner l'utilisateur.
- **Espacer les objets proches du ceinturon** : Placer les outils de manière à limiter leur proximité immédiate avec ceux situés sur le ceinturon, réduisant ainsi les risques de frottements ou de collisions pendant les mouvements.
- **Assurer un équilibrage des charges** : Veiller à une répartition symétrique et équilibrée des charges le long de la colonne vertébrale pour réduire les contraintes physiques sur le dos et améliorer le confort du port. Bien que les ajustements de poids puissent sembler insignifiants à l'échelle des grammes, l'équilibrage reste essentiel pour minimiser les effets de la charge sur la posture. Toutefois, l'aspect le plus crucial réside dans l'équilibre entre le GPB et le ceinturon. Le consensus a été établi sur le fait que ce déséquilibre affecte directement le confort et la mobilité des patrouilleurs pendant leurs interventions.
- **Adapter la quantité d'outils transportés** : Maintenir un ratio de charge cohérent par rapport au poids corporel des utilisateurs. La charge totale doit être en adéquation avec les actions et situations rencontrées, évitant ainsi les surcharges inutiles qui pourraient compromettre l'efficacité et la santé des patrouilleurs.

Ces préconisations, basées sur les verbalisations, les partages d'expérience entre les participants lors de cette étape de Co-design et les observations sur le terrain, servent de fondation pour développer des solutions adaptées aux besoins opérationnels des utilisateurs. Ce diagnostic a mis en évidence les principaux enjeux autour du design du GPB, identifiant des axes d'amélioration essentiels. Nos analyses ont été ajustées selon les verbalisations des participants pour élaborer des préconisations visant à optimiser l'utilisation du système MOLLE et répondre aux problématiques liées au port d'outils.

5.5.3 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Cette étape de Co-design a été essentielle dans notre démarche, nous permettant de confronter nos premiers constats et diagnostics à l'expérience des participants. Grâce à des échanges structurés, nous avons validé certaines observations, identifié des ajustements nécessaires et exploré des pistes d'amélioration adaptées aux réalités du terrain. Cette approche participative a également nourri une réflexion approfondie sur les solutions envisageables, aboutissant à l'élaboration d'un prototype de housse de GPB et de schémas de répartition intégrant les verbalisations des utilisateurs. Au-delà de la conception des solutions, ces séances ont permis d'exprimer et de mieux comprendre les préoccupations des participants concernant les changements proposés. Cette prise en compte proactive a été cruciale pour anticiper d'éventuelles résistances et affiner les propositions avant leur mise à l'épreuve lors de la simulation suivante.

Cependant, en raison des contraintes de disponibilité, la composition des groupes n'a pas pu être optimisée, ce qui a influencé les dynamiques de travail et les priorités entre les séances. Néanmoins, cette variabilité a enrichi l'analyse, offrant une diversité de points de vue et mettant en lumière des besoins spécifiques en fonction des profils des participants. Cette méthode de conception a également souligné l'importance d'une approche systémique, où le GPB n'est pas vu comme un élément isolé, mais comme une pièce centrale d'un ensemble plus large. Les recommandations qui en découlent ne concernent pas uniquement le GPB, mais incluent aussi des propositions pour optimiser les autres équipements (ceinturon, étuis, accessoires), afin d'améliorer la cohérence et l'efficacité de l'ensemble du dispositif porté par les patrouilleurs. Un des défis majeurs a été d'interpréter les verbalisations divergentes.

5.6 Deuxième simulation : Identifier les « schémas » de répartitions d'outils

Cette simulation nous a permis de nous concentrer sur l'application des recommandations issues de l'étape de Co-design dans les schémas de répartition. Les résultats mettent l'emphase sur le placement de la radio et son impact sur l'atteinte, la mobilité et le confort. Bien que le protocole global soit repris, nous avons choisi de nous concentrer spécifiquement sur ce volet, sans détailler l'ensemble des observations recueillies lors de cette simulation. Cette approche ciblée permet d'illustrer de manière plus précise les ajustements réalisés et leur pertinence. L'analyse des résultats a confirmé les tendances observées lors des phases précédentes, notamment en ce qui concerne l'influence de la coupe du GPB sur la mobilité et le confort. Elle a également mis en évidence les astreintes thermiques liées à l'endossement du GPB, bien que ces aspects, déjà documentés, ne soient pas représentés de manière détaillée dans cette section.

5.6.1 Schémas critiques

Les schémas qui ont présenté le plus de problèmes au niveau des scénarios et des manipulations sont ceux qui ne répondent pas aux préconisations "ergonomiques" mis en place à l'étape du Co-design : i) minimiser le volume à l'avant ; ii) éviter le regroupement des objets ; iii) espacer les objets proches du ceinturon ; iv) assurer un équilibrage des charges ; v) adapter la quantité d'outils transportés. Et ce qui va considérablement influer sur ces préconisations c'est le choix du placement de la radio lorsqu'on la voit sur la rangée la plus basse du GPB et dans l'axe diagonal d'atteinte du bâton, du Taser et du poivre (P3, P8, P10) illustré dans la figure 63.

Figure 63 : Schéma de répartition des outils sur l'équipement des participants à la deuxième simulation



5.6.2 Mobilité et confort : amplitude des bras

Lors des tests avec le GPB et l'agencement habituel des outils, une réduction de l'amplitude des bras a été observée, comme nous l'avions anticipé. Cette limitation a été confirmée lors du deuxième passage, réalisé

avec un GPB dépourvu d'outil, permettant d'évaluer la liberté de mouvement des participants sans entrave.

Parmi les postures dans le véhicule (Fig. 64), la posture adoptée lors de la rédaction de rapports s'est révélée être celle où la perte d'amplitude était la plus marquée. Il convient de souligner que la configuration intérieure des véhicules ne favorise pas une posture optimale dès le départ. Toutefois, la comparaison entre le schéma 1 (agencement habituel) et le schéma 2 (GPB sans outils) met en évidence une différence significative : plusieurs participants ont ressenti un net gain de confort lorsque le volume à l'avant était réduit.

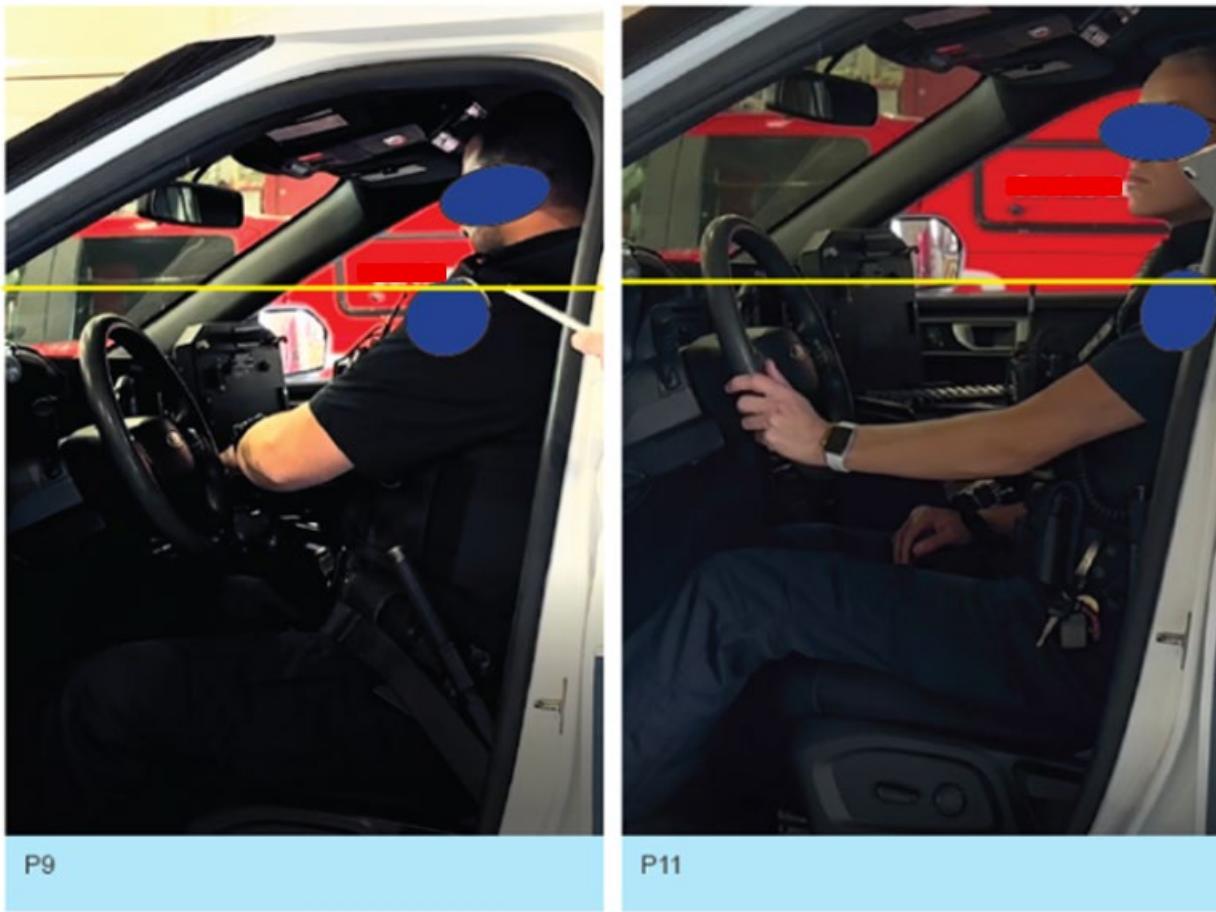
Figure 64 : Photographies de P4 montrant la différence de position du bras lors de la rédaction pendant les trois passages



Concernant le schéma 3, sept participants ont observé une amélioration grâce à une position plus haute de la radio qui leur a permis de passer le bras en dessous pour écrire, ce qui a éliminé certaines gênes liées au volume.

Les mouvements de monter et sortir n'ont pas connu de modification notable en raison du placement de la radio. Cependant, lors de la conduite (Fig.65), l'antenne a été perçue comme une légère gêne visuelle par trois participants (P1, P2, P9), bien que son emplacement soit similaire à celui de l'ancienne veste. Cette gêne n'a toutefois pas été jugée problématique, car elle ne présente aucun risque.

Figure 65 : Photographies montrant l'antenne radio hauteur P9 et P11



Passage 3 : Gilet avec schéma proposé et radio plus haute

Passage 3 : Gilet avec schéma proposé et radio plus haute

En dehors du véhicule, seule la position de tir a retenu l'attention. Pour deux participants (P1 et P2), cette disposition crée une contrainte : la radio, placée trop près du bras, entre en contact avec celui-ci, notamment lors des croisements de bras. Toutefois, cela ne limite pas les mouvements.

5.6.3 Mobilité et confort : atteinte aux outils

Nous avons observé que les participants ayant placé leur radio sur la dernière rangée du GPB avaient plus de difficulté à accéder aux objets situés sur le ceinturon, notamment ceux dans l'axe diagonal tels que le bâton, le poivre ou le Taser. Cependant, on retrouve aussi ce problème pour d'autres participants. Dans la figure 66, cette contrainte est illustrée par P1 dans la première séquence (en rouge) où récupérer le bâton nécessite une torsion du tronc et une élévation du coude. Dans la deuxième séquence (en vert), avec un

GPB sans outil, le mouvement est moins contraignant, permettant aux patrouilleurs de retrouver une amplitude sans torsion. Enfin, dans la troisième séquence, le repositionnement de la radio permet de maintenir cette amplitude, facilitant la récupération du bâton, malgré la présence d'autres objets sur le GPB.

Figure 66 : Séquences de récupération du bâton d'un participant avec son agencement habituel, le GPB vierge et l'agencement proposé avec la radio en haut. (P1)



La figure 67 présente un zoom détaillé de l'analyse des mouvements, comparant le passage où le patrouilleur porte sa radio dans sa position habituelle et celui où il teste notre proposition de placement plus haut. On a pu montrer qu'en suivant les recommandations, les manipulations étaient plus simples.

Figure 67 : Zoom sur la récupération du bâton d'un participant avec son agencement habituel et l'agencement proposé avec la radio en haut

Passage 1 : Gilet avec schéma de répartition du policier



Passage 3 : Gilet avec schéma proposé et radio plus haute



5.6.4 Design de la housse : design de la petite poche

Les données recueillies sur la petite poche avant confirment la nécessité d'un ajustement du design. P11, qui porte le plus petit GPB de la simulation (deux rangées), souligne que la poche est à la fois étroite et peu profonde, rendant le rangement de son calepin difficile (Fig.68). Lorsqu'elle l'y insère, il dépasse naturellement et la fermeture demande de nombreuses manipulations. Idéalement, elle aimerait le positionner à l'horizontale pour un accès plus pratique, mais l'ouverture ne le permet pas, l'obligeant à le ranger à la verticale, une solution peu optimale pour elle.

Figure 68 : Policière portant le GPB à deux rangées, dont le calepin ne rentre pas à la verticale dans la petite poche avant.



5.6.5 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

Cette méthode a permis de mettre en évidence plusieurs points saillants, notamment les écarts de confort et de mobilité observés lors de la rédaction de rapports et de la manipulation selon le volume des schémas de répartition adoptés par les participants par rapport au GPB vierge. Ces observations ont permis aux participants de prendre conscience des contraintes liées au volume. Par ailleurs, le test du placement de la radio avec un schéma de répartition plus léger a montré qu'un placement plus élevé de la radio améliorait le confort et la mobilité, rapprochant ainsi l'expérience de celle avec le GPB vierge. Ce test rapide a néanmoins révélé que la radio pouvait être positionnée trop proche du bras par rapport à notre proposition. Ainsi, nous prévoyons intégrer une boucle supplémentaire dans notre design au niveau de la demi-rangée qui maintient la radio afin d'offrir davantage d'options de placement.

À ce stade de la recherche, les simulations ont permis de valider les diagnostics et les solutions envisagées concernant l'atteinte des outils et l'amplitude des mouvements des bras. Elles ont également servi à mesurer l'impact des ajustements proposés sur les gestes et à évaluer leur efficacité pour améliorer l'ergonomie du GPB. L'analyse des vidéos et des séquences en arrêt sur image a permis de comparer les trois passages réalisés par chaque participant. Cette approche a facilité l'observation des différences et l'identification des configurations les plus adaptées selon l'agencement des outils, la morphologie des utilisateurs et le modèle de GPB porté.

Cependant, le prototypage de la radio positionnée plus haut à l'aide d'épingles présente certaines limites. Cette solution expérimentale, bien que révélatrice dans un premier temps, ne permet pas d'évaluer pleinement les effets de ce placement sur le confort et la fonctionnalité à long terme. En effet, l'utilisation d'épingles ne reproduit pas avec précision les contraintes liées à un dispositif fixe et durable. Nous analyserons donc les impacts de ce placement avec un prototype fonctionnel et plus robuste dans la section suivante afin de valider cette modification dans des conditions réelles d'utilisation.

Parmi les limites rencontrées, nous avons dû faire face à l'annulation complète de notre séjour de quatre jours prévus pour cette simulation, en raison d'une agression grave impliquant une patrouille en service. Cet incident a profondément perturbé l'organisation et nous a contraints à interrompre après seulement une journée, ce qui a eu un impact sur le déroulement et la collecte des données initialement planifiées. Dans la relation ergonomie-design, on remarque que l'implication d'utilisateurs dans la démarche peut allonger les délais et le calendrier des designers.

5.7 Élaboration d'un prototype, tests et validations en simulations dans un environnement contrôlé : troisième simulation

Cette section présente le processus d'élaboration du prototype, depuis les choix de conception jusqu'aux ajustements réalisés en réponse aux problèmes identifiés lors des phases précédentes. Une description détaillée du prototype est ensuite fournie, mettant en lumière les améliorations apportées en termes d'ergonomie et de fonctionnalité. Enfin, les simulations menées pour tester ce prototype sont exposées, pour évaluer son efficacité et sa pertinence en conditions similaires à celles rencontrées sur le terrain.

5.7.1 Processus d'élaboration du prototype : Le rôle des concepteurs industriels

Les entrevues avec le fabricant de GPB MOLLE ont permis de mieux comprendre le rôle des concepteurs industriels et l'influence de leurs connaissances techniques sur la conception du produit final. Ces échanges ont mis en lumière la rigueur des méthodes employées par l'entreprise, notamment dans le choix des matériaux, les tests de résistance et l'optimisation du design en fonction des contraintes de production.

Dans ce projet, le concepteur joue le rôle du designer. Lors de la présentation, nous avons exposé nos diagnostics, recommandations et critères de design, ainsi qu'un prototype de housse. Le fabricant a adopté une posture d'écoute, tandis que nous devions le convaincre en appuyant nos propositions sur notre

méthodologie et les apports de l'ergonomie. L'analyse posturale visuelle a facilité la compréhension des problèmes. Les images ont joué un rôle clé dans ce processus et ont permis d'appuyer notre discours et de justifier les modifications en apportant une démonstration des impacts sur l'ergonomie et la mobilité des utilisateurs. La quantité de participants observés (100 personnes) a renforcé la crédibilité de nos conclusions.

L'analyse des échanges avec le fabricant montre que collaborer dès les premières phases du projet permet une meilleure intégration des exigences industrielles dans le cahier des charges. Dans notre cas, cette intégration a pris du temps, car le développement d'un prototype n'avait pas été défini dès le départ. Une approche plus précoce aurait permis d'anticiper certaines contraintes de fabrication et d'ajuster les propositions de design plus rapidement en fonction des capacités de production. Par exemple, l'absence de patron précis du GPB ou de dimensions exactes a compliqué la conception, entraînant certains imprévus lors de la réalisation. Ainsi, la modification de la petite poche avec une ouverture en "L" a conduit à la suppression d'une colonne de MOLLE, un impact que nous n'avions pas pu anticiper. Heureusement, cela n'a finalement pas eu d'impact négatif sur l'accrochage des outils.

Malgré les bénéfices de cette collaboration, plusieurs défis ont émergé au cours du projet. L'un des principaux obstacles a été la difficulté d'anticiper tous les ajustements nécessaires dès les premières phases de conception. Certaines modifications, bien que pertinentes pour améliorer le confort et la mobilité, se sont révélées complexes à intégrer en raison des contraintes techniques et industrielles. De plus, la rigidité de certains processus de fabrication a limité la possibilité d'adapter rapidement le design en fonction des verbalisations des utilisateurs.

Le prototypage, bien qu'indispensable pour tester et valider les propositions, a rencontré certaines réserves de la part du fabricant qui a exprimé des doutes concernant certaines modifications, notamment sur le prototype à deux rangées, et ce, malgré les résultats positifs qu'il a générés.

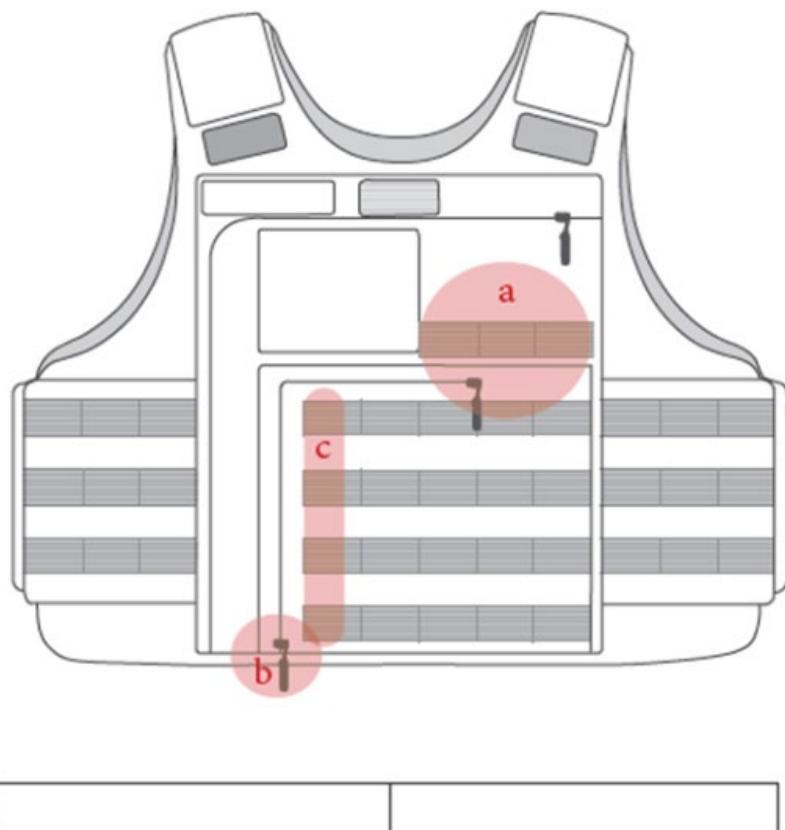
5.7.2 Description du prototype élaboré

Nous appuyant sur les recommandations établies au cours de notre recherche afin de résoudre un maximum de problèmes observés, nous avons conçu une configuration optimisée de la housse du GPB tout en préservant l'intégrité de son design global. Bien que des recommandations aient été formulées concernant la rigidité des emmanchures au niveau du panneau balistique et les astreintes thermiques, les

contraintes temporelles et budgétaires du projet ont nécessité de recentrer les efforts sur les schémas de répartition et sur l'optimisation de la housse avec des ajustements subtils, mais efficaces. Le prototype se concentre donc sur l'amélioration du système MOLLE, en tenant compte notamment du manque d'amplitude des bras, de l'atteinte réduite des outils en raison du volume au niveau de l'abdomen, de la collision entre le GPB et le ceinturon, ainsi que de la difficulté d'accès aux outils positionnés en diagonale sur le ceinturon.

Le prototype (Fig.69) réalisé préserve les éléments fonctionnels et appréciés de la housse du GPB et intègre des ajustements de design sur trois aspects principaux : l'ajout d'une demi-rangée de MOLLE au-dessus des rangées présentes (a), la réorganisation de la petite poche latérale (b – ouverture en "L" et étui interne modifié) et la réduction de la largeur du système MOLLE d'une colonne sur l'abdomen ce qui retire 3 cm (c).

Figure 69 : Prototype de housse du GPB avec les modifications présentées en rouge



5.7.2.1 Ajout d'une rangée de MOLLE (a)

Les simulations en environnement contrôlé ont montré que l'ajout d'un quart de ligne de MOLLE au-dessus de la plus haute rangée répondait aux problèmes identifiés au niveau de la stabilisation de la radio pour les GPB à deux rangées et du dégagement de la zone d'atteinte. Les tests ont confirmé que l'intégration de trois boucles au lieu de deux améliore l'atteinte aux outils du ceinturon tout en préservant la mobilité des bras (Fig.70). En plus de libérer de l'espace, cette adaptation facilite le placement des outils volumineux, comme la radio.

Figure 70 : Amélioration posturale lors de la récupération du bâton (P2)



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

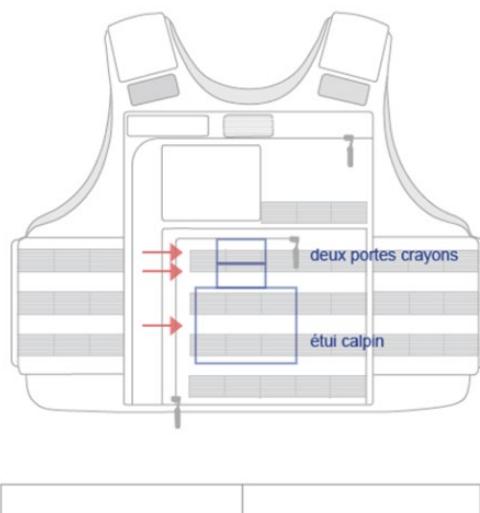
Repères de conception formulés à la suite des validations : Ajouter trois boucles MOLLE pour créer une demi- rangée située au-dessus de la rangée la plus haute, sur le côté droit de l'image, pour tous les modèles. Les dimensions de cette nouvelle rangée suivront les mêmes mesures que celles des autres rangées, conformément à la norme. Cette modification réduira l'espace disponible pour le logo de la police qui est ajusté en fonction de l'espace restant sur le GPB.

5.7.2.2 Changement d'ouverture de la petite poche (b)

La petite poche avant est perçue trop étroite et complique l'insertion et l'accès aux objets, particulièrement pour les modèles de plus petite taille. La modification a consisté à concevoir une ouverture en "L" pour faciliter l'insertion et le retrait des objets, permettre de les ranger à l'horizontale et assurer une fermeture plus efficace et sécurisée de la poche.

Repères de conception formulés à la suite des validations : Comme l'illustre la figure 71, la hauteur de la fermeture à glissière et la taille des poches ont été maintenues en fonction du modèle de GPB (2r, 3r, 4r). La fin de la fermeture horizontale se situe au niveau de la troisième boucle de la rangée MOLLE ajoutée sur chaque modèle. Un prolongement de la fermeture est intégré verticalement du côté gauche sur l'image, suivant la direction de l'horizontale jusqu'à la base du GPB, permettant ainsi une ouverture et une atteinte optimisées.

Figure 71 : Schéma de l'intérieur de la petite poche avec l'étui à calepin et les porte-crayons à l'horizontale



5.7.2.3 Réduction du système sur la partie avant (c)

L'ajout de la poche a nécessité la suppression d'une colonne du système MOLLE afin de permettre une ouverture aussi bien horizontale que verticale. Cette modification a été soigneusement réfléchie en tenant compte de la répartition du volume frontal sur l'abdomen. La réduction de la largeur du système vise à améliorer la mobilité des bras tout en optimisant l'atteinte aux outils, garantissant ainsi un équilibre entre fonctionnalité et ergonomie.

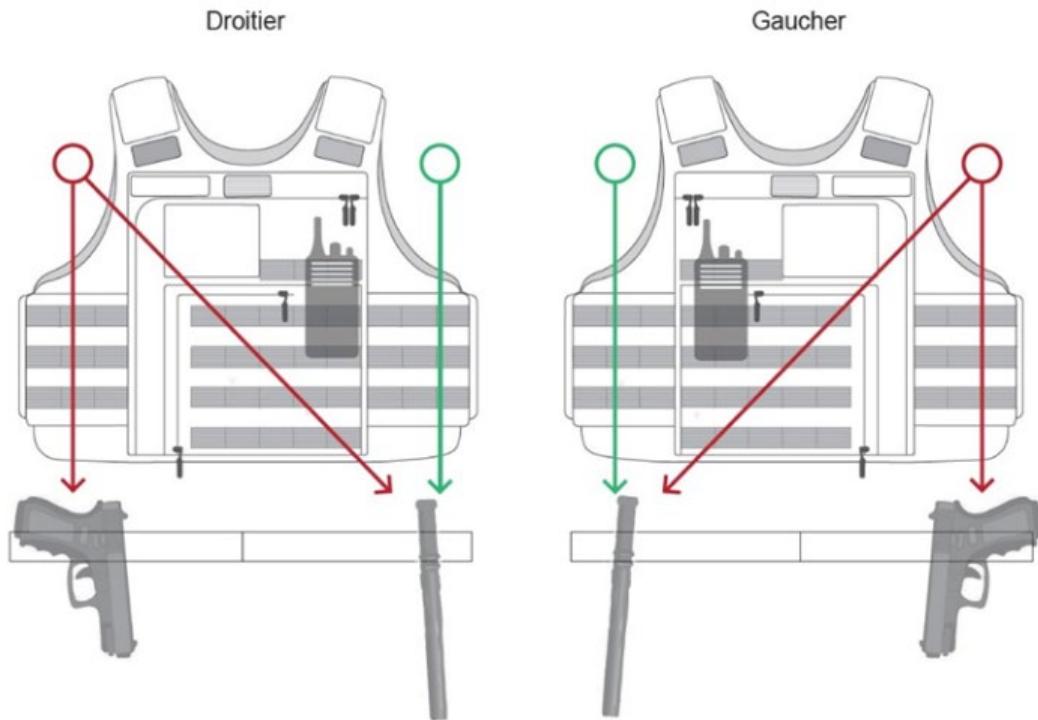
5.7.2.4 Changement de l'ouverture de la grande poche

Initialement, nous envisagions d'intégrer une fermeture à glissière sur toute la longueur de la grande poche pour faciliter l'ouverture / fermeture et éviter la déviation cubitale prononcée du poignet lors de la récupération du calepin et pour faciliter son insertion dans la poche ainsi qu'assurer une meilleure atteinte et une sécurité des objets stockés, mais cette modification s'est avérée impossible en raison de l'angle trop aigu de la poche.

5.7.2.4.1 Configuration en miroir pour les gauchers

La main dominante d'un patrouilleur influence directement son schéma de répartition d'outils. En raison de cette asymétrie, nous proposons une version du GPB adaptée aux gauchers (Fig.72). Au cours de notre recherche, nous avons rencontré un gaucher qui nous a fait part de son besoin spécifique d'avoir un GPB conçu pour sa particularité.

Figure 72 : Prototypes pour droitier et gaucher



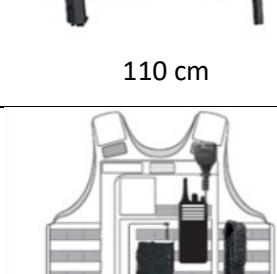
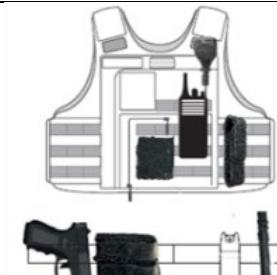
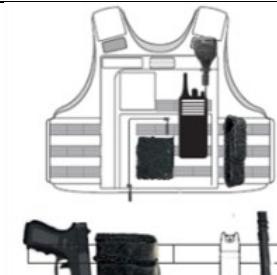
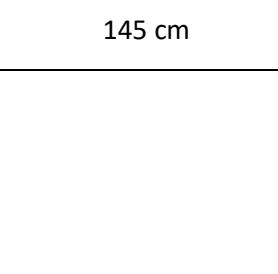
En prenant en compte cet aspect, nous avons constaté que les axes de répartition des outils, notamment ceux situés sur la demi-rangée MOLLE, doivent être inversés pour un gaucher, car plusieurs utilisent principalement la main gauche pour accéder aux outils. Par conséquent, le design de la housse et la disposition de l'ensemble des éléments sur le devant du GPB doivent être adaptés en miroir, inversant la configuration des poches et des accessoires afin de correspondre aux besoins d'un gaucher.

5.7.3 Résultats de la troisième simulation avec le nouveau prototype

5.7.3.1 Réduction du volume pour les GPB deux rangées

Comme illustré dans le tableau 17 pour P1 et P2, les modifications apportées ont permis une réduction du tour de l'abdomen au niveau du volume maximal après l'endossement du prototype, malgré l'utilisation des mêmes outils. P3 n'a pas eu de changement et le repositionnement de la radio d'une rangée plus haut n'a pas influencé son volume global. En effet, la radio était déjà placée au niveau le plus élevé de son GPB à quatre rangées, ce qui n'a pas affecté le volume global du dispositif. De plus, le tour de l'abdomen est demeuré élevé en raison d'une poche volumineuse sur le côté gauche, contribuant à l'encombrement.

Tableau 17 : Dimension (cm) du tour de l'abdomen selon trois modèles de gilet endossés par trois participants lors des validations

Participants /passages	GPB actuel, placement d'outils habituel	Prototype et proposition schéma	Prototype schéma libre
P1 Tour de taille de P1	   117 cm	   110 cm	   107cm
P2 Tour de taille de P2	   115 cm	   111 cm	   111 cm
P3 Tour de taille de P3	   145 cm	   145 cm	   145 cm

Les résultats obtenus pour P1 sont significatifs. La policière équipée d'un modèle à deux rangées présentait initialement un tour de l'abdomen de 117 cm. Lors du deuxième et troisième essai, cette mesure a diminué au total de 10 cm, passant à 110 cm, puis 107 cm. L'ajout d'une demi-rangée supplémentaire a permis d'optimiser l'agencement de sa radio et sa lampe de poche, rapprochant ses outils de son corps et réduisant ainsi l'encombrement (Fig. 73). Cette modification est importante d'un point de vue biomécanique, car plus les charges sont éloignées du corps, plus les efforts musculaires nécessaires pour les manipuler et compenser leur poids sont importants.

Figure 73 : Perte de volume entre le GPB actuel et le prototype pour P1



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

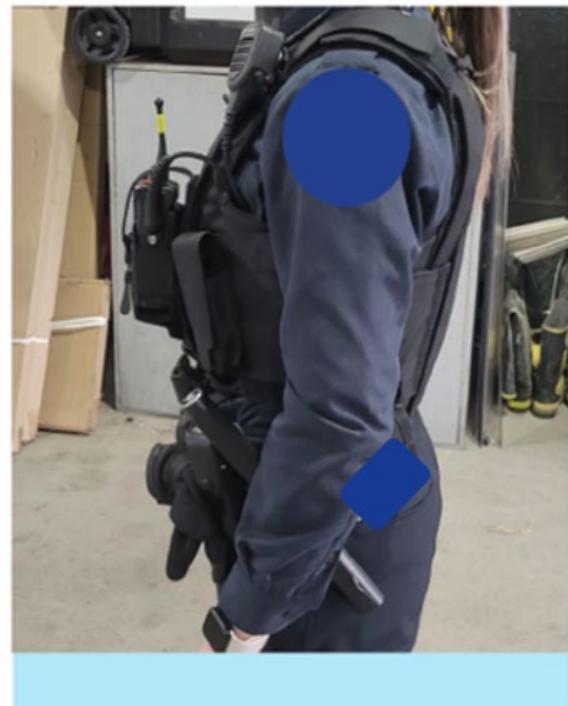
Pour P2, la réduction du volume est moins marquée, car le GPB comportant déjà trois rangées permettait initialement un placement adéquat de la radio (Fig.74). Toutefois, une diminution de 4 cm du tour de l'abdomen a néanmoins été observée entre l'essai avec le GPB actuel et les outils habituels et les deux essais avec le prototype intégrant la nouvelle demi-rangée pour la fixation de la radio. Il est possible que

le placement de la radio à l'avant du GPB, plutôt que sur le côté, ait pu contribuer à cette réduction en raison de la surface plus plane et adaptée à cet emplacement. Bien que l'ajout d'une rangée supérieure ne soit pas nécessairement à l'origine de cette diminution, il permet d'éloigner la radio de l'abdomen et de limiter les interférences avec le ceinturon.

Figure 74 : Perte de volume entre le GPB actuel et le prototype pour P2



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

Dans le véhicule, cette différence est également observable. Comme le montre la figure 75, la patrouilleuse P1 a sa radio collée sur le torse (à droite), ce qui évite qu'elle ne pende vers l'avant et réduit le volume occupé.

Figure 75 : Volume occupé par P1 en position assise dans le véhicule selon le placement de la radio sur le GPB MOLLE



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

5.7.3.2 Volume compacté et poids au-dessus de l'abdomen

En raison des modifications apportées résultant de l'ajustement de la petite poche, il était nécessaire de vérifier l'impact du retrait d'une colonne sur chaque GPB. Comme l'illustrent les schémas des trois passages pour chaque participant dans le tableau 17, le même nombre d'outils a pu être placé malgré cette réduction, soit cinq colonnes au lieu de six pour P3 et quatre colonnes au lieu de cinq pour P1 et P2.

On constate que, lors des passages deux et trois avec prototypes, cette colonne en moins oblige les outils à être plus proche et donc à compacter le volume au lieu de l'étendre sur une surface plus importante. Ce phénomène a été apprécié par les patrouilleurs qui n'ont pas regretté la suppression de cette colonne. Tous trois ont approuvé l'intérêt de compacter les outils afin d'optimiser l'espace, notamment au niveau des bras.

Le poids des outils et l'équilibre des charges sont des facteurs essentiels qui influencent le confort et la mobilité des patrouilleurs. Nous avons observé que les outils positionnés sur l'abdomen (dernière rangée du système MOLLE) concentraient le poids à cet endroit, ce qui devenait inconfortable lors de gestes tels que se pencher en avant ou courir, nécessitant alors de maintenir les outils pendant l'action. Lors des tests du prototype, les participants ont rapporté un confort accru lorsque la radio, l'outil le plus lourd du GPB (668 g), était positionnée plus haut sur le torse, améliorant ainsi l'équilibre du poids et l'atteinte. P3, qui avait déjà la radio positionnée en hauteur sur son GPB actuel, n'a pas perçu de différence significative en termes d'équilibre des charges, ce qui était attendu.

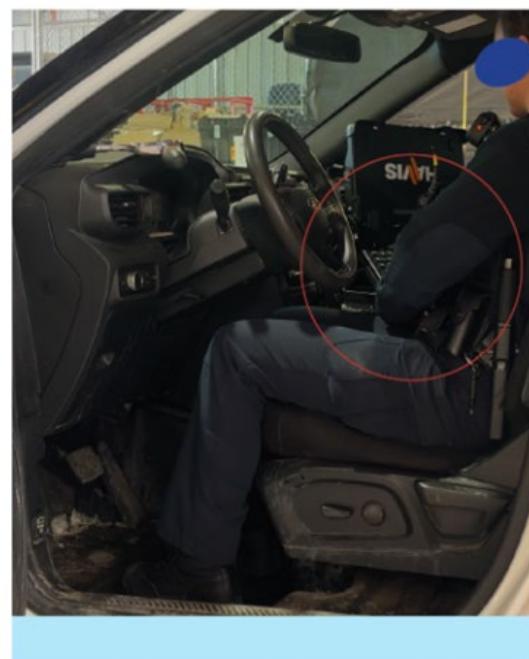
5.7.3.3 Amélioration de l'amplitude des bras à bord du véhicule

Dans le véhicule, la principale problématique observée lors des passages avec le GPB actuel est la restriction de l'amplitude des bras lors de la rédaction de rapports. En raison du volume à l'avant, les mouvements sont limités, rendant l'accès à l'ordinateur particulièrement difficile pour le bras gauche (Fig. 76).

Figure 76 : Diminution de l'amplitude du coude de P1 en position de rédaction de rapport selon le GPB actuel (à gauche) et le prototype (à droite)



Passage 1 : Gilet habituel

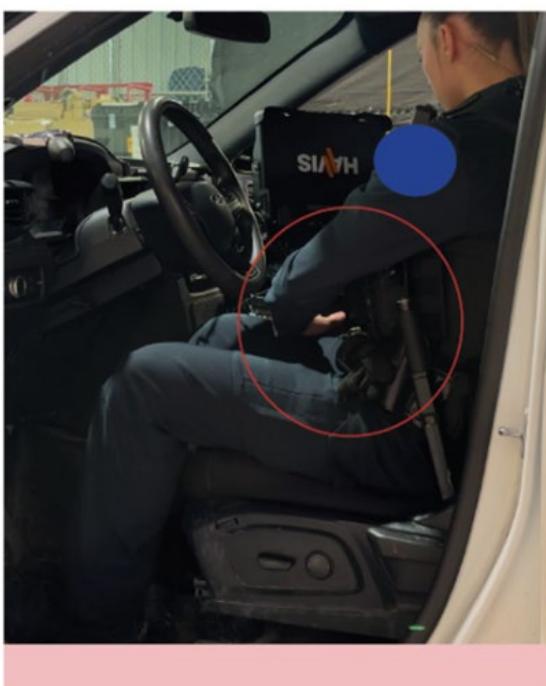


Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

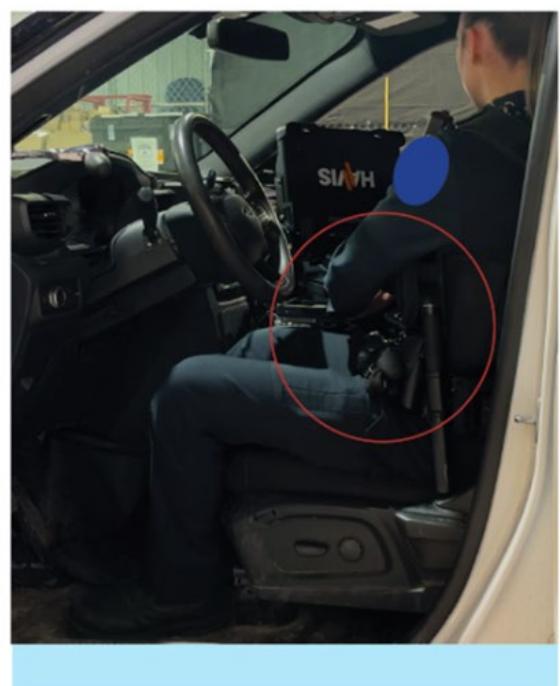
Les passages deux et trois avec le prototype ont démontré une amélioration notable de l'amplitude de mouvement pour les participants, en raison du repositionnement de la radio et de la réduction de volume observée. En effet, cette perte de volume (10 cm pour P1 et 4 cm pour P2) améliore considérablement leur atteinte et leur amplitude de mouvement au niveau des bras, notamment lors des mouvements d'adduction. P1 ayant la possibilité de fixer sa radio sur la demie rangée du prototype, accédait plus facilement au clavier pour rédiger les rapports. Sa posture globale s'est améliorée, lui permettant de rester confortablement assise avec son coude plus proche du corps.

En ce qui concerne P2, on note également une diminution importante de l'élévation du coude et la rotation de l'épaule lorsque la radio est positionnée plus haut et à l'avant sur le prototype, par rapport au premier passage où la radio était située sur le côté. Dans l'image de gauche (Fig.77), on constate que le placement de la radio impose la posture contraignante du bras, car elle se trouve directement dans le biceps. En revanche, dans l'image de droite, la radio est placée dans le creux du coude en position de rédaction, ce qui rend la posture moins contraignante.

Figure 77 : Diminution de l'élévation du coude et la rotation de l'épaule de P2 lors de la rédaction de rapport selon



Passage 1 : Gilet habituel



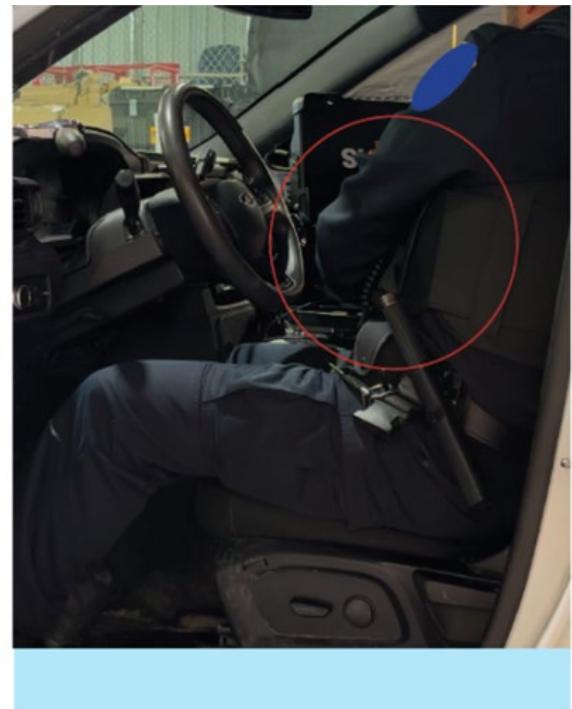
Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

L'amélioration de la posture est significative pour P3, car la radio est positionnée suffisamment haut sur le prototype pour lui permettre de passer le bras en dessous lors de la rédaction de rapport (Fig.78). Cette modification se reflète clairement dans l'image de gauche où le coude est collé au corps, ce qui facilite l'accès au clavier et réduit la contrainte au niveau de l'épaule et du bras.

Figure 78 : Diminution de l'amplitude du coude de P3 lors de rédaction de rapport selon l'endossement du GPB actuel (gauche) et du prototype.



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

5.7.3.4 Atteinte des outils améliorée

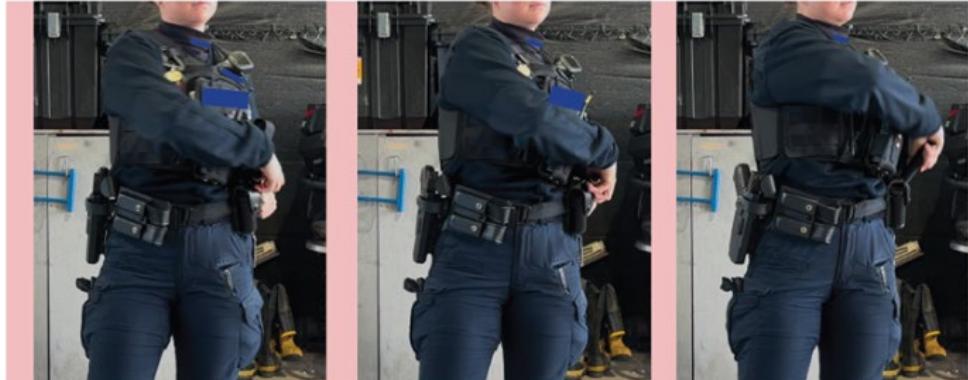
Les manipulations ont mis en évidence des progrès considérables au niveau de l'atteinte des outils. Pour chaque passage, les résultats des manipulations d'outils montrent une amélioration de l'atteinte des outils situés sur le ceinturon, qui sont les plus complexes à atteindre en raison du volume mal reparti sur le GPB actuel. Le prototype offre une meilleure amplitude de mouvement en permettant de positionner la radio à un emplacement qui évite l'obstruction du bras.

Sur chaque figure, nous avons conservé deux passages : le premier avec les outils habituels portés sur le GPB actuel des participants, et le second avec le prototype, où seule la disposition de la radio a été modifiée en l'installant sur l'emplacement dédié.

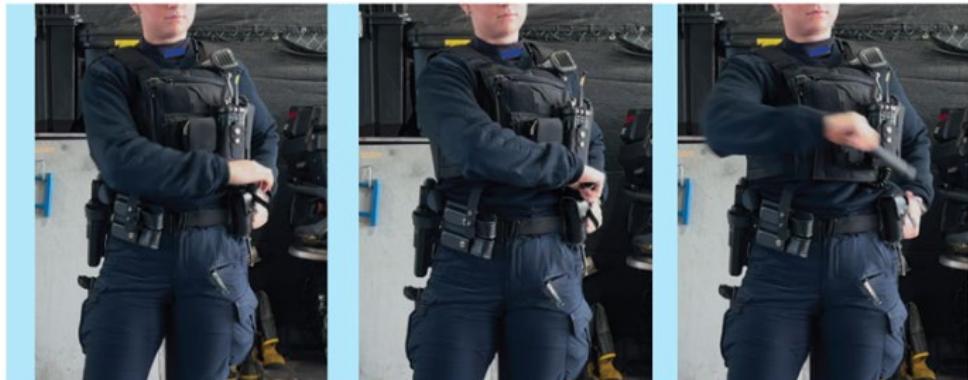
Atteinte du bâton télescopique : L'analyse de la séquence avec le prototype montre que le geste pour attraper le bâton est plus fluide pour P1, sans torsion du tronc ni élévation excessive du coude (Fig.79). La policière a également verbalisé que le mouvement lui permettait de mieux agripper le bâton grâce à l'amplitude.

Figure 79 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P1

Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé



P2 souligne également la facilité d'accéder à son bâton grâce au placement plus haut de la radio. Les mêmes bénéfices sont observés : absence de torsion du tronc et réduction de l'élévation du coude (Fig. 80).

Figure 80 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P2



Pour P3 comme l'illustre la figure 81, les mêmes bénéfices sont observés. Il mentionne que l'angle pour attraper son bâton est plus naturel grâce au placement plus haut de la radio.

Figure 81 : Fluidité du geste de récupération du bâton avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée) pour P3



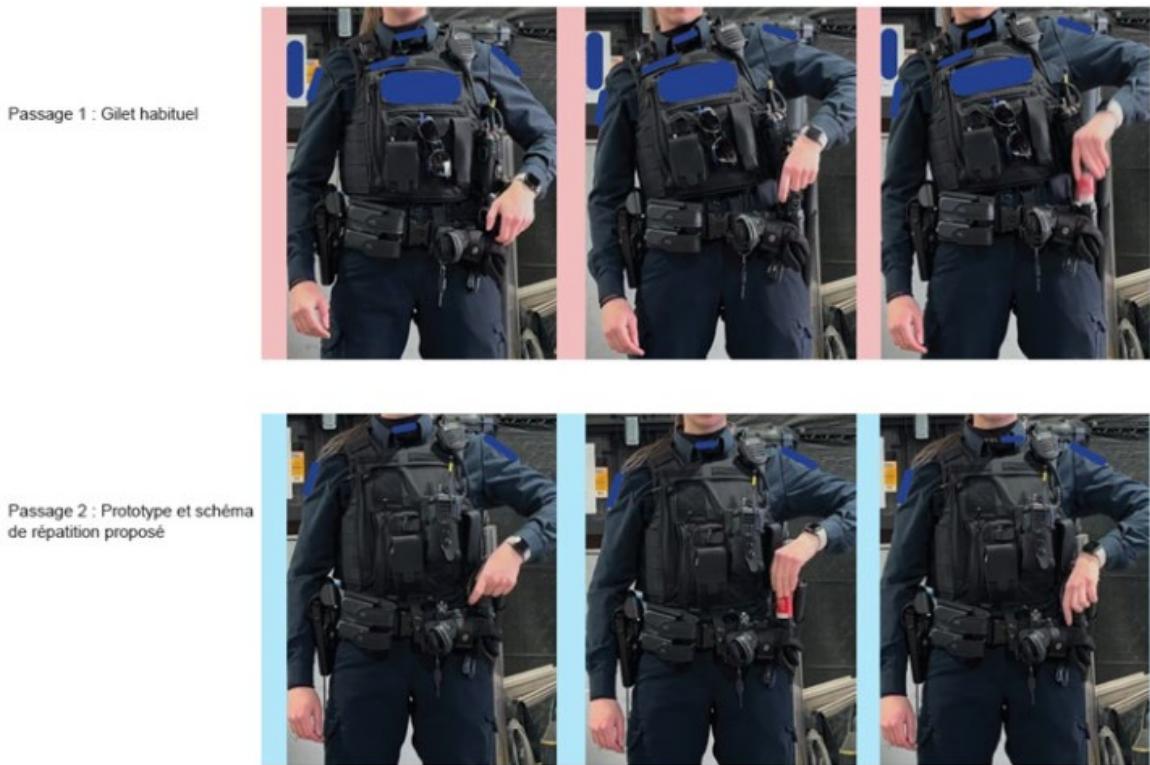
Atteinte du poivre de Cayenne : Les résultats sur l'atteinte du poivre de Cayenne sont plus nuancés. Pour P1, le principal mouvement contraignant, à savoir l'extension du dos vers l'arrière pour attraper l'outil, ne semble pas avoir été modifié avec l'endossement du prototype (Fig.82).

Figure 82 : P1 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée)



En revanche, pour P2, les bénéfices sont visibles : Pas d'extension du dos vers l'arrière pour récupérer le poivre, comme l'illustre le passage 2 avec le prototype (Fig.83).

Figure 83 : P2 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB actuel (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)



Pour P3, le mouvement reste inchangé, car il était déjà à l'aise pour récupérer son poivre avec le GPB actuel. Selon sa verbalisation, il n'y a aucune différence avec le prototype (Fig.84).

Figure 84 : P3 récupération du poivre de Cayenne avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)



Atteinte du calepin : La modification apportée au prototype améliore l'atteinte du calepin, comme en témoignent les résultats positifs sur l'angle de déviation du poignet, désormais plus naturel et instinctif ; un aspect apprécié par les trois participants (Fig.85). L'espace d'ouverture est jugé satisfaisant par tous. Toutefois, pour le GPB de P1 (deux rangées), une extension verticale de la poche serait bénéfique pour optimiser son usage.

Figure 85 : P3 récupération du calepin dans la petite poche avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)



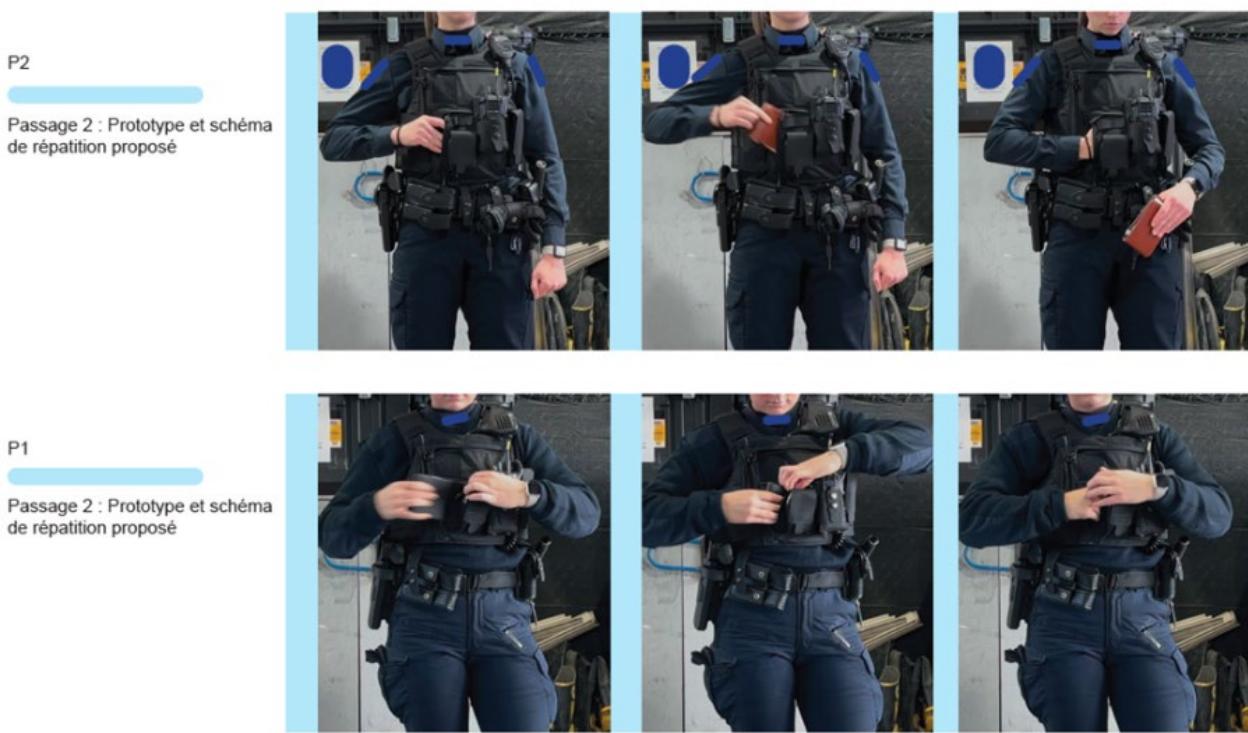
Pour P3 qui utilise sa petite poche pour ranger son calepin, le prototype permet d'éviter la déviation cubitale qu'il devait effectuer avec son GPB actuel qu'on voit dans la séquence rouge du passage 1 (Fig. 86). La modification du design de la poche réduit la contrainte sur le poignet et améliore la fluidité du mouvement comme on le voit sur la séquence bleue du passage 2.

Figure 86 : Zoom sur la récupération du calepin déviation cubitale du poignet et élévation du coude



P1 et P2 n'utilisent pas la petite poche de leur GPB actuel pour ranger leur calepin, car ils estiment que l'espace est trop restreint et que le placement de l'ouverture rend l'accès au calepin difficile. Dans la figure 87, nous voyons qu'avec la modification du prototype, les deux participantes ont pu utiliser la poche de manière efficace. Elles considèrent ce design supérieur à l'original, notamment grâce à l'angle de récupération et à l'orientation horizontale des objets, contrairement à la disposition verticale du modèle précédent. Ce changement facilite l'utilisation complète de la poche, permettant à la main de pénétrer plus aisément à l'intérieur.

Figure 87 : P1 et P2 récupération du calepin dans la petite poche avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)

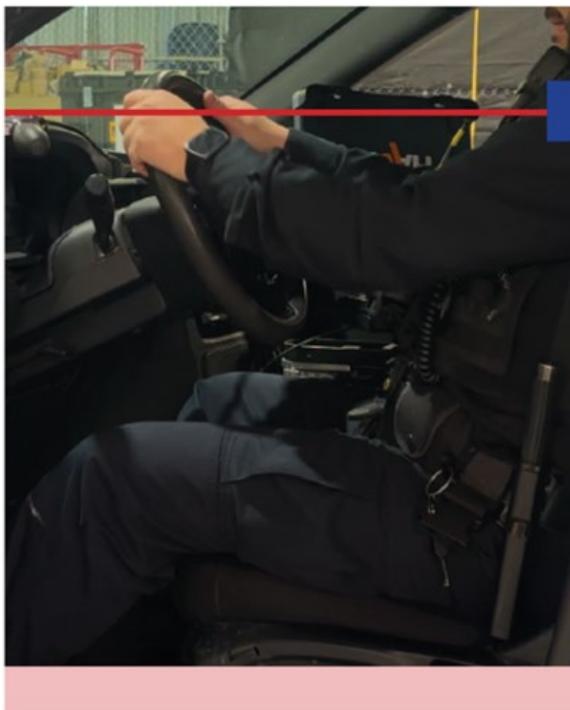


5.7.3.5 Critiques par rapport au prototype

Antenne dans le champ de vision : Le prototype permet de positionner le matériel plus haut sur le GPB, libérant ainsi les axes de mouvement des bras et améliorant l'atteinte des outils. Cependant, pour P3, qui dispose de plus de rangées et a suffisamment d'espace pour organiser son équipement tout en libérant la rangée MOLLE inférieure, le repositionnement de la radio a soulevé un nouvel enjeu (Fig.88). En raison de sa grande antenne, la radio placée plus haut rentre partiellement dans le champ de vision. Bien qu'elle ne

soit pas directement à hauteur des yeux et ne présente aucun danger, sa couleur jaune plus visible peut devenir une source de distraction visuelle, surtout en position assise lors de la conduite.

Figure 88 : Hauteur de l'antenne de la radio pour P3 avec le GPB (placement d'outils habituel) et avec le prototype (placement d'outils avec la radio fixée plus haut)



Passage 1 : Gilet habituel



Passage 2 : Prototype et schéma de répartition proposé

En revanche, P1 et P2 n'ont pas perçu la présence de l'antenne comme un problème. Pour elles, elle reste partiellement visible et n'entraîne pas de gêne ou de distraction, même en position assise. Cette différence de perception pourrait être liée à la taille du GPB et à la position spécifique de la radio dans le champ visuel qui varie en fonction de la morphologie de chaque participant.

Hauteur des outils fixés sur la demi-rangée : Lors du passage où nous avons proposé un schéma de répartition du matériel sur le prototype, P3 n'a pas apprécié la hauteur de la lampe de poche positionnée sur la nouvelle moitié de rangée, comme illustré dans le tableau 17. L'extraction de la lampe nécessitait de lever les bras plus haut pour ouvrir l'étui, ce qui n'était pas optimal en termes d'atteinte et de confort. Lors du troisième passage, P3 a repositionné la lampe à son emplacement initial, estimant cette hauteur

plus adaptée. En revanche, les deux autres participantes ont apprécié l'utilisation de cette demi-rangée pour fixer des outils comme la lampe de poche et les menottes. Elles ont souligné que cela optimisait l'espace disponible sur le GPB tout en maintenant une bonne atteinte et une répartition du poids plus confortable, réduisant ainsi la sensation d'encombrement. Cet exemple illustre néanmoins l'avantage du système MOLLE pour favoriser des stratégies de placement mieux adaptées selon chacun.

Logo “POLICE” apprécié sur le GPB MOLLE actuel : P3 a exprimé une réserve concernant le sigle « POLICE » supprimé à l'avant du GPB, car il l'appréciait pour sa capacité à garantir une reconnaissance rapide de face. Le prototype prévoyait de retirer ce sigle pour libérer de l'espace et intégrer une zone carrée pour le logo de l'organisme de police. Même si le mot « POLICE » est également inscrit en grand à l'arrière du GPB, il semble opportun de le préserver à l'avant.

5.7.4 Apports des différentes méthodes pour évaluer et améliorer la conception des GPB

C'est dans cette partie que le dialogue ergonomie-design nous semble le plus en interaction : *le design contribue à la genèse des outils requis pour valider l'ergonomie du design*. Les simulations et la comparaison de différents modèles de GPB ont confirmé la pertinence des modifications apportées au prototype, la demi-rangée, la petite poche et la suppression d'une colonne MOLLE. L'analyse des séquences vidéo a démontré leur efficacité sur les postures de travail, les situations à l'intérieur et hors du véhicule, ainsi que les manipulations. Grâce au placement de la radio sur la demi-rangée, nous avons constaté une réduction de l'encombrement pour les gilets deux rangées et trois rangées, une meilleure amplitude des bras et amélioration significative de l'atteinte aux outils avec la récupération du bâton (P1, P2, P3), du poivre (P2), et du calepin (P1, P2, P3). Le placement plus compact des outils sur l'avant du gilet, concentré sur le haut de l'abdomen et le torse, a également été apprécié pour l'équilibre du poids et le confort en mobilité. Concernant la poche, une approche intégrant un accès latéral a permis de montrer, d'un point de vue postural, une amélioration notable en termes de confort et d'efficacité. La discussion qui a suivi a mis en évidence les gestes nécessaires à son utilisation, tout en soulignant que, bien que fonctionnelle, cette configuration pouvait sembler moins intuitive au premier abord.

Les simulations ont également permis d'identifier des points de divergence, notamment l'inconfort généré par un placement plus haut de la radio sur le GPB à quatre rangées. L'antenne pouvant interférer avec le champ de vision, cet aspect mériterait une exploration plus approfondie. Cependant, compte tenu des améliorations répertoriées, le prototype permet de répondre aux problèmes du système MOLLE. Enfin,

pour affiner ces résultats, il serait pertinent de tester le prototype sur un échantillon plus large et d'intégrer de nouvelles situations d'observation, comme la manipulation du Taser ou de la carabine avec le prototype.

Concevoir un prototype fonctionnel nous a permis de constater la différence par rapport à la simulation 2, où nous avions tenté de maintenir la radio plus haute sur le GPB à l'aide d'épingles. Cette approche a certes permis de tester rapidement une idée, un véritable prototype a considérablement enrichi l'engagement des participants et la pertinence des verbalisations. Cependant, la fabrication de prototypes, bien qu'essentielle à la démarche, comporte un coût non négligeable qu'il est crucial de prévoir dès le début du projet. Ce coût doit être pris en compte pour garantir la faisabilité et la pertinence de l'interaction avec les utilisateurs.

CHAPITRE 6

DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude était d'analyser les enjeux liés à l'endossement du GPB chez les patrouilleurs, en mettant en lumière les impacts du système MOLLE sur la répartition du poids, la mobilité et le confort. L'étude a effectivement permis de répondre aux objectifs définis (en section 2.1 et 2.2) en apportant une analyse approfondie des enjeux liés au GPB. Nous avons d'abord répondu à la demande du milieu policier en identifiant des critères de sélection et de conception pour un GPB intégrant un système modulaire polyvalent. L'impact du GPB a été évalué à travers des méthodes croisant design et ergonomie, mettant en avant la manière dont l'analyse de l'activité enrichit la conception d'EPI corporel. Nous avons pu définir des critères spécifiques facilitant la sélection ou la conception de GPB avec système MOLLE, en tenant compte de la diversité des morphologies et des exigences opérationnelles des patrouilleurs.

Au total, 100 policiers ont participé à cette étude, permettant d'obtenir un large éventail d'expériences. Cette diversité de profils a renforcé la pertinence des résultats en soulignant l'importance d'une conception adaptée aux réalités du terrain. Sans reprendre les résultats puisque ceux-ci ont été largement traités dans cette étude, cette section vise à mettre en perspective ces résultats. Nous commençons par discuter des objectifs atteints dans un premier temps, puis de l'application des recommandations dans le choix de l'EPI, ainsi que de la relation entre design et ergonomie avec les acteurs du projet. Enfin, nous abordons les limites de l'étude et les perspectives qu'elle ouvre pour le développement de solutions plus adaptées à la réalité du terrain.

6.1 Analyse de l'impact du GPB : Réponse aux objectifs

- **L'étude a permis** d'évaluer dans quelle mesure le design du GPB actuel influence la qualité de conduite, entrave les postures, la mobilité et l'exécution des manœuvres, tout en générant un certain inconfort, notamment des contraintes thermiques. Le GPB MOLLE a un impact significatif sur les postures dans le véhicule, affectant principalement la conduite et la rédaction de rapports. Hors du véhicule, il entrave également la position de tir ou l'accès au calepin rangé dans une petite poche. Selon le schéma de répartition des outils, il peut aussi nuire à la manipulation du matériel porté au ceinturon, notamment le bâton télescopique, le poivre de défense ou le Taser.

- L'étude a permis de montrer que l'intégration des coquilles avec double balistique du GPB Molle féminin a été appréciée par plusieurs policières et qu'elles favorisent un confort accru lors de l'exécution des mouvements des policières. L'amélioration par rapport aux modèles précédents est indéniable. Plusieurs participantes ont rapporté que le GPB féminin offrait un meilleur ajustement au niveau de la poitrine, réduisant la pression et améliorant la protection en couvrant mieux le sein. D'autres n'ont pas ressenti de différence notable, bien qu'elles aient tout de même préféré ce modèle. Les résultats ne font cependant pas l'unanimité. Le questionnaire montre que pour certaines, les coquilles favorisent l'apparition d'inconforts. Il serait pertinent de poursuivre l'étude sur ce facteur afin de déterminer ce qui est à l'origine de ces commentaires.
- L'étude a permis d'analyser l'impact de la coupe, du poids, de la flexibilité et des matériaux des housses de protection et des panneaux balistiques sur la mobilité, le confort thermique, ainsi que sur l'image professionnelle et la perception des patrouilleurs. Les résultats montrent que la coupe du GPB influence directement la mobilité, notamment au niveau des emmanchures. Leur largeur, l'épaisseur du tissu ou la rigidité du panneau balistique peuvent entraver certains mouvements, en particulier lorsque les bras sont en adduction ou se croisent. Ces contraintes se manifestent principalement lors de la conduite (notamment pour effectuer des virages serrés), en position de tir ou lors de la récupération d'outils en diagonale sur le ceinturon. La flexibilité du GPB joue donc un rôle clé, et il serait pertinent d'en améliorer l'aisance, notamment aux extrémités, afin de limiter les entraves.

En revanche, le poids du GPB en lui-même ne semble pas être une source majeure d'inconfort ; c'est plutôt la répartition des outils fixés dessus qui influence la perception de la charge et son impact sur le haut du corps. À l'instar des travaux de Vezeau, Comtois et Budico (2021) avec le GPB des policiers motards, les contraintes thermiques demeurent significatives avec le GPB MOLLE et mériteraient une analyse approfondie.

Nos résultats montrent que la majorité des patrouilleurs ne perçoivent pas d'amélioration avec le tissu en « mesh » 3D, ce qui soulève des interrogations sur son efficacité réelle. Le défi est de concilier un tissu ou une solution suffisamment rigide pour que l'air puisse circuler et évacuer la chaleur sous la compression du GPB tout en étant suffisamment souple pour assurer le confort. Il

serait donc pertinent de poursuivre la recherche afin d'identifier avec certitude les éléments du design qui pourraient être optimisés pour améliorer la régulation thermique. Le design doit considérer la présence accrue de chaleur dans le haut du dos et au centre du torse. Enfin, l'image professionnelle s'est nettement améliorée avec le GPB actuel. Les patrouilleurs apprécient son apparence, qu'ils jugent plus professionnelle et de meilleure qualité, tant en termes de matériaux que de design.

- **L'étude a permis** d'analyser l'impact de la disposition d'outils à différents endroits sur les postures, les gestes et les mouvements selon les actions effectuées. L'objectif était d'évaluer si cette configuration pouvait favoriser l'apparition de douleurs ou d'inconforts. Les résultats montrent que l'emplacement des outils sur le système MOLLE a un impact significatif, particulièrement au niveau du tour de taille qui s'élargit avec l'ajout d'outils volumineux (radio, double étui à menottes). En position assise dans le véhicule, le volume frontal complique la rédaction des rapports. De plus, lorsque les outils sont positionnés dans l'axe diagonal du bras dominant — habituellement utilisé pour récupérer le bâton, le poivre ou le Taser sur le ceinturon — l'amplitude du mouvement est réduite. L'ajout d'outils sur le GPB impose également des postures contraignantes, telles que des torsions du buste, une élévation excessive du coude ou une extension du dos vers l'arrière, ce qui peut engendrer un inconfort prolongé.
- **L'étude a permis** d'identifier les schémas de répartition les plus efficaces pour faciliter l'exécution rapide des gestes tout en minimisant les entraves aux mouvements. Les résultats montrent que lorsque la radio (objet le plus encombrant en termes de dimensions, de volume et de poids), est placée plus haut sur le GPB (comme testé sur le prototype), l'axe diagonal du bras dominant est dégagé, les obstacles lors de la récupération d'outils sur le ceinturon (bâton, poivre et Taser) sont amoindris, voire éliminés. Cette configuration améliore l'atteinte, rétablit l'amplitude du bras et facilite l'exécution rapide des gestes en limitant les postures contraignantes. De plus, ce placement optimise la mobilité du bras gauche à bord du véhicule, notamment lors de la rédaction des rapports, en réduisant l'élévation du coude. L'élaboration d'un schéma des axes à dégager, du point de vue des connaissances, constitue un apport original dans la recherche. Elle met en évidence la nécessité d'identifier ces axes d'atteinte et de s'assurer de leur dégagement afin d'optimiser l'accès aux outils et la mobilité des bras dans l'application des ÉPI.

- En ce qui concerne l'équilibre du poids et la répartition, nos observations ont montré que la charge tend à se concentrer à l'avant, avec une répartition latérale lorsque des outils sont placés sur les côtés. Pour préserver leur mobilité et leur confort, il est essentiel que les patrouilleurs puissent ajuster la répartition de la charge en fonction de leurs besoins. La littérature scientifique souligne l'importance d'un équilibre des charges autour de l'axe rachidien pour prévenir les douleurs dorsales (El Ouaaid, 2014), et que ce poids peut affecter la mobilité des patrouilleurs (Dempsey, Handcock & Rehrer, 2014). Compte tenu du volume et du poids de la radio (≥ 500 g), son positionnement près du plan sagittal et au-dessus de l'abdomen est nettement préférable. L'idéal serait de répartir le poids autour de l'axe du corps, mais aucun outil ne peut être disposé dans le dos pour compenser ceux placés à l'avant. Placer des objets sur les côtés est également peu pratique et gênant. Notre prototype a été apprécié par les participants, notamment pour sa concentration des objets au centre, près du torse, libérant ainsi le bas de l'abdomen et offrant une meilleure amplitude des bras, tout en facilitant l'accès aux outils sur le ceinturon.

Les données sont insuffisantes sur l'impact à long terme d'un placement plus haut des outils. Une étude plus approfondie menée sur une période prolongée en situations réelles durant des quarts de travail complets permettrait d'évaluer ces effets de manière plus précise. Toutefois, il demeure essentiel d'adapter une répartition en fonction de la morphologie de chaque individu afin d'éviter une surcharge disproportionnée. L'idéal pour les patrouilleurs serait de répartir la charge entre le haut du corps et le ceinturon pour maintenir un équilibre optimal.

- **L'étude a permis** d'établir des critères de performance d'un GPB qui répond aux dimensions corporelles variées des agents et aux exigences du travail des patrouilleurs sur le plan thermique, de la mobilité et de la protection et proposer des repères de conception ou de choix (textiles, dimensionnement et structure) qui permettront de répondre à ces critères. L'un des éléments déterminants dans l'ergonomie du GPB est le nombre de rangées MOLLE disponibles pour fixer des outils. Les résultats montrent que les GPB dotés de seulement deux ou trois rangées offrent un espace limité, restreignant les options de disposition et pouvant entraîner une surcharge localisée affectant la répartition du poids et la liberté de mouvement. À l'inverse, les modèles à quatre rangées permettent une organisation plus équilibrée du matériel, réduisant les contraintes posturales et améliorant le confort des agents en intervention comme en véhicule.

Ces observations soulignent l'importance d'une conception qui prend en compte non seulement la compatibilité du GPB avec les diverses corpulences, mais aussi la nécessité d'une modularité accrue pour optimiser son usage selon les besoins des patrouilleurs.

6.1.1 Les cinq préconisations guidant la répartition des outils

Un des apports originaux de l'étude est certainement l'élaboration de cinq préconisations ergonomiques appuyés par une schématisation de l'EPI des policières et policiers mettant en évidence leurs axes de mouvement (Fig. 89). Ce support visuel accompagne la compréhension des préconisations sans toutefois les résumer à lui seul. Ces derniers sont à prendre en compte lors de la conception ou de la sélection d'un GPB, et plus largement, des EPI servant de support à des outils. En effet, de nombreux EPI utilisés dans les domaines de la sécurité, de l'électricité ou des télécommunications intègrent aujourd'hui des systèmes permettant d'accrocher et de transporter différents outils.

Figure 89 : Dessin des trois axes (bras) en mouvement à libérer



1. Identifier les axes clés : Il est essentiel d'analyser les mouvements principaux des bras et des épaules afin d'optimiser l'atteinte aux outils fixés sur le GPB et le ceinturon. Cette analyse doit tenir compte des asymétries fonctionnelles liées à la latéralité (droitier ou gaucher), mais aussi des spécificités du rôle opérationnel du policier (ex. : conducteur, tireur, intervenant principal, etc.). En identifiant les zones les plus sollicitées en mouvement, telles que les trajectoires de saisie, les arcs de rotation ou les positions d'appui, il devient possible de proposer un positionnement d'outils qui minimise les contraintes gestuelles tout en favorisant des manipulations rapides, efficaces et sécuritaires. La figure 93 illustre les trois axes essentiels à prendre en compte pour améliorer l'atteinte aux outils portés au ceinturon.

2. Minimiser le volume à l'avant : Réduire l'encombrement à l'avant permet de préserver la liberté de mouvement des bras, particulièrement dans les zones correspondant aux principaux axes d'action et de se faufiler plus facilement dans les endroits exigus. Cette configuration facilite l'accès aux outils, améliore l'ergonomie gestuelle et optimise la mobilité en intervention. Il est ainsi recommandé de limiter le nombre d'outils positionnés à l'avant, en portant une attention particulière aux objets volumineux, comme la radio ou les étuis doubles pour menottes. La radio devrait idéalement être placée en dehors des trois axes principaux de mouvement des bras, par exemple plus près du centre du torse afin de ne pas entraver les gestes. De même, le port d'une ou deux paires de menottes dans des étuis simples est à privilégier, plutôt qu'un étui double plus encombrant.

3. Espacer les objets proches du ceinturon : Il est important d'éviter la concentration d'objets susceptibles de provoquer des collisions ou de gêner les mouvements. Les outils doivent être positionnés de façon à limiter leur proximité avec le bas de l'abdomen et ceux fixés sur le ceinturon afin de réduire les risques de frottements ou de chocs lors des mouvements de flexion avant. Concrètement, pour les utilisateurs disposant d'un gilet à quatre rangées, il est recommandé d'éviter de placer la radio sur la dernière rangée proche du ceinturon afin de préserver la liberté de mouvement et le confort.

4. Assurer un équilibrage des charges : Il est essentiel de garantir une répartition symétrique et équilibrée des charges sur le plan sagittal, l'équivalent de l'axe de la colonne vertébrale sur la partie abdominale afin de réduire les contraintes physiques sur le rachis et d'améliorer le confort lors du port. Pour cela, il convient d'harmoniser non seulement la charge globale, mais aussi sa répartition entre le GPB et le ceinturon.

5. Adapter la quantité d'outils transportés : Il est important de maintenir un ratio cohérent entre la charge transportée et le poids corporel de l'utilisateur. La charge totale doit être adaptée aux exigences des activités et aux situations opérationnelles afin d'éviter les surcharges inutiles susceptibles de nuire à l'efficacité, à la mobilité et à la santé des agents. Cette adaptation passe par une réflexion rigoureuse sur le besoin réel en outil, privilégiant l'essentiel et limitant le poids superflu.

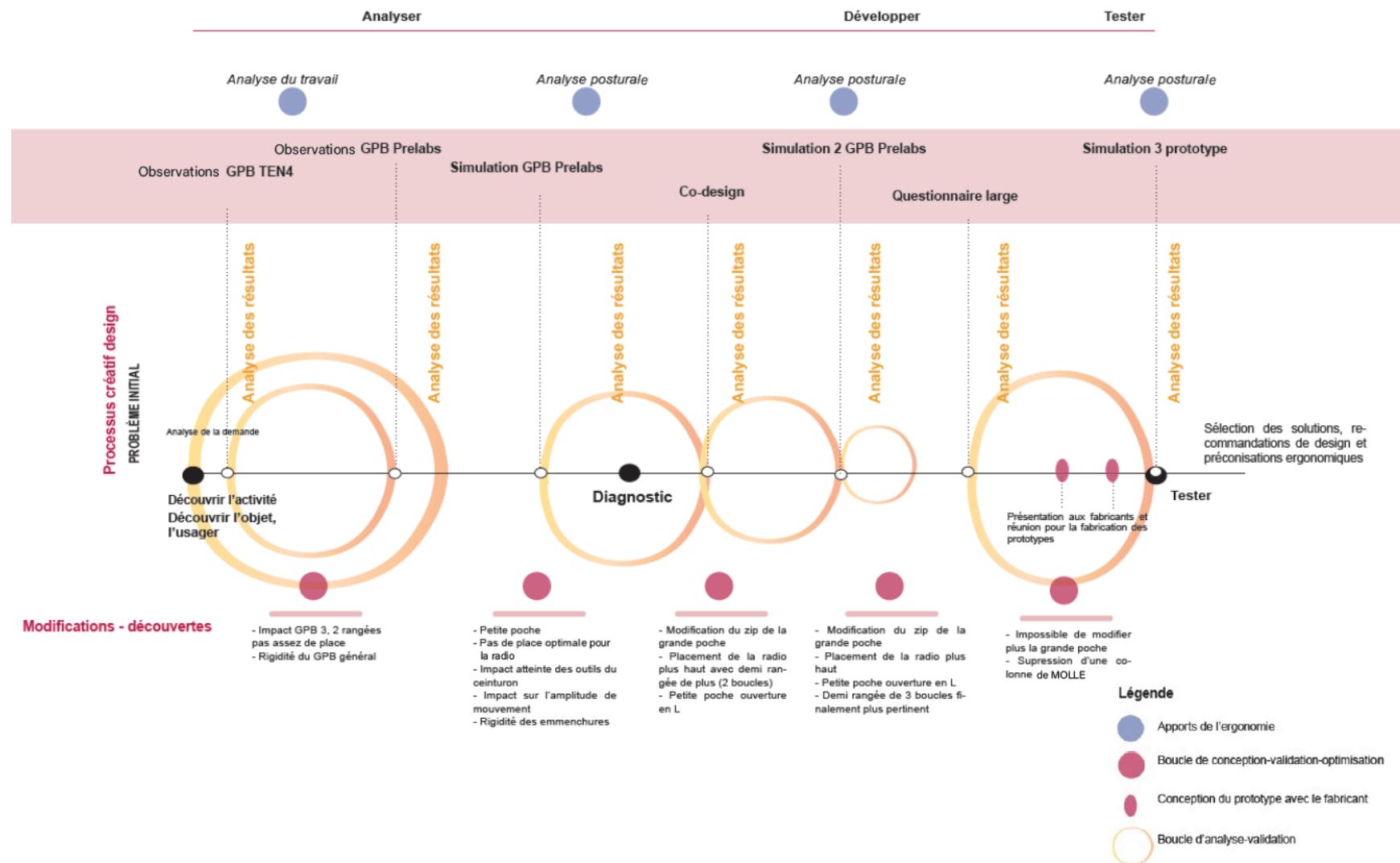
6.2 L'approche design et ergonomie

6.2.1 L'approche de conception participative : Diversité des méthodes

La diversité des méthodes employées tout au long de l'étude a permis aux participants de s'exprimer de manière plus libre et variée. En combinant des entretiens individuels, des observations sur le terrain, des simulations pratiques, un questionnaire en ligne et des séances de Co-design, nous avons offert aux patrouilleurs plusieurs moyens de verbaliser leurs expériences. Certains se sont sentis plus à l'aise de partager leurs difficultés et inconforts dans le cadre anonyme du questionnaire en ligne, tandis que d'autres ont privilégié les échanges informels, plus spontanés. D'autres encore ont opté pour l'approche structurée des entretiens où ils pouvaient développer plus en détail des aspects spécifiques de leur vécu. Cela démontre que la variété des méthodes d'investigation a permis de s'adapter aux préférences des participants en facilitant l'expression de leurs expériences sous plusieurs formes. Ce processus a révélé que les individus peuvent avoir des façons distinctes de partager leurs verbalisations, ce qui a enrichi les données recensées et a permis de mieux comprendre la diversité des vécus liés à l'utilisation du GPB. Cette approche méthodologique plurielle a permis de saisir des informations plus complètes et nuancées, illustrant l'importance de varier les outils d'analyse pour obtenir une vision plus précise et représentative des besoins et des contraintes des utilisateurs.

Une première analyse des données recueillies dans le journal de bord nous permet d'élaborer un diagramme détaillant la collaboration entre le design et l'ergonomie au sein du projet. L'examen des entrées chronologiques a mis en évidence les contributions respectives de ces deux disciplines tout au long du processus. En effet, la méthode de conception en design a été enrichie par des approches centrées sur l'utilisateur et par des principes issus de l'analyse de l'activité policière, comme illustrée à la figure 90. Ce schéma synthèse met en lumière la manière dont les deux disciplines se sont nourries mutuellement tout au long du processus, depuis la formulation de la demande initiale jusqu'aux préconisations de design.

Figure 90 : Diagramme du design enrichi par l'ergonomie



La figure illustre notamment :

- **Les apports de l'ergonomie** (identification des contraintes, analyse posturale, observation de l'activité réelle) qui ont orienté chaque étape de la conception.
- **Les boucles de validation et d'optimisation en design**, où les prototypes et simulations ont permis de tester rapidement des solutions.
- **L'enrichissement croisé** : par exemple, des contraintes identifiées sur le terrain (rigidité du GPB, emplacement de la radio, mobilité restreinte) ont été directement traduites en modifications de design (changement de fermeture, ajout d'une demi-rangée MOLLE, repositionnement des poches).
- **Le rôle central du diagnostic intermédiaire**, qui a fait le lien entre l'analyse ergonomique et les itérations en design, permettant de prioriser les problèmes à traiter.

L'ergonomie a d'abord joué un rôle clé dans l'identification des contraintes réelles du terrain et de l'impact du GPB en lien avec l'anthropométrie des participants. Dès le début, il a été observé que les gilets comportant le moins de rangées MOLLE (deux ou trois) posaient des difficultés pour le placement adéquat des outils, notamment la radio sur les modèles à deux rangées. L'environnement d'utilisation a également révélé des défis, notamment l'adaptation au véhicule avec l'ensemble de l'uniforme et la flexibilité nécessaire du GPB pour s'y ajuster. De plus, certains outils volumineux et lourds, comme la radio et le double étui, augmentent significativement l'encombrement au niveau de la taille entravent la mobilité. Enfin, l'analyse de l'activité de travail réalisée a permis d'identifier les actions critiques, notamment la rédaction de rapports, la position assise, la position de tir, la course et la manipulation des outils.

Par la suite, les simulations ont permis à l'ergonomie d'affiner l'analyse des mouvements requis en intervention. Elles ont mis en évidence la finesse et la précision gestuelle nécessaire et les contraintes liées à l'équipement au complet. Ces observations ont conduit à des ajustements spécifiques en design, notamment en ce qui concerne l'atteinte des outils et l'amplitude de mouvements des bras. La force de cette étude repose ainsi sur la triangulation entre observations réelles et évaluations en contexte simulé.

Un des enseignements majeurs de cette démarche concerne la précision des ajustements : de petits changements en design, comme la modification de l'emplacement d'une poche ou l'ajout d'une demi-rangée MOLLE, peuvent avoir un impact significatif sur le confort. Cette finesse d'analyse est rendue possible grâce à l'apport de l'ergonomie qui permet d'anticiper des problématiques rarement prises en compte dans une démarche purement design.

La littérature en design et en ergonomie fournit un ensemble de démarches et de principes généraux visant à guider la conception des EPI. Qu'il s'agisse de l'ergonomie prospective (Daniellou, 2004), du design participatif (Sanders & Stappers, 2008), de la norme ISO 9241-210 (2010), ou encore des modèles théoriques de Quarante (1984) et de Sagot, Gomès & Zwolinski (1998), toutes ces approches insistent sur l'importance d'intégrer l'utilisateur, de multiplier les itérations et de favoriser la collaboration entre disciplines. Ces cadres ont une valeur structurante : ils offrent des repères méthodologiques solides pour articuler conception et usages. Toutefois, ils demeurent souvent formulés sous forme de règles générales, dont l'opérationnalisation concrète peut s'avérer difficile dans des contextes de travail spécifiques.

C'est précisément à ce niveau que se situe la contribution de notre recherche. En nous appuyant sur une analyse approfondie de l'activité réelle des patrouilleurs et sur une méthodologie combinant observation, co-design, simulations et questionnaires, nous avons produit des préconisations directement ancrées dans les contraintes du terrain. Là où les modèles généraux parlent « d'impliquer les utilisateurs » ou de « favoriser la modularité », notre étude traduit ces orientations en recommandations précises et adaptées : ajustement des emmanchures pour préserver l'amplitude de mouvement, optimisation du placement des poches en fonction des gestes fréquents, ou encore équilibre entre charge frontale et latérale pour réduire l'encombrement. Ces résultats montrent que la complémentarité entre ergonomie et design ne se limite pas à une articulation théorique. Elle permet de générer des solutions concrètes, contextualisées et opérationnelles, qui répondent simultanément aux exigences d'usage et aux contraintes de production.

Ainsi, nos préconisations se distinguent des règles générales car elles offrent des repères applicables pour la conception de GPB spécifiquement adaptés à l'activité policière. Elles constituent non seulement une déclinaison contextualisée des démarches théoriques, mais également un apport original à la littérature en proposant une mise en œuvre pratique des principes d'ergonomie et de design centrés sur l'activité.

6.2.2 Un enjeu de temporalité

La temporalité d'un projet comme celui-ci impacte les résultats et les possibilités. L'intégration de l'ergonomie dans notre approche a permis de repenser la méthode en design et d'ajouter une nouvelle dimension temporelle au projet. Elle a mis en évidence la nécessité de documenter précisément les usages au travers des méthodes différentes à des moments différents avant de proposer des modifications de design. La chronologie du projet a ainsi révélé l'importance de la répétition des entretiens et des tests successifs pour affiner les solutions proposées. Par exemple, concernant la petite poche à l'avant, les observations terrains n'ont pas montré de difficulté, mais que certains patrouilleurs préféraient utiliser la grande poche. Pourtant, les premières simulations ont mis en évidence l'étroitesse et le manque de praticité de cette petite poche, ce qui a été corroboré par le questionnaire large, sans toutefois souligner l'importance de l'angle de prise du calepin. Ce n'est qu'en Co-design, en discutant de la grande poche et de l'attrait qu'elle suscitait auprès des utilisateurs, que nous avons réalisé que l'angle jouait un rôle crucial dans l'utilisation de la petite poche. Cependant, ce n'est qu'après la réalisation d'un prototype et sa validation en simulation que nous avons pu conclure, grâce aux verbalisations et à l'analyse posturale, des apports de la modification de son ouverture. Chaque itération a apporté de nouveaux éléments, certains issus directement des méthodes utilisées en ergonomie, d'autres ancrés dans les principes du design.

Cette temporalité plus longue a également permis de distinguer ce qui relevait d'une anecdote ou d'une contrainte personnelle de ce qui constituait un problème généralisé. Face à la diversité des verbalisations des patrouilleurs, il a été nécessaire de prendre du recul pour identifier les enjeux réellement structurants, ceux qui impactent l'ensemble des utilisateurs et non seulement des cas particuliers. Grâce au nombre significatif de participants ($n=100$), cette mise en perspective a permis d'éviter une conception trop individualisée. Ici, la démarche du design impose un choix de dimensions, car un fabricant ne peut économiquement reproduire toutes les particularités individuelles. Toutefois, les particularités spécifiques ont été prises en compte lorsqu'elles concernaient un groupe d'individus, permettant ainsi de proposer des améliorations à la fois pertinentes et applicables à un plus grand nombre.

De plus la temporalité des expériences passées avec le GPB joue un rôle clé dans la manière dont les participants abordent l'analyse de ses impacts. En effet, ceux ayant une longue expérience avec l'équipement sont souvent plus critiques, car ils ont acquis une connaissance approfondie de ses points faibles et de ses contraintes au fil du temps. À l'inverse, une analyse réalisée au début de l'intégration du GPB peut être trompeuse, car les premières impressions sont souvent influencées par l'adaptation et la

nouveauté, ce qui peut masquer certaines problématiques à long terme. Vezeau (2004) parle du manque de références d'adéquation chez les novices. Cette dimension temporelle souligne l'importance de prendre en compte l'évolution des représentations et des verbalisations au fil de l'usage pour obtenir une vision plus complète et nuancée des impacts de l'équipement.

6.2.3 Diversité des acteurs

En ce qui concerne les acteurs du projet, nos entrevues ont mis en évidence des écarts entre les préoccupations des concepteurs industriels et celles des utilisateurs finaux. Nous avons pris conscience des limites imposées par certains éléments techniques, en particulier le panneau balistique. Son coût élevé et les contraintes d'homologation strictes rendent toute modification complexe, ce qui excluait la possibilité de le modifier en profondeur dans le cadre de notre projet. Bien que des panneaux balistiques plus flexibles existent, notre proposition d'un design avec des extrémités assouplies pour améliorer le confort tout en garantissant la sécurité n'a pas été retenue par le fabricant. Sa réponse était avant tout d'ordre financier et non pas sa faisabilité technique. Selon lui, un panneau balistique plus flexible pouvait être obtenu en augmentant le budget, mais il n'était pas question d'explorer de nouvelles solutions de conception.

Il est donc crucial de concilier les attentes des différents acteurs impliqués. Notre démarche visait à définir des repères de conception afin d'optimiser l'expérience utilisateur en s'appuyant sur une analyse approfondie des verbalisations des patrouilleurs. Les fabricants de GPB mettaient l'accent sur la rationalisation de la personnalisation (« customisation »), une certaine standardisation, ainsi que le respect des normes NIJ, particulièrement exigeantes en matière de sécurité. Ils privilégiaient également la résistance des matériaux et la faisabilité technique, ce qui limitait les possibilités d'adaptation. L'organisme de police, quant à lui, attendait des résultats rapides, ce qui rendait plus difficile la compréhension de la rigueur méthodologique et du temps nécessaire à la démarche. Ces limites soulignent l'importance d'une approche de design centré-utilisateur intégrant pleinement tous les acteurs dès le début du processus. Une meilleure prise en compte des contraintes industrielles dès les premières étapes du design, tout en maintenant un dialogue constant avec les utilisateurs finaux, permet de trouver un équilibre entre performance technique et confort d'usage. Cette réflexion montre également l'importance du dialogue entre designers, ergonomes et fabricants afin d'aboutir à une solution optimale conciliant contraintes techniques et besoins des utilisateurs.

6.2.4 L'approche centrée sur l'utilisateur : un levier pour une meilleure conception

Bien que l'approche centrée sur l'utilisateur n'ait pas été intégrée au départ du projet, notre présence sur le terrain a permis de mettre en évidence son intérêt pour le développement d'EPI. Cette approche s'est avérée cruciale pour optimiser la conception, en tenant compte des besoins réels des utilisateurs, et pour apporter des ajustements qui auraient pu être négligés dans un cadre strictement contractuel.

Les contraintes liées aux appels d'offres, qui dissocient souvent le rôle du concepteur de celui du fabricant, compliquent l'application de cette approche. Ce découpage limite la continuité entre l'analyse des besoins et la fabrication, restreignant ainsi la prise en compte des verbalisations des utilisateurs. Pour surmonter ces obstacles, il est essentiel de formaliser les besoins dès le début du projet et d'assurer une communication fluide entre concepteurs et fabricants, permettant ainsi des ajustements tout au long du processus de production. Cette réflexion met en évidence les enjeux du dialogue entre les différentes parties prenantes : le fabricant, le designer et l'organisme de police. Elle interroge également les dynamiques d'échange et la manière dont chaque acteur s'inscrit dans le processus décisionnel. En tant qu'ergonomes et designers, nous jouons un rôle de médiation, facilitant cette communication et veillant à ce que les adaptations restent en adéquation avec les besoins des utilisateurs finaux.

Le fabricant de GPB Molle, fort de son expertise technique et de son savoir-faire industriel, fondait ses choix principalement sur des critères de performance et de conformité aux normes en vigueur. Cependant, l'approche centrée sur l'expérience des utilisateurs a apporté un regard complémentaire qui a parfois remis en question ces certitudes, notamment au niveau des modifications de la petite poche. L'intégration du vécu des patrouilleurs dans nos analyses, illustrée par des dessins, des images et des explications détaillées, a permis de surmonter certaines réticences. En rendant visibles les inconforts ressentis, les contraintes observées sur le terrain et les besoins spécifiques liés aux gestes professionnels, nous avons mis en lumière des problématiques que les tests standardisés ne suffisaient pas à identifier. Les discussions avec le fabricant ont ainsi montré la nécessité de rendre l'analyse ergonomique accessible et compréhensible pour les acteurs techniques dont l'expertise repose avant tout sur la production. La présentation concrète des problèmes à l'aide d'objets intermédiaires de conception pertinents, ainsi que l'illustration des ajustements nécessaires, ont facilité l'acceptation des modifications proposées. Cette expérience souligne l'importance d'une collaboration étroite et structurée entre designers, ergonomes, fabricants et utilisateurs finaux pour garantir une conception réellement adaptée aux besoins du terrain.

6.3 L'intégration d'un EPI

6.3.1 La prise de mesure

L'expérience acquise sur la prise de mesures est essentielle pour établir un protocole rigoureux permettant d'adapter les GPB aux dimensions des utilisateurs. Bien que des technologies avancées, comme le scan corporel permettent une évaluation précise, elles restent rarement accessibles aux organismes de police éloignés des fabricants. C'est pourquoi des méthodes de prise de mesure plus classiques directement sur la personne sont privilégiées. Toutefois, leur fiabilité repose sur une application rigoureuse par une personne ou une équipe formée, ce qui garantit la cohérence du choix du modèle en fonction des dimensions corporelles des policiers. L'étude montre que la méthode de prise de mesures a varié selon le moment d'implantation des GPB sur le terrain, et que les connaissances ainsi que les moyens à disposition (par exemple, le nombre de tailles disponibles ou l'essai du modèle féminin) étaient plus précis lorsqu'ils provenaient du fabricant du GPB Molle, comparativement à ceux recueillis en interne. Cette différence a occasionné certains inconforts pour des policiers, car quelques centimètres d'écart peuvent significativement impacter le confort et la mobilité des patrouilleurs. L'observation d'autres organismes de police confirme ces enjeux et les verbalisations d'une couturière spécialisée soulignent l'importance de cette étape pour assurer un ajustement optimal du GPB. Comme le souligne Chabanne (2024), ces mesures devraient idéalement être complétées par des essais sur différents gabarits, à l'instar des tests réalisés par le fabricant. Des évaluations en position assise, debout et lors de gestes spécifiques permettraient de vérifier l'adéquation des tailles avec les postures et mouvements professionnels. Par exemple, la position de tir ne doit pas être compromise par des emmanchures mal ajustées, résultant d'une largeur excessive du GPB au niveau du torse.

Par ailleurs, en accord avec Chabanne (op. cit.), l'étude montre qu'une bonne prise de mesure est essentielle pour le port d'un EPI afin de garantir un ajustement optimal. Concernant le GPB, l'ajout de mesures supplémentaires pourrait affiner son adaptation. Par exemple, contrairement aux femmes, les hommes ne bénéficient pas d'une prise de mesure spécifique du tour de poitrine pourtant cruciale pour les thorax très musclés. De même, la mesure du tour des biceps pourrait apporter des informations précieuses sur l'impact de la compression du GPB, en particulier en position de tir, où la taille et la forme des biceps influencent le contact plus ou moins prononcé au niveau des emmanchures. Ces réflexions ouvrent la voie à une meilleure prise en compte des spécificités morphologiques dans la conception des GPB, une approche qui pourrait être étendue à d'autres EPI. Les ajouts que nous pourrions apporter au protocole de prise de mesures mettent en évidence une approche centrée principalement sur des

dimensions corporelles standardisées, sans intégrer systématiquement des critères relatifs aux postures de travail, à la mobilité fonctionnelle ou au port simultané d'autres outils. Ces limites rappellent l'importance de compléter ces mesures par une analyse de l'activité réelle.

Toutefois, même enrichi de mesures plus fines, un protocole centré uniquement sur des dimensions corporelles standardisées atteint rapidement ses limites. Il ne permet pas de saisir la manière dont l'équipement s'articule au corps en mouvement et dans l'activité. C'est ici que le concept d'incorporation, largement mobilisé en biomécanique et en ergonomie, apporte un éclairage essentiel. Il désigne le processus par lequel un objet devient une extension du corps, jusqu'à être intégré dans le schéma corporel de l'utilisateur (Schettler, 2019 ; Bell & Macuga, 2022). Ce concept permet de mieux comprendre non seulement la dimension physique du confort (répartition des masses, liberté de mouvement, charge ressentie), mais aussi la perception d'appropriation, de maîtrise et de naturel dans l'usage. Le schéma corporel renvoie à la représentation mentale et sensorielle que l'individu a de son corps, ses limites, ses capacités motrices et ses ressentis, et s'actualise par l'expérience motrice, l'interaction sensorielle et les gestes quotidiens. Un équipement bien conçu, porté suffisamment longtemps, peut devenir « transparent » dans l'action, c'est-à-dire ne plus être perçu comme un objet séparé, mais comme partie intégrante du corps.

Les travaux de Cardinali et al. (2016) montrent d'ailleurs que l'incorporation d'un outil ne dépend pas uniquement de sa forme ou de ses dimensions, mais aussi des contraintes sensori-motrices qu'il impose à l'utilisateur. Autrement dit, deux dispositifs morphologiquement équivalents peuvent produire des effets très différents sur la manière dont le corps se reconfigure pour les intégrer. Transposé au cas du GPB, cela signifie que la qualité d'ajustement ou de répartition du poids ne suffit pas. C'est l'interaction entre les contraintes matérielles du gilet (rigidité, frottements, amplitude des mouvements autorisés) et les modalités d'action du policier qui détermine le degré d'incorporation. Un gilet qui accompagne les gestes, respecte la motricité naturelle et offre des retours sensoriels cohérents favorisant une intégration plus complète dans le schéma corporel de l'agent.

C'est exactement ce que permettrait d'atteindre une conception qui considère le GPB non pas comme un simple accessoire ajouté, mais comme un composant du système corporel de l'usager. En intégrant ces notions aux futurs GPB ou EPI on pourra non seulement évaluer les performances (rapidité, force, accessibilité des outils), mais aussi la qualité d'appropriation du GPB. Dans quelle mesure les patrouilleurs

en viennent à percevoir le gilet avec ses poches, ses étuis, les ceinturons associés, etc., comme partie naturelle de leur geste ? Cela ouvre des pistes de conception structurelles pour redimensionner, repositionner ou même repenser les accessoires autour du GPB afin d'approcher un niveau d'intégration corporel.

6.3.2 Le choix d'un EPI - La représentation des corps dans le choix des GPB

Sur les sites des fabricants de GPB, les modèles sont souvent présentés par des mannequins correspondant à un profil type, généralement des personnes grandes et athlétiques, souvent de taille standard. Cette représentation ne permet pas de visualiser comment les GPB s'adaptent à différentes morphologies, ce qui constitue un manque notable. En effet, il est regrettable que les gabarits plus petits ne soient pas pris en compte lors du choix des GPB. Par exemple, dans l'appel d'offres pour le GPB retenu, aucune mention n'est faite des gabarits qui ne pourront pas porter un modèle à quatre rangées et six colonnes du système MOLLE. Le choix du GPB semble avoir été fait en fonction de ses capacités maximales, sur la base d'un design centré sur un stéréotype de morphologie standard. Cela est clairement visible dans la manière dont les modèles sont présentés sur les sites des fournisseurs. En effet, un GPB conçu pour un gabarit très grand athlétique ou standard, comme illustré à la figure 91 issue du site web d'un fabricant de GPB, ne s'ajuste pas de la même manière à un corps plus petit ou de taille moyenne.

Figure 91 : Modèle de GPB présentés sur le site d'un fabricant de GPB Canadien



La figure 92 met en évidence l'écart entre le GPB présenté sur le site du fabricant de GPB actuel et la réalité du terrain que nous avons observée. La forme du gilet varie en fonction du gabarit des agents et de son ajustement sur le corps, également lorsqu'il est équipé des différents outils. Cette observation souligne l'importance de présenter l'adaptation du GPB aux morphologies et aux besoins opérationnels réels, au-delà de sa conception standardisée.

Figure 92 : Capture d'écran du GPB actuel présenté sur le site du fabricant de GPB MOLLE et photographie du GPB en situation réelle sur une personne avec un petit gabarit



Il est également notable de constater que les sites des fabricants affichent souvent des images de GPB vides, sans qu'ils soient portés par quelqu'un. Cette absence d'illustration humaine rend difficile la compréhension de l'adéquation des tailles proposées, en particulier en ce qui concerne l'adaptation du design à différentes morphologies. Cette lacune visuelle met en évidence l'importance de représenter concrètement l'adaptation du GPB aux morphologies et aux contraintes opérationnelles, au-delà de sa conception standardisée. Dans une approche centrée sur l'utilisateur, il est essentiel de tenir compte à la fois des dimensions corporelles et des préférences individuelles. Notre étude a d'ailleurs révélé que plus les gabarits sont petits, plus les défis liés au design et à l'ergonomie sont marqués. Il serait donc pertinent que les fabricants valorisent non seulement les grands formats, mais aussi les petits et moyens gabarits, en exposant au moins trois tailles distinctes. Cela permettrait de mieux comprendre comment les modèles sont réellement conçus pour s'adapter à tous les utilisateurs. Il en va de même pour les EPI en général, où

l'adaptation à diverses morphologies et la prise en compte des besoins individuels doivent être au cœur du processus de conception. Une approche plus inclusive, intégrant une représentation plus large des utilisateurs, permettrait de mieux répondre aux exigences d'un tel EPI et de garantir une efficacité et un confort optimal pour tous les travailleurs.

6.4 Considérer l'objet comme un système

Notre étude a montré qu'un GPB ne peut être conçu indépendamment du reste du matériel utilisé par les patrouilleurs. Le ceinturon, les outils portés, les étuis et l'uniforme interagissent directement avec lui, rendant indispensable une conception intégrée garantissant confort, atteinte et efficacité. L'un des principaux défis rencontrés a été l'impossibilité de se focaliser uniquement sur le GPB, tant son usage est indissociable du ceinturon et des outils. Par exemple, les objets fixés au GPB doivent rester accessibles sans entraver les mouvements, tout en évitant les interférences avec le ceinturon. Il est également essentiel de permettre un accès fluide aux outils du ceinturon sans être gêné par ceux portés sur le GPB. Comme le rappelle Rabardel (1995), tout artefact devient instrument à travers son usage et sa combinaison avec d'autres outils. Cette perspective conforte l'idée que le GPB doit être conçu comme une composante d'un ensemble intégré. Cette approche systémique est cruciale pour concevoir un équipement facilitant l'action plutôt que la contrainte. Toutefois, le fait de ne pouvoir intervenir que sur le GPB, sans possibilité d'optimiser le matériel connexe comme la taille de la radio ou du bâton, nous a contraints à composer avec les limites existantes. Cette contrainte souligne l'importance d'une réflexion plus large sur l'ensemble du système entourant l'EPI afin d'assurer une meilleure intégration et une plus grande cohérence.

Par ailleurs, la gestion du cycle de vie des équipements et outils doit être prise en compte dès la conception. Alors que la durée de vie d'un GPB est généralement de cinq ans, d'autres outils comme les menottes ou les armes sont utilisés bien plus longtemps. Cette disparité nécessite une réflexion sur la compatibilité et l'adaptabilité des outils au fil du temps afin de garantir une cohésion durable du système. Considérer le GPB comme un élément d'un ensemble plus vaste, plutôt que comme un objet isolé, permettrait d'optimiser son efficacité. Cette perspective ouvre la voie à une conception intégrée qui inclurait non seulement le gilet, mais aussi les étuis et les outils qu'il supporte, tels que la radio ou le bâton, dont le poids et le volume représentent des contraintes importantes. Dans cette logique, il apparaît également nécessaire d'intégrer le ceinturon dans la réflexion, puisque la proximité et la superposition des outils entre le gilet et le ceinturon génèrent des gênes supplémentaires.

Enfin, l'uniforme policier lui-même, en fonction de sa qualité textile, de sa coupe et de son adaptabilité, peut soit atténuer, soit accentuer les inconforts liés au port du GPB. L'analyse ergonomique de l'ensemble du système, GPB, ceinturon, étuis, outils et uniforme, souligne ainsi l'importance d'une conception cohérente et coordonnée. Une telle approche permettrait d'anticiper les interactions entre outils, de mieux répartir la charge, et de réduire les contraintes dans l'activité réelle des patrouilleurs.

6.5 Recommandations

À la lumière des analyses menées dans le cadre de ce mémoire, ce chapitre rassemble un ensemble de recommandations concrètes à l'intention des organismes de police, aux policiers, aux fabricants et tout autre acteur concerné. Au risque d'être redondant, il reprend les recommandations formulées tout au long du texte et de la discussion afin de les regrouper au même endroit et faciliter leur repérage. Elles visent à améliorer à la fois la conception du GPB Molle et les modalités de son utilisation sur le terrain, en tenant compte des réalités opérationnelles, des besoins exprimés par les policiers, ainsi que des principes fondamentaux en ergonomie.

La numérotation des recommandations est faite pour faciliter leur identification et ne constitue pas un ordre de priorité. Les pistes proposées ne nécessitent pas nécessairement une refonte complète de l'équipement, mais peuvent être mises en œuvre de façon progressive, en collaboration avec les fabricants, les formateurs et les policiers. Elles s'inscrivent dans une démarche de prévention durable, cherchant à optimiser le confort, la mobilité, la sécurité et la performance des patrouilleurs lors de leurs interventions quotidiennes. Les sous-sections suivantes détaillent ces recommandations.

6.5.1 Rendre la conception inclusive

→ Affiner la gradation des tailles pour un ajustement thoracique plus précis : Il serait pertinent que l'entreprise élargisse l'éventail des tailles proposées dans son protocole de confection sur mesure. Actuellement, les mesures thoraciques des policiers sont utilisées pour les regrouper dans des catégories prédéfinies, ce qui engendre des écarts parfois importants entre la morphologie réelle de l'utilisateur et les tailles disponibles. Plusieurs participants ont rapporté que le choix de taille imposait un compromis entre un gilet légèrement trop court ou légèrement trop long, faute de tailles intermédiaires suffisamment précises. Dans cette optique, nous recommandons au fabricant de GPB MOLLE de réviser sa grille de gradation en introduisant davantage de catégories intermédiaires, particulièrement en ce qui concerne la largeur et la longueur du tronc. Cette bonification permettrait de mieux refléter la diversité des

morphologies observées sur le terrain, d'optimiser l'ajustement du gilet pare-balles, et par conséquent, de réduire les inconforts liés à un mauvais positionnement (risques d'irritations, de frottements, d'entraves au niveau des emmanchures ou de l'abdomen).

→ Bonifier l'ajustement du GPB pour les morphologies masculines à torse développé : Contrairement aux femmes, les hommes ne font généralement pas l'objet d'une prise de mesure spécifique du tour de poitrine. Or, cette donnée pourrait s'avérer particulièrement utile pour les morphologies présentant des pectoraux saillants ou un torse plus proéminent. L'intégration de cette mesure, lorsque pertinent, permettrait de mieux adapter le GPB, d'éviter une compression inconfortable au niveau du haut du torse, et ainsi d'améliorer le confort, la mobilité et l'expérience de port au quotidien.

→ Ajouter la mesure des biceps : L'ajout d'une mesure du tour de biceps pourrait également être envisagé, afin d'ajuster la coupe des emmanchures. En effet, les policiers ayant une forte musculature au niveau des bras rencontrent plus fréquemment des inconforts, particulièrement en position de tir et de conduite (les bras en avant).

→ Il est recommandé que les fabricants de GPB complètent leur protocole actuel en y intégrant, en plus des prises de mesures, des tests posturaux permettant d'évaluer l'adéquation des GPB sur différents gabarits. Ces tests devraient inclure des évaluations en position assise, debout, ainsi que lors de gestes professionnels spécifiques, notamment la position de tir avec les bras en avant, afin de vérifier que les outils ne compromettent ni la mobilité ni le confort, en particulier au niveau des emmanchures et du torse. Cet enrichissement permettrait de mieux représenter la diversité des situations de travail réelles et de garantir un dimensionnement plus précis et inclusif des gilets.

→ Poursuivre les recherches sur le développement des coques féminines : Les résultats sur les coques féminines révèlent un manque de données qui mérite une investigation approfondie pour mieux comprendre les raisons qui font que certaines personnes éprouvent encore des inconforts. Bien qu'elles méritent une meilleure prise en compte des besoins spécifiques des utilisatrices, le coques présentent néanmoins des avantages indéniables pour de nombreuses patrouilleuses. Il apparaît essentiel d'examiner si les tailles proposées couvrent adéquatement la diversité des morphologies thoraciques féminines, notamment en ce qui concerne les variations de forme et de volume de la poitrine incluant les différences liées à des chirurgies mammaires (réduction, augmentation ou reconstruction), qui peuvent modifier la géométrie du thorax et les zones de pression.

→ La diversité morphologique des effectifs doit être reconnue comme un critère central dans la confection de l'appel d'offre d'un futur GPB. Avec un GPB MOLLE il est recommandé d'éviter les modèles trop courts qui propose une capacité réduite du système, comme ceux comportant seulement deux rangées de MOLLE observé dans l'étude, qui limitent les possibilités d'aménagement et de tressage d'outils. Si ces configurations sont les seules proposées par les fabricants, il est pertinent de demander l'ajout d'une troisième rangée ou d'une demi-rangée supplémentaire comme présenté dans la section 5.7.2 *Description du prototype élaboré*. L'objectif n'est pas de stigmatiser les petits gabarits, mais de démontrer qu'il est possible d'optimiser ces formats réduits pour leur offrir des capacités d'aménagement comparables à celles des autres gilets.

6.5.2 Concevoir un gilet qui respecte les contraintes de l'activité réelle

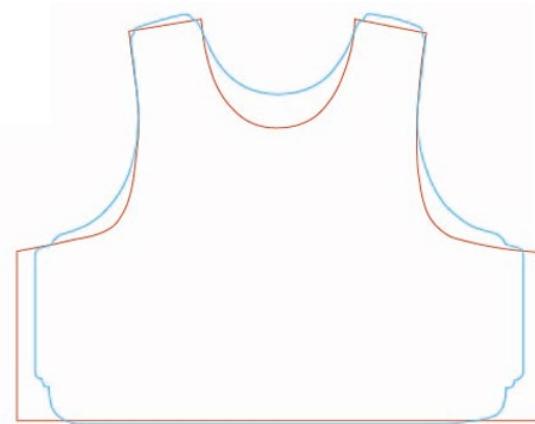
Adapter la largeur des emmanchures en fonction de la morphologie des agents

→ Recommander une conception tenant compte des postures clés (conduite, rédaction, tir) en optimisant l'ergonomie des zones articulées. Réduire la largeur du gilet au niveau du torse, dans le respect des normes balistiques afin de libérer les emmanchures et d'améliorer la mobilité. Cette recommandation s'accompagne de l'ajout de tailles intermédiaires pour mieux refléter la diversité des largeurs thoraciques expliquée dans les recommandations précédentes. On peut également envisager l'intégration de matériaux souples en périphérie du panneau balistique ou dans la housse (combinant rigidité et flexibilité) pour limiter les entraves aux mouvements sans compromettre la protection. Enfin, une autre piste serait l'utilisation de panneaux balistiques plus fins et souples. Bien qu'ils relèvent d'une gamme supérieure, leur intérêt devient manifeste en termes de confort et de liberté de mouvement.

Offrir le choix entre des emmanchures carrées et rondes

→ Offrir le choix entre des emmanchures carrées ou arrondies permettrait d'ajuster le confort selon la morphologie des patrouilleurs. Le modèle actuel avec des emmanchures arrondies pourrait être amélioré par une forme carrée (Fig.93).

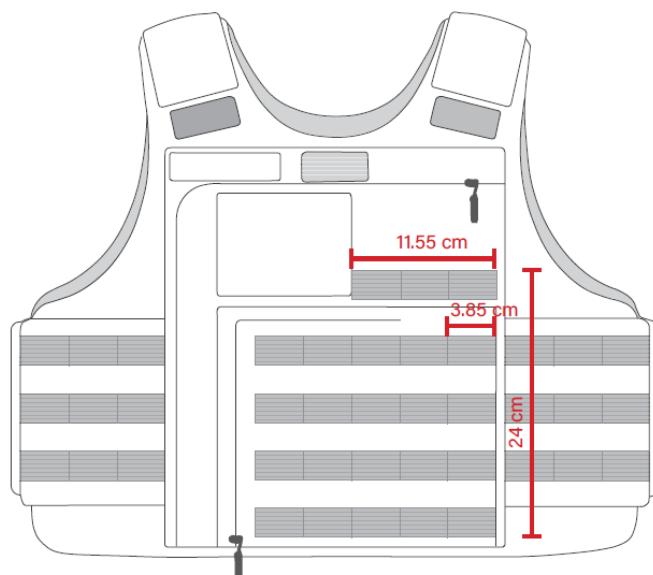
Figure 93 : Emmanchures arrondies et couvrantes du GPB MOLLE actuel (en bleu) comparées à celles carrées et dégagées de l'ancien GPB à poches dédiées (en orange)



Ajouter une demi-rangée MOLLE en hauteur pour les outils volumineux

→ Il est recommandé d'intégrer une demi-rangée supplémentaire de MOLLE de trois boucles dans la partie supérieure du gilet afin de permettre le positionnement d'outils volumineux, comme la radio, dans une zone qui préserve l'amplitude des bras et l'accès au torse (Fig.94). Cette configuration limite les interférences avec les gestes fonctionnels, stabilise l'équipement et améliore la mobilité et l'atteinte aux outils du ceinturon.

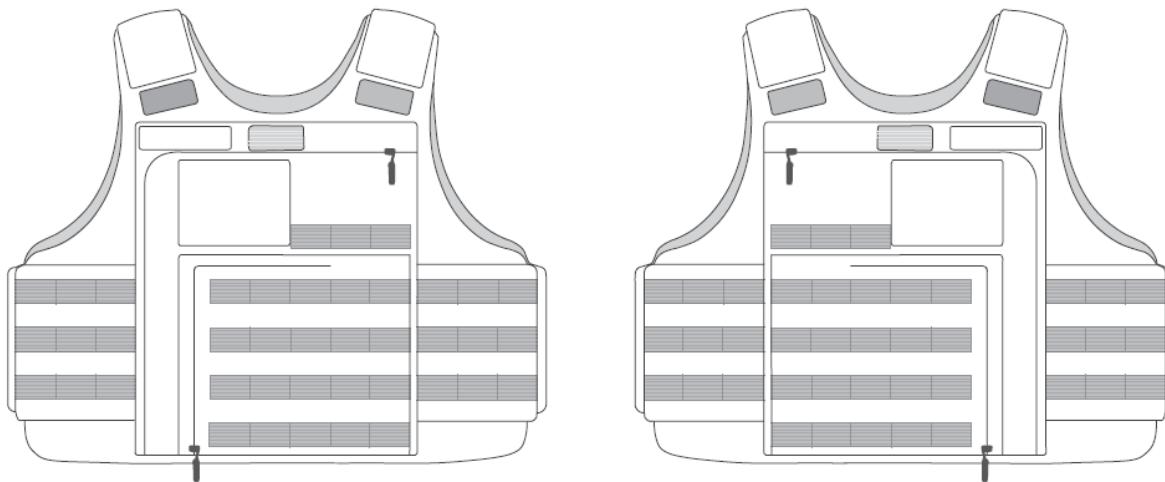
Figure 94 : Nouvelles dimensions pour concevoir la demi-rangée supérieure d'un GPB grand gabarit



Indications de conception : Nous recommandons l'ajout de trois boucles MOLLE afin de créer une demi-rangée positionnée au-dessus de la rangée la plus haute, du côté de la main non dominante (c'est-à-dire à gauche pour un droitier, à droite pour un gaucher), et ce, pour l'ensemble des modèles, tel que présenté en annexe I. Les dimensions de cette demi-rangée respecteront les normes en vigueur, soit une largeur de 3,85 cm par boucle (colonne), pour un total de 11,55 cm répartis sur trois boucles. Cette disposition vise à offrir un point de fixation supplémentaire pour les outils principalement volumineux, comme la radio et même d'autres comme la lampe de poche, garrot, paire de menottes, qu'il est possible de placer ici sans compromettre les règles de placement liés à l'emploi de la force, tout en préservant l'équilibre fonctionnel du gilet. Il est à noter que cette modification empiétera partiellement sur l'espace réservé à l'identification visuelle (logo de la police). En conséquence, la taille du logo devra être ajustée proportionnellement à l'espace restant tout en maintenant sa lisibilité et sa conformité aux exigences institutionnelles.

La main dominante d'un patrouilleur influence directement son schéma de répartition des outils. En raison de cette asymétrie, nous proposons une version du gilet adaptée aux gauchers. Au cours de notre recherche, nous avons rencontré un gaucher qui nous a fait part de son besoin spécifique de disposer d'un équipement conçu pour sa particularité (Fig.95).

Figure 95 : Prototypes pour droitier et gaucher

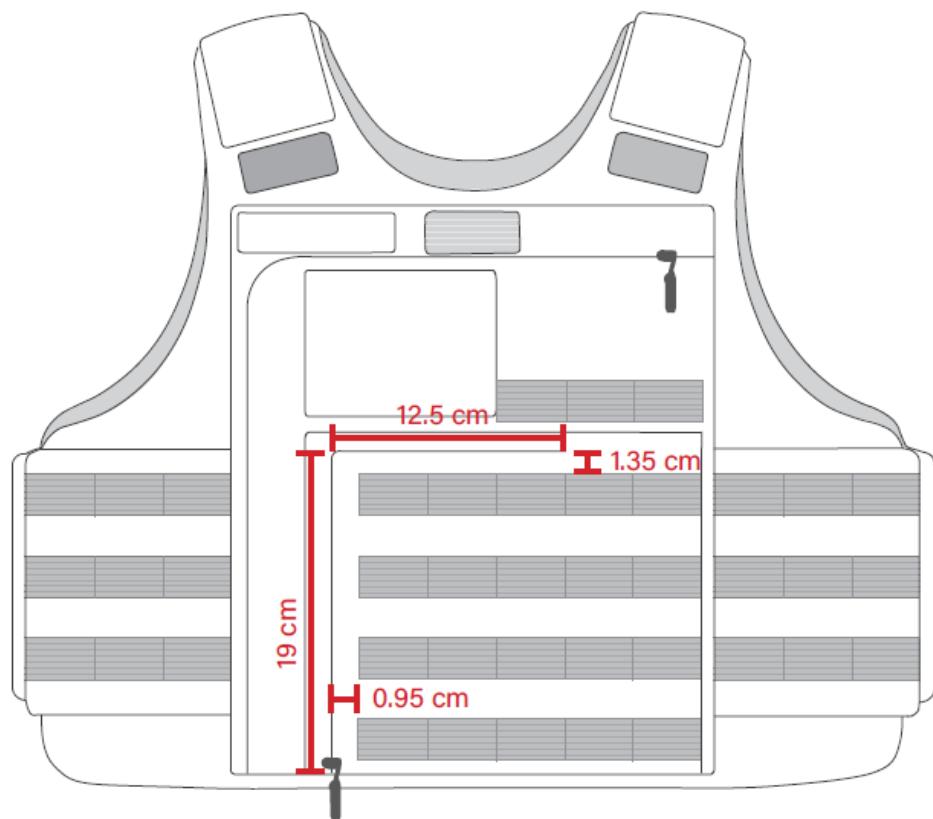


En tenant compte de cet aspect, nous avons constaté que les axes à dégager pour un droitier et un gaucher s'inversent ; il est donc nécessaire d'inverser la demi-rangée MOLLE pour un utilisateur gaucher. Par conséquent, le design de la housse et la disposition de l'ensemble des éléments sur le devant du gilet seraient adaptés de manière symétrique, inversant la configuration des poches et des accessoires afin de correspondre aux besoins d'un utilisateur gaucher.

Améliorer l'ouverture de la petite poche pour un accès optimisé au calepin

→ Il est recommandé d'adopter une ouverture similaire à celle du prototype comme présenté sur la figure 96 pour la petite poche avant, permettant un accès plus naturel au calepin. Cette modification vise à faciliter la saisie sans nécessiter de déviation cubitale du poignet, réduisant ainsi les contraintes gestuelles et améliorant l'efficacité d'un geste sollicité de manière répétée au cours du travail.

Figure 96 : Nouvelles dimensions pour concevoir la petite poche pour un GPB grand gabarit



Indications de conception : La hauteur d'implantation de la fermeture éclair ainsi que les dimensions des poches sont déterminées en fonction du modèle de gilet pare-balles, tel que détaillé à l'annexe J. Pour les gilets de grand gabarit, la portion horizontale de la fermeture éclair mesure 12,5 cm. Elle débute à la première boucle MOLLE de la rangée supérieure et se termine à la troisième boucle à partir de la gauche (dans une configuration standard à cinq boucles).

Un prolongement vertical de la fermeture est prévu sur le côté gauche, s'étendant jusqu'à la base du gilet. Cette section mesure 19 cm de long. L'ensemble du dispositif permet une ouverture diagonale combinée, optimisant à la fois l'accessibilité du contenu et la fluidité de manipulation, notamment en contexte d'intervention rapide. Cette configuration vise à assurer un compromis efficace entre sécurité de fermeture, ergonomie d'accès et compatibilité avec la structure MOLLE du gilet.

Mieux cibler les efforts d'optimisation thermique

→ Compte tenu de l'inefficacité des tissus Mesh 3D actuels pour atténuer les astreintes thermiques, il serait judicieux d'évaluer et tester des solutions textiles plus efficaces pour la gestion de la chaleur dans les zones critiques (haut du dos, sternum). Les solutions devraient envisager des architectures internes innovantes qui favorisent la circulation de l'air malgré la compression du GPB MOLLE en raison des outils placés à l'avant.

6.5.3 Optimiser l'implantation du système MOLLE grâce à un guide encadrant la répartition des outils, afin d'améliorer la mobilité, l'accessibilité et la prévention liée aux charges portées

Produire un guide de répartition des outils (schémas de répartition)

→ Il serait pertinent de concevoir et de déployer un guide illustré visant à faciliter la compréhension rapide des enjeux liés à la répartition des outils sur les GPB MOLLE, ainsi qu'à proposer des points de repère permettant au plus grand nombre de policiers de configurer leur schéma de répartition de manière plus cohérente. Il pourrait présenter des configurations types, des zones à éviter selon les axes de mouvement, et les préconisations présentées précédemment (section *6.1.1 Cinq préconisations ergonomiques guidant la répartition des outils*) afin de limiter les entraves aux mouvements, les difficultés d'atteinte et les collisions entre outils, qui peuvent considérablement impacter les porteurs de GPB MOLLE.

Ce guide devrait inclure :

- Des schémas de placement suggérés des étuis et accessoires selon différents profils d'agents (ex. : droitier/gaucher, type de fonction, morphologie) ;
- Les cinq préconisations ergonomiques guidant la répartition des outils, provenant de cette étude, à respecter pour limiter les contraintes posturales.
- Des instructions claires sur le tressage adéquat des sangles MOLLE pour assurer la stabilité des outils.
- Des instructions claires sur les différentes possibilités d'ajustement du GPB MOLLE, notamment celles situées dans le dos (lorsque présentes, comme dans le GPB étudié), souvent méconnues des utilisateurs selon nos résultats. Le guide devrait également rappeler l'importance de respecter l'ordre et la méthode de fermeture des ajustements latéraux, afin de garantir une protection balistique optimale et une utilisation sécuritaire.

Les points suivants seront abordés dans ce guide et sont également destinés aux organismes policiers, afin de les sensibiliser aux enjeux de prévention liés au port de charge :

Encourager une réflexion sur la charge utile réellement nécessaire

→ Afin de limiter les surcharges disproportionnées, il serait judicieux d'inciter les formateurs et gestionnaires à revoir le contenu minimal requis dans l'équipement porté quotidiennement et à introduire un principe général de cohérence entre le gabarit de l'agent et le nombre d'outils portés.

Répartir la charge entre le ceinturon et le gilet

→ Recommander une répartition fonctionnelle et équilibrée de la charge en limitant la surconcentration frontale et latérale, en privilégiant une implantation plus centrale ou plus haute (au niveau du sternum), particulièrement pour les objets lourds (radio).

Privilégier des outils légers pour limiter la charge portée

→ Dans une logique de réduction des contraintes physiques imposées par l'équipement, il est essentiel de privilégier, lors de l'acquisition de nouveaux outils, les modèles les plus légers et compacts possibles.

Par exemple, le choix d'une radio devrait s'orienter vers une version de faible volume et de masse réduite, sans compromettre sa fonctionnalité. Nos analyses ont révélé qu'un patrouilleur peut porter un minimum de 12 kg d'équipements, en incluant le gilet pare-balles, le ceinturon et les outils fixés dessus. Cette charge, cumulée aux exigences physiques de l'activité (déplacements rapides, interventions, positions contraignantes), représente un facteur de risque notable pour l'apparition de douleurs musculo-squelettiques.

Ce guide aurait pour objectif d'outiller les policiers pour qu'ils puissent configurer leur gilet de manière personnalisée mais sécuritaire, en tenant compte de leur réalité opérationnelle et morphologique tout en respectant les critères d'ergonomies pertinents découverts lors de l'étude. Il permettrait également d'harmoniser les pratiques au sein de l'organisme en réduisant les erreurs de fixation ou les configurations inadaptées. Une formation pourrait aussi être conçues et données aux patrouilleurs en complément du guide.

6.5.4 Mettre en place une approche participative durable

Appuyer les appels d'offres sur l'analyse de l'expérience terrain

→ Avant chaque renouvellement de GPB, le service gagnerait à réaliser une analyse ergonomique de l'équipement actuellement utilisé, afin d'évaluer sa compatibilité avec les réalités du terrain et le vécu des policiers. Dans cette étude, nous avons investigué le rapport des patrouilleurs au GPB MOLLE ; toutefois, pour d'autres fonctions policières, certains enjeux pourraient différer. Par exemple, les besoins des enquêteurs ou du Groupe tactique d'intervention peuvent varier en raison de réalisations opérationnelles distinctes, ce qui pourrait modifier les exigences en matière de GPB MOLLE. Les constats issus de cette analyse devraient ensuite être intégrés au cahier des charges du prochain appel d'offres, afin d'orienter le choix vers des modèles mieux adaptés aux besoins opérationnels.

Choisir les équipements et outils après une analyse ergonomique de l'existant

→ Lors de l'acquisition de nouveaux équipements ou outils, il serait souhaitable que les besoins soient formulés en étroite adéquation avec les réalisations du terrain et les exigences des policiers. Cette démarche permettrait de garantir la cohérence des achats, qui influencent nécessairement de manière positive ou négative l'activité de travail. Comme l'a démontré notre étude, même de légères modifications peuvent

avoir des effets importants : un étui double menottes ou une radio, par exemple, peuvent considérablement affecter la mobilité, l'atteinte des outils et la charge portée. Une analyse préalable des besoins contribuerait donc à orienter les choix vers des équipements et outils réellement adaptés

Créer un canal de rétroaction continue entre le terrain et le fabricant

→ Il serait idéal de recommander la mise en place d'un comité d'usagers incluant un ergonome ou un designer permettrait d'assurer une analyse plus fine des enjeux et d'orienter les améliorations de manière structurée. Leur présence n'est toutefois pas toujours possible dans tous les services ; lorsqu'ils ne sont pas disponibles, le comité peut tout de même être constitué à partir des ressources internes existantes (représentants policiers, responsables opérationnels, équipe SST, etc.).

Ce comité aurait pour mandat de centraliser les retours du terrain, documenter les problématiques observées, prioriser les besoins d'ajustement et transmettre périodiquement ces informations au fournisseur par les canaux institutionnels (service des achats, cahiers des charges, rencontres ponctuelles).

Cette approche garantit le maintien d'une boucle de rétroaction active et constructive, assurant que les besoins opérationnels réels continuent d'alimenter les décisions futures même lorsque l'interaction directe ou régulière avec le fabricant, où l'accès à des spécialistes en ergonomie/design, est limitée.

Traduire les analyses ergonomiques en supports concrets pour les fabricants

→ Il serait pertinent de développer des objets intermédiaires de conception de la part des ergonomes et designer (par exemple : vidéos illustrant les gestes, maquettes, photos commentées, schémas d'atteinte ou de mobilité). Ces supports visuels faciliteraient la compréhension, par les fabricants, des contraintes réelles du travail policier et des enjeux identifiés lors des analyses ergonomiques. Ils permettraient également de conserver une trace claire et transférable des constats et améliorations proposées, comme cela a été réalisé dans le cadre de cette étude, afin d'assurer la continuité des apprentissages entre les cycles d'acquisition et de développement des GPB.

CHAPITRE 7 CONCLUSION

Cette étude, menée à l'intersection du design et de l'ergonomie, a permis d'explorer de manière approfondie les enjeux liés à la conception d'EPI corporels adaptés aux patrouilleurs, en particulier les GPB. L'étude a permis d'analyser l'impact du GPB avec système MOLLE sur le travail des patrouilleurs. Globalement, le système est apprécié pour son aspect de personnalisation, la protection accrue qu'il procure et son caractère tactique qui offre la possibilité de mettre des outils sur le GPB et libérer le ceinturon. Cependant, le GPB augmente considérablement le volume du haut du corps des patrouilleurs lorsque des objets sont posés dessus, ce qui impacte la mobilité et la flexibilité des agents dans le véhicule (position de rédaction). Il impose des postures contraignantes comme des élévations du coude, des extensions du dos vers l'arrière et des rotations importantes du haut du corps pour atteindre certains outils sur le ceinturon (manipulation du bâton, du Taser, du poivre) ou lors de la rédaction de rapport. Le design de la petite poche du GPB oblige une déviation du poignet pour récupérer le calepin, sa taille pour les gilets à deux rangées étant considérée trop petite. Par ailleurs, les patrouilleurs ont soulevé le manque d'instruction sur les schémas de répartition, ainsi que les points de pression créés par les emmanchures rigides du gilet, notamment en position de conduite ou de tir. Les contraintes thermiques ont également été évoquées, particulièrement en été, car le GPB MOLLE ne permet pas une évacuation efficace de la chaleur.

Après avoir posé nos diagnostics grâce à l'analyse ergonomique du travail des patrouilleurs constituée d'observations et d'entretiens sur le terrain, de simulations en garage et d'un questionnaire large, la phase de Co-design nous a permis de concevoir des solutions avec les participants, puis de les tester en simulations, puis une deuxième fois avec un prototype fonctionnel et trois personnes de gabarit différent. Ce prototype a permis de libérer l'axe de dégagement grâce au placement de la radio sur la demi-rangée ajoutée, d'améliorer la mobilité et la flexibilité des patrouilleurs dans le véhicule en position de rédaction, ainsi que l'atteinte des outils au ceinturon. Le nouveau design de la poche permet une récupération aisée et rapide du calepin sans déviation du poignet.

L'étude confirme que l'apport de l'ergonomie enrichit la méthode en design et est essentielle pour la conception d'un équipement efficace, confortable et fonctionnel. D'abord, cette approche nous a permis d'analyser nos résultats plus finement avec l'analyse de l'activité, les analyses posturales, et nous a permis d'aller chercher une quantité de participants significative; une centaine de policiers. Elle nous a donné un

socle crédible pour présenter nos résultats et convaincre le fabricant, expert du GPB, des modifications que nous apportions et a permis à notre design de prototype de fonctionner. L'intégration de cette approche dans le processus de conception a non seulement permis de mieux comprendre les besoins réels des utilisateurs, mais aussi d'ajuster les recommandations et critères de conception pour l'équipement en fonction des contraintes physiques et des conditions de travail des patrouilleurs.

Cette étude a révélé les défis liés à la collaboration entre designers, ergonomes et fabricants, en particulier à cause de la séparation des rôles dans le cadre des appels d'offres. Cette division complique la fluidité entre l'analyse des besoins et la production, ce qui nécessite de repenser les interactions entre les acteurs du projet. Un dialogue constant et structuré entre designers, ergonomes, fabricants et utilisateurs finaux est essentiel pour intégrer les ajustements pertinents sans que des contraintes techniques ou contractuelles n'interfèrent. L'étude montre qu'une approche systémique prenant en compte l'ensemble de l'équipement du patrouilleur est cruciale. Un GPB ne doit pas être conçu indépendamment, mais en harmonie avec les autres outils, pour garantir confort, efficacité et performance.

Cette recherche a mis en lumière plusieurs enjeux liés à l'ergonomie et à l'adaptabilité du GPB, tout en ouvrant la voie à de nouvelles perspectives d'amélioration. Pour aller plus loin, il serait essentiel d'intégrer un fabricant dès les premières phases de conception afin de tester un processus véritablement centré sur l'utilisateur. Cela permettrait d'identifier et d'anticiper plus efficacement les contraintes techniques et ergonomiques tout au long du développement du produit.

De plus, la poursuite des simulations avec une variété accrue de configurations, notamment en testant un plus grand nombre de boucles de conception-validation-optimisation, offrirait des données précieuses pour affiner nos recommandations et évaluer les impacts à long terme sur la mobilité et le confort des patrouilleurs. L'analyse de ces ajustements en situations réelles apporterait des réponses concrètes sur la pertinence de certaines modifications et sur leur intégration dans un environnement opérationnel.

Enfin, nos résultats contradictoires sur les coques féminines révèlent un manque de données qui mérite une investigation approfondie pour mieux comprendre les raisons qui font que certaines personnes éprouvent des inconforts. Bien qu'elles méritent une meilleure prise en compte des besoins spécifiques des utilisatrices, les coques présentent néanmoins des avantages indéniables pour de nombreuses patrouilleuses.

En somme, cette étude souligne la nécessité de poursuivre les recherches pour optimiser le design des EPI, en s'appuyant sur une approche intégrant ergonomie, design et expertise manufacturière. Ce travail pourrait non seulement améliorer les conditions de travail des patrouilleurs, mais aussi servir de modèle pour d'autres secteurs où l'ergonomie et la performance des équipements sont essentielles.

Bibliographie

AFNOR. (2007). FD CEN/TR 15321 : Guide de sélection, d'utilisation, d'entretien et de maintenance des vêtements de protection.

AFNOR. (2013). NF EN ISO 13688 : Vêtements de protection – Exigences générales.

Ashcroft, J., Daniels, D. J. et Hart, S. V. (2001). Selection and application guide to personal body armor (Guide no 100-01). Washington, DC: National Institute of Justice.

Bassereau, J.F., Charvet Pello, R., Faucheu, J., Delafosse, D., (2015). Les objets intermédiaires de conception : design, instruments d'une recherche par le design. In : Sciences du Design 2015/2 (n° 2), pp. 48 à 63.

Bell, J. D., & Macuga, K. L. (2022). Are tools truly incorporated as an extension of the body representation? Assessing the evidence for tool embodiment. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29(2), 343–368.

Borell, J., Osvalder, A. L., & Aryana, M. (2024). Evaluating the correct usage, comfort and fit of personal protective equipment in construction work. Chalmers University of Technology. Retrieved from https://research.chalmers.se/publication/541760/file/541760_Fulltext.pdf

Borrow, M. et Clark, K. (1998). Heat-related illnesses. *American Family Physician*, 58(3), 749-756.

Brisbne, B. R., Radcliffe, C. R., Jones, M. L. H., Stirling, L., & Coltman, C. É. (2022). Does the fit of personal protective equipment affect functional performance across a range of occupational domains? *PLOS ONE*, e0278174

Brouwer, D. H., Goede, H., & Tijssen, S. C. H. (2006). Introduction of ergonomics and comfort in the selection of Personal Protective Equipment (PPE): Concepts for a new approach. TNO Report. Retrieved from <https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/FINAL%20TEXT%20186.1147346581017.pdf>

Budico, V. (2012). Rapport final de l'intervention ergonomique : révision de la veste pare-balles niveau II (Rapport de stage, UQAM, Montréal, QC).

Business Research Insights (2025) <https://www.businessresearchinsights.com/fr/market-reports/body-armor-and-personal-protection-market-103940>

Cardinali, L., Brozzoli, C., Finos, L., Roy, A., et Farnè, A. (2016). Les règles d'incorporation des outils : contraintes morpho-fonctionnelles et sensori-motrices. *Cognition* 149, 1–5. doi : 10.1016/j.cognition.2016.01.001

Chabanne, N., (2024). Les vêtements de protection : Choix et utilisation. Équipements de protection collective et individuelle. Coll. Moyens de prévention. № ED 6546. INRS. 56p

Crepy, M.N. (2009) Dermatites de contact aux équipements de protection individuelle (EPI)

Conseil du statut de la femme. (2020). Les femmes en situation d'urgence : pompières, policières et ambulancières au Québec. Repéré à
https://csf.gouv.qc.ca/wpcontent/uploads/Etufemmes_urgence_20200224_vweb.pdf

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (Ed.), Ergonomie (pp. 359-373). Paris : Presses Universitaires de France.

Dempsey, P. C., Handcock, P. J. et Rehrer, N. J. (2013). Impact of police body armour and equipment on mobility. *Applied Ergonomics*, 44(6), 957–961.

Dempsey, P. G., McDonald, K., & Scott, N. R. (2023). Human factors/ergonomics contributions to an equitable and inclusive PPE. *Human Factors*, 65(7), 1302–1313.

Department of the Army. (2017). Field manual FM 3-22.9: Rifle marksmanship M16-/M4-series weapons. Headquarters, Department of the Army.

Duford, M.-C. (2010). Aménagement de l'habitacle de véhicule de patrouille : analyse ergonomique et élaboration des outils et de recommandations pour prévenir les troubles musculo-squelettiques et améliorer le confort et l'efficacité des patrouilleurs (Mémoire de maîtrise, UQAM, Montréal, QC).

Dunn, S. (2010). Les policiers tués dans l'exercice de leurs fonctions, 1961 à 2009. Ottawa, ON : Statistique Canada. Tiré de <http://www.statcan.gc.ca/pub/85-002-x/2010003/article/11354-fra.htm>

École nationale de police du Québec. (2014). Présence à la hausse des femmes au sein de la fonction policière. Repéré à <https://www.enpq.qc.ca/lecole-en-ligne/volume-5-numero-3-decembre-2014/presence-a-la-hausse-des-femmes-au-sein-de-la-fonction-policiere>

El Ouaaid, Z. (2014). L'effet des charges externes sur la biomécanique et la stabilité de la colonne vertébrale en posture debout [Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1460/>

Fowler, J. F. (2007). « Comfort perceptions of police officers toward ballistic vests ». Thèse de doctorat non publiée. Florida State University. Tallahassee, FL, USA. Tiré de <http://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu%3A175649>

Heydarnia, A., Heidarimoghadam, R., Ghasemi, M., & Motamedzade, M. (2025). Ergonomic criteria and usability testing of cut-resistant protective gloves (CRPGs). International Journal of Environmental Research and Public Health, 22(1), 12199023. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12199023/>

International Organization for Standardization. (2013). « Vêtements de protection - Exigences générales » et le guide général FD CEN/TR 15321 « Guide de sélection, d'utilisation, d'entretien et de maintenance des vêtements de protection » ISO 13688

International Organization for Standardization. (2019). Ergonomie de l'environnement physique—Échelles de jugements subjectifs pour l'évaluation des environnements physiques ISO 10551:2019

International Organization for Standardization. (2019). Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs ISO 9241-210:2019

LaTourrette, T. (2010). The life-saving effectiveness of body armor for police officers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7(10), 557-562.

Marsot J., Ataint-Kouadio J.J., (2017). Conception des équipements de travail et prévention des TMS Complémentarités et points d'ancrage des démarches. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. V19 No2. <https://doi.org/10.4000/pistes.4993>

Neyton J.C (2008), Le design industriel ou l'éthique des contraintes.
<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/5462/5462-le-design-industriel-ou-lethique-des-contraintes.pdf?>

Quarante, D., (1998). Le raisonnement analogique. Compte rendu de la journée d'étude sur l'analogie. CQP2-CREPSCO. 30 avril 1998. Compiègne 5p.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin

Ranger F., Vezeau, S., Lortie, M., (2018). Traditional product representations and new digital tools in the dimensioning activity: a designers' point of view on difficulties and needs. *The Design Journal*, Sept. 2018, Vol.21(5), p.707-730

Ranger, F., Vezeau, S. and Lortie, M. (2019) 'Tools and methods used by industrial designers for product dimensioning', *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 74, 102844.

Ranger F., Vezeau, S., Lortie, M., (2020). Analysis of dimensioning activities involving industrial designers: data sought, tools used, and validation process. *J. Design Research*, Vol. 18, Nos. 3/4.

Resweber, J.P., (2000). *Le pari de la transdisciplinarité*. Paris : L'Harmattan, pp. 9-48.

Sagot, J.C., Gomes S., Zwolinski, P., (1998). Innover en intégrant l'ergonomie dans le processus de développement de produits. Journées de sensibilisation «Ergonomie et Prévention dans le processus d'innovation» - INRS, Nancy, p. 31-36.

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5-18.

Scheetz, H. A., Corona, B. M., Ellis, P. H., Jones, R. D. et Randall, R. B. (1973). Human factor evaluation of the USMC M1955 armored vest and the proposed titanium nylon improved conventional munitions protective armored vest (48 plate). Tiré de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/759493.pdf>

Schettler, A. (2019). The embodiment of objects: Review, analysis, and future directions. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1332. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01332>

St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., Imbeau D., sous la coordination de Lapierre, J. (2011) L'intervention en ergonomie. Éditions Multi Mondes, Québec, ISBN 978-2-89544-165-6.

Taylor, B., Kubu, B., Kappleman, K., Gunaratne, H., Ballard, N. et Martinez, M. (2009). The BJA/PERF body armor national survey: Protecting the nation's law enforcement officers: Phase II: Final report. Washington, DC: U.S. Department of Justice.

Tilley, A. R. (2002) The measure of man and woman: Human factors in design (éd. rév.). New York, NY: The Whitney Library of Design

Vezeau S. (2004). « Apports des utilisateurs et méthodes d'investigation de l'activité dans un processus de design d'outils manuels: de la parole au geste du plâtrier ». Thèse de doctorat. Paris: École pratique des hautes études, 337 p.

Vezeau S., Comtois A.S., Budico V., (2021). IRSST- Confort thermique et mobilité des policiers motards lors du port du gilet pare-balles. Une analyse ergonomique.

Vial, S. (2015). Le design (Que sais-je ? No. 128). Paris, France: Presses Universitaires de France. Préface d'Alain Findeli.

Yarger, W. E., Litt, B. D. et Goldman, R. F. (1969). Body armor in a hot humid environment: Part 2: Studies in heat acclimatized men. Tiré de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/682689.pdf>

Zehner, G. F., Ervin, C., Robinette, K. M. et Daziens, P. (1987). Fit evaluation of female bodyarmor. Tiré de <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA188721.pdf>

ANNEXE A

Modèle de l'emploi de la force et inventaire des outils des patrouilleurs

Les outils utilisés par les policières et policiers ne sont pas anodins et leur choix est avant tout guidé par les règles strictes encadrant l'emploi de la force. Chaque intervention doit être abordée avec pour objectif principal la désescalade de la situation. Pour mieux comprendre le déroulement d'une intervention policière en patrouille ainsi que les directives qui orientent leurs actions, il est pertinent de se référer au modèle du continuum de la force représenté sous la forme d'une roue (Fig.93). Ce modèle illustre les différents niveaux de réponse possibles en fonction du contexte et de l'évolution de la situation.

Figure 97 : Le modèle national de l'emploi de la force

Le Modèle national de l'emploi de la force



La formation des policiers au Québec, dispensée à l'École nationale de police de Nicolet, intègre le Modèle national de l'emploi de la force. Ce modèle vise à expliquer quel type d'arme ou d'outil peut être utilisé en fonction de la situation rencontrée. Au centre du schéma circulaire, le policier commence par évaluer la situation, planifier une action, puis la mettre en œuvre. Ce processus se répète à mesure que la situation évolue, illustrant un cycle continu d'adaptation. Ce cercle central est influencé par un cercle extérieur qui

représente l'attitude et le comportement de l'individu avec qui le policier interagit. En fonction des actions de cette personne, l'agent sélectionne la réponse appropriée parmi les options disponibles tout en respectant les principes de proportionnalité et de désescalade.

Liste des outils des policiers patrouilleurs

Pour avoir une vue d'ensemble des outils des policières et policiers, il est essentiel d'en établir la liste. Certains sont fournis par l'organisme de police dès l'embauche, comme illustré dans les tableaux 18 et 19. D'autres peuvent être acquis grâce à un système de points annuel permettant aux agents d'ajouter du matériel en fonction de leurs besoins spécifiques. Ce dernier ne sera pas détaillé ici. Dans le tableau 18, en jaune, on retrouve les outils obligatoires sur l'uniforme du policier.

Tableau 18 : Liste des outils des policiers patrouilleurs (en jaune, les outils obligatoires)

Description	Quantité
Bâton rétractable 26 pouces	1
Bride pour bâton rétractable	1
Étui de portatif + Émerillon	1
Paire d'oreillettes pour radio	1
Calepin de notes	1
Recharge pour calepin	1
Carte d'identité (remis par la section formation)	1
Insigne de poche	1
Étui pour insigne	1
Ceinture (Ext)	1
Ceinturon (Int)	1
Clé pour menottes	1
Outil gerber	1
Pistolet et deux chargeurs (remis par la section formation)	1
Étui à pistolet	1
Barrure pour arme (remis par la section formation)	1
Étui à chargeur	1
Paire de menottes	1
Poivre de cayenne	1
Étui pour poivre de cayenne	1
Lampe de poche LED (lampe de poche, étui et chargeur)	1
Cône orange pour lampe de poche LED	1
Dossard	1
Gant de circulation	1
Gant de kevlar	1
Sifflet et chaîne	1
Écritoire en aluminium	1
Malette de travail	1
Veste pare-balles	1

Tableau 19 : Document de l'organisme de police intitulé : uniforme ÉTÉ et uniforme HIVER

Description	Quantité	Description	Quantité
Bottes original SWAT été (hommes/femmes)	1	Tuque avec inscription police	1
Casquette d'été	1	Bottes Royer unisexe hiver	1
Nouvelle chemise manches courtes (hommes/femmes)	3	Nouvelle chemise manches longues (hommes/femmes)	3
T-shirt MC 150g (hommes/femmes)	4	Gants de cuir noir	1
T-shirt MC 200g (hommes/femmes)	4	Chandail bleu-noir (hommes/femmes)	1
Pantalon polylaine (hommes/femmes)	2	Sous-vêtement caleçon long 260g (hommes/femmes)	2
Pantalon imperméable unisexe	1	Manteau bleu-noir unisexe	1
Pantalon imperméable réversible	1	Pantalon polylaine (hommes/femmes)	2
Capuchon imperméable réversible	1	Pantalon hiver unisexe	1
Coquille souple bleu-noir unisexe	1	Gilet (Motneck) ML 260g (hommes/femmes)	4
Bas de coton (hommes/femmes)	6		

Description des outils retrouvés sur les policiers patrouilleurs



Le Glock 17 9mm Gen5 est l'arme à feu standard utilisée par les patrouilleurs. Cet outil létal, considéré comme indispensable dans l'exercice de leurs fonctions, doit être équipé d'un chargeur et porté de manière obligatoire. Il est positionné soit sur le ceinturon, soit sur la cuisse, et toujours du côté de la main dominante pour un accès rapide. Conçu principalement pour neutraliser une menace mortelle, le Glock 17 sert également de moyen de dissuasion dans certaines situations. Cependant, son usage est strictement encadré. Il ne peut être dégainé qu'en présence d'une personne armée d'un outil potentiellement mortel. L'efficacité, la fiabilité et la maniabilité du Glock 17 en font un outil crucial pour assurer la sécurité des agents et celle du public dans des contextes à haut risque.



L'étui de l'arme à feu utilisé par les policiers est un outil essentiel conçu pour sécuriser et faciliter le transport de leur arme. Fixé soit au ceinturon, soit à la cuisse, il permet un accès rapide tout en assurant la protection de l'arme lorsqu'elle n'est pas en usage. Fabriqué à partir de matériaux résistants tels que le cuir ou le nylon renforcé, l'étui est conçu pour garantir à la fois durabilité et sécurité. Il maintient l'arme en position stable, réduisant ainsi le risque de mouvement ou de chute accidentelle, même lors de mouvements rapides ou d'interventions dynamiques. En plus de protéger l'arme contre les éléments extérieurs, cet accessoire est pensé pour permettre un

dégainé rapide et efficace en situation d'urgence, un aspect critique pour garantir la réactivité et la sécurité des policiers dans des contextes à haut risque.



Les policiers doivent obligatoirement porter **deux chargeurs** supplémentaires, ce qui porte le total à 51 balles disponibles. Ces chargeurs peuvent être fixés soit sur le gilet, soit sur le ceinturon, en fonction des préférences et des besoins de l'agent. Les chargeurs sont des accessoires essentiels pour l'arme à feu, permettant de stocker et de recharger les munitions rapidement. Conçus pour une insertion et une extraction fluide dans l'arme, ils assurent une transition efficace lors des interventions, où chaque seconde peut être cruciale. En plus de garantir une réserve de munitions facilement accessible, leur placement stratégique sur l'équipement contribue à l'efficacité opérationnelle des policiers tout en minimisant les risques d'interruption pendant les situations critiques.



L'étui à chargeurs, porté sur le ceinturon des policiers, est un accessoire indispensable pour le transport sécurisé et l'accès rapide aux chargeurs supplémentaires de l'arme à feu. Cet étui est conçu pour maintenir les chargeurs en place de manière stable, réduisant ainsi le risque de mouvement ou de perte accidentelle, même lors de mouvements intenses. L'étui permet une extraction rapide et aisée des chargeurs, facilitant une recharge efficace en situation d'urgence. Fixé solidement au ceinturon, il est positionné de manière à garantir un accès pratique sans entraver la mobilité de l'agent. Cet outil, en alliant sécurité et fonctionnalité, contribue à l'efficacité opérationnelle des policiers dans les situations où une réponse rapide et précise est cruciale.



La radio est un dispositif de communication incontournable pour les policiers, permettant la coordination et la transmission d'informations en temps réel sur le terrain. Elle est composée de deux éléments principaux : **L'unité principale**, souvent fixée sur le GPB ou portée au ceinturon. **Le fil spiralé** reliant cette unité à un microphone et un écouteur positionné sur l'épaule permettent une communication pratique et immédiate. Conçue pour résister à des conditions difficiles, la radio garantit une connectivité fiable et constante avec les collègues et le centre de commandement. Elle joue un rôle central dans les opérations, assurant la sécurité et la coordination des interventions.

Les écouteurs, utilisés en complément de la radio, permettent de recevoir les communications directement dans l'oreille. Grâce à leur conception, les écouteurs permettent aux agents de maintenir un niveau élevé de discréetion et de silence, ce qui est particulièrement crucial lors d'opérations nécessitant furtivité, comme les missions de surveillance ou les situations où un bruit pourrait compromettre leur position. En somme, la radio et les écouteurs forment un duo essentiel, combinant praticité et efficacité pour garantir une communication fluide et confidentielle dans toutes les situations.



L'étui de radio, intégré au nouveau gilet, est spécialement conçu pour assurer la sécurité et l'atteinte de la radio des policiers. Il permet de fixer la radio directement au GPB plutôt qu'au ceinturon. Fabriqué à partir de matériaux résistants, l'étui protège la radio contre les chocs, l'humidité et les conditions environnementales difficiles rencontrées sur le terrain.



Le poivre de défense est un outil de défense non létal essentiel utilisé par les policiers pour neutraliser rapidement une personne agressive ou menaçante. Ce dispositif agit par pulvérisation d'une substance irritante qui provoque une inflammation temporaire des yeux, des voies respiratoires et de la peau, réduisant ainsi la capacité de la cible à agir de manière hostile. Obligatoirement fixé au ceinturon, il est conçu pour être facilement accessible en situation d'urgence, permettant aux policiers de réagir rapidement face à une menace immédiate. Le récipient est compact, robuste et sécurisé pour prévenir toute activation accidentelle. Sa conception garantit une pulvérisation précise, efficace même à distance, évitant ainsi tout contact direct avec la cible. Le poivre de défense représente une solution intermédiaire idéale, permettant aux agents de répondre à une menace sans recourir à des moyens plus extrêmes, tout en assurant leur propre sécurité et celle du public.



L'**étui pour le poivre de défense** est un accessoire indispensable permettant de sécuriser et d'assurer un accès rapide à cet outil de défense crucial. Conçu en matériaux résistants, tels que le nylon renforcé ou le cuir, il offre une protection optimale contre les chocs, les intempéries et l'usure quotidienne. Fixé au ceinturon, cet étui maintient le vaporisateur fermement en place tout en permettant une extraction rapide et fluide en situation d'urgence. Son placement au ceinturon garantit que l'outil reste toujours à portée de main, prêt à être utilisé de manière efficace en cas de besoin. En plus de prévenir toute manipulation accidentelle, l'étui minimise le risque de perte ou de déplacement du vaporisateur, offrant ainsi une solution fiable et sécurisée pour un outil essentiel au maintien de l'ordre et à la protection des policiers.



Le **calepin et le stylo** sont des outils essentiels pour consigner des informations cruciales lors des interventions. Ils sont utilisés pour noter des détails importants tels que l'identité, le numéro et l'adresse des personnes interpellées, ainsi que pour documenter les événements sur le terrain. Ils jouent un rôle central dans la création de rapports et dans la gestion des situations de manière détaillée et précise. Chaque note manuscrite prise par le policier constitue une pièce importante des dossiers criminels, servant de preuve et de référence pour toute enquête. Le calepin est un outil durable, que chaque policier conserve tout au long de sa carrière et remet à la fin de celle-ci, assurant la continuité et l'intégrité des informations consignées. Les informations notées, comme les horaires d'intervention et les décisions prises pendant les opérations, aident non seulement à justifier les actions entreprises, mais servent aussi de base légale et d'éléments de preuve en cas de révision ou d'analyse des événements survenus.



La **lampe torche** est un outil indispensable pour les policiers, particulièrement lors des patrouilles nocturnes ou dans des zones mal éclairées. Elle permet d'éclairer rapidement une zone, ce qui est crucial pour assurer la sécurité de l'agent et pour mener à bien les interventions. Facilement accessible et discrète, elle doit pouvoir être utilisée rapidement sans attirer l'attention en fonction des exigences de la situation. La lampe torche est l'un des outils les plus utilisés par les policiers, tant de jour que de nuit. Elle s'avère particulièrement utile pour voir à travers les vitres teintées des véhicules, ce qui facilite les contrôles et les inspections. Elle est également indispensable lors des fouilles ou de toute

situation où la visibilité est réduite. En raison de son utilisation fréquente, la lampe torche nécessite une pile de rechange à portée de main pour éviter toute interruption de son fonctionnement, garantissant ainsi sa fiabilité en tout temps.



L'étui de lampe torche, fixé sur le GPB, est conçu pour offrir un accès rapide et sécurisé à cet outil essentiel. Fabriqué dans des matériaux résistants comme le nylon ou le cuir, il protège la lampe contre les chocs et les conditions difficiles, tout en permettant une extraction rapide et fluide. Positionné de manière stratégique sur le gilet, l'étui permet au policier de saisir la lampe facilement en cas de besoin, tout en réduisant l'encombrement et en maximisant la discrétion.



Les policiers reçoivent généralement une **paire de menottes**, mais beaucoup en portent deux, souvent placées à des emplacements différents pour une meilleure atteinte. Les anciennes vestes permettaient de répartir les menottes sur divers endroits du GPB ou du ceinturon, tandis que les nouvelles configurations peuvent être équipées d'un étui double. Ce système permet une organisation optimale en offrant la possibilité de transporter une paire sur le GPB et l'autre au dos, selon les préférences du policier. L'étui double facilite l'accès aux menottes avec les deux mains, tandis que les étuis situés sur le ceinturon nécessitent une pression spécifique pour extraire les menottes, accompagnées d'une clé, assurant ainsi un accès sécurisé et rapide en situation d'urgence.



L'étui simple de menottes porté sur le ceinturon permet de ranger une seule paire de menottes. Il est conçu pour être pratique et facilement accessible, mais nécessite une pression spécifique pour extraire les menottes. Ce type d'étui est souvent préféré pour sa simplicité et son faible encombrement, bien qu'il puisse nécessiter une manipulation plus précise pour accéder rapidement aux menottes en situation d'urgence.



L'**étui de menottes double**, intégré au GPB actuel MOLLE, se fixe à l'aide du système d'attaches polyvalentes. Conçu pour porter deux paires de menottes, il permet au policier de disposer de deux paires à portée de main, ce qui est particulièrement utile dans des situations d'arrestations multiples.



Le bâton télescopique est un outil de défense polyvalent, obligatoirement porté sur le ceinturon des policiers. Lorsqu'il est replié, il reste compact, ce qui permet un transport discret et pratique. En cas de besoin, il se déploie instantanément, offrant ainsi une portée accrue et une force de frappe supplémentaire pour neutraliser une menace, défoncer une fenêtre, faire un jeu de clé avec les bras d'une personne qui résiste à son arrestation, etc.

L'étui pour bâton télescopique, fixé sur le ceinturon, est conçu pour maintenir l'outil en place tout en permettant un accès rapide lors d'une situation d'urgence. Il est fabriqué à partir de matériaux résistants, tels que le nylon renforcé ou le cuir, pour garantir une sécurité optimale et une durabilité face aux conditions difficiles du terrain. Le design de l'étui permet de garder le bâton télescopique compact et facilement accessible.



Le tourniquet, ou garrot, bien qu'il ne soit pas systématiquement fourni par l'organisme de police, est un équipement que de nombreux policiers choisissent d'emporter avec eux en raison de son importance en situation d'urgence. Cet outil est crucial pour stopper les saignements massifs, en particulier en cas de blessures graves, et peut potentiellement sauver des vies, y compris celles des policiers eux-mêmes. Le tourniquet est généralement compact et facile à transporter, souvent fixé au ceinturon ou sur le GPB pour un accès rapide. Bien qu'il ne soit pas obligatoire, il est recommandé aux policiers de considérer l'ajout d'un tourniquet à leur équipement, et certains organismes de police offrent la possibilité de l'acquérir via un système de points ou de crédits.



L'étui pour garrot est spécialement conçu pour garantir un accès rapide et efficace à cet outil vital en cas de blessure grave. Il est généralement fixé au GPB pour un port pratique et discret. L'étui est clairement étiqueté avec un symbole "T" indiquant le tourniquet, ce qui facilite son identification en situation d'urgence. Bien que l'étui ne soit pas obligatoire pour transporter un garrot, il offre une solution pratique pour sécuriser et organiser cet outil essentiel.



L'outil gerber multifonctionnel est utilisé par les policiers pour effectuer diverses tâches pratiques sur le terrain. Compact et polyvalent, il regroupe plusieurs outils essentiels, tels que des couteaux, des tournevis et des pinces, permettant aux agents de réagir rapidement face à des situations imprévues. Contrairement à d'autres, l'outil gerber n'a pas d'étui spécifique et est généralement porté dans les poches des patrouilleurs, offrant ainsi un accès rapide tout en étant facilement transportable. Son design pratique le rend idéal pour les interventions nécessitant des ajustements ou réparations urgentes.



Le couteau de poche est un outil essentiel pour les policiers, offrant une grande polyvalence lors des interventions. Compact et facile à transporter, il est généralement rangé dans une poche dédiée ou un étui fixé au ceinturon. Ce couteau permet de réaliser diverses tâches pratiques, comme couper des cordages, ouvrir des emballages ou répondre à d'autres besoins d'urgence. L'étui dans lequel il est stocké est conçu pour maintenir le couteau en sécurité, tout en permettant une extraction rapide et facile. De cette manière, l'outil est toujours à portée de main, prêt à être utilisé dans des situations critiques.



Les gants en Kevlar sont des EPI essentiels pour les policiers, conçus pour offrir une résistance accrue aux coupures et aux perforations pendant les interventions. Fabriqués à partir de fibres de Kevlar, un matériau reconnu pour sa robustesse, ces gants permettent de protéger les mains des policiers contre les risques de blessures tout en offrant une grande souplesse. En règle générale, ils sont stockés dans une poche ou accrochés au ceinturon, garantissant ainsi un accès rapide et facile lorsqu'ils sont nécessaires. Leur étui, souvent intégré, est conçu pour maintenir les gants en place et faciliter leur extraction en cas d'urgence.



Le Taser est un dispositif de conduite électrique non létal utilisé par les policiers pour neutraliser des individus de manière sécuritaire et efficace lorsqu'une menace est présente. Il est souvent de couleur jaune, un choix destiné à le distinguer clairement et à renforcer son effet dissuasif. Porté généralement sur le ceinturon, le Taser est conçu pour offrir un accès rapide et facile tout en étant solidement sécurisé afin de garantir sa disponibilité immédiate en cas de besoin tout en minimisant les risques de décharge accidentelle.

L'**étui pour Taser** fixé au ceinturon est conçu pour maintenir l'appareil en place de manière sécurisée tout en permettant une extraction rapide en situation d'urgence. Fabriqué à partir de matériaux robustes et résistants, il est conçu pour supporter les conditions difficiles rencontrées sur le terrain. L'étui garantit non seulement une stabilité optimale du Taser lorsqu'il n'est pas utilisé, mais facilite également son accès rapide lors des interventions. De plus, l'étui est équipé d'une poubelle permettant de vider rapidement la batterie, ce qui assure une gestion efficace de l'appareil et une préparation optimale pour les interventions futures.

Outils à venir :

Les changements à venir dans les outils des policiers incluent, entre autres, l'introduction obligatoire du garrot sur les patrouilleurs en tout temps, une nouvelle radio avec un écran et un format légèrement plus compact, ainsi qu'un bâton rétractable plus léger et offrant une prise en main améliorée. Des discussions sont initiées pour évaluer la possibilité de pourvoir les patrouilleurs d'une caméra fixée sur leur GPB.

L'évocation de ces évolutions soulève la question des défis liés aux différentes vitesses d'adaptation des outils, notamment entre le GPB et les autres accessoires portés. En effet, tant le GPB que le ceinturon, qui doivent supporter plusieurs outils, ne sont pas spécifiquement conçus pour les intégrer de manière optimale. Cette évolution décalée complique leur agencement et leur design. Il devient donc essentiel de repenser leur intégration pour garantir une cohérence fonctionnelle et fondée sur l'analyse ergonomique, assurant ainsi une utilisation fluide et adaptée aux besoins des policiers.

ANNEXE B

Grille d'entretien observations terrains avec l'ancien GPB

UQÀM

Grille d'entretien avec les policiers participants

Analyses préliminaires de l'activité des patrouilleurs enfilant un *gilet pare-balle actuel* (TEN4):

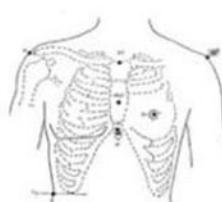
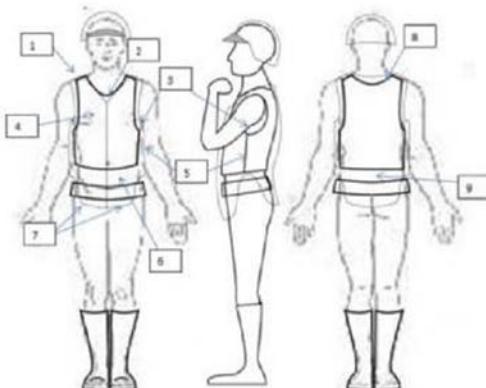
Approche ergonomique

Date :

Heure :

1. Pendant la période de travail d'aujourd'hui, avez-vous ressenti des contraintes aux mouvements ou des encombrements ?
2. Veuillez indiquer sur la charte suivante les zones corporelles ou les contraintes qui ont été ressenties, décrivant le type d'inconfort, la tâche réalisée et l'équipement causant l'encombrement.

5. Selon vous, quelles pièces d'uniforme ou outils de travail contribuaient à ces encombrements ? Veuillez décrire en détail les éléments encombrants.
6. Selon vous, dans quelle mesure le gilet pare-balles a-t-il contribué aux encombrements des mouvements ressentis ? Veuillez décrire en détail les éléments encombrants.
7. (Lors de l'observation) Comment vous sentiez-vous à ce moment précis ? (Cocher la case appropriée) : J'ai...



extrêmement froid	très froid	froid	légerement froid	ni chaud ni froid	légerement chaud	chaud	très chaud	extrêmement chaud
<input checked="" type="checkbox"/>								

8. (Lors de l'observation) Trouviez-vous cela ... ?

confortable	légerement inconfortable	inconfortable	très inconfortable	extrêmement inconfortable
<input checked="" type="checkbox"/>				

9. (Lors de l'observation) En ce moment, préfériez-vous avoir...?

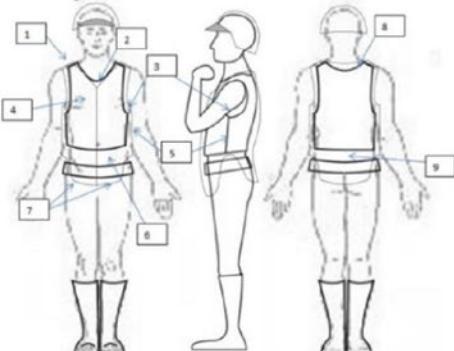
beaucoup plus froid	plus froid	un peu plus froid	sans changement	un peu plus chaud	plus chaud	beaucoup plus chaud
<input checked="" type="checkbox"/>						

3. Veuillez décrire les inconforts ressentis. Par exemple, s'agit-il de pressions, douleurs, limitations, autre sensation ?
4. Décrivez les activités et les tâches lorsque ces inconforts sont apparus.

10. Avez-vous d'autres commentaires ?

ANNEXE C

Grille d'entretien observations terrains avec le GPB MOLLE actuel

<p>Date : _____ Heure : _____</p> <p>1. Au cours de la période de travail d'aujourd'hui, avez-vous ressenti des contraintes aux mouvements ou des encombrements ?</p> <p>2. Veuillez indiquer sur la charte suivante les zones corporelles ou les contraintes ont été ressenties, décrivant le type d'inconfort, la tâche réalisée et l'équipement causant l'encombrement.</p>  <p>3. Veuillez décrire les inconforts ressentis. Par exemple, s'agit-il de pressions, douleurs, limitations, autre sensation ?</p> <p>4. Décrivez les activités et la tâche lorsque ces inconforts sont apparus.</p> <p>5. Selon vous, quelles pièces d'uniforme ou outils de travail contribuaient à ces encombrements ? Veuillez décrire en détail les éléments encombrants.</p> <p>6. Selon vous, dans quelle mesure le gilet pare-balles avec système Molle® a-t-il contribué aux encombrements des mouvements ressentis ? Veuillez décrire en détail les éléments encombrants.</p>	<p>11. Avez-vous ressenti des contraintes avec le GPB Molle lorsque vous effectuez des mouvements pour gérer la circulation en position debout ?</p> <p>12. Avez-vous ressenti des contraintes avec le GPB Molle lorsque vous simuliez une opération cinémomètre ?</p> <p>13. Avez-vous ressenti des contraintes avec le GPB Molle lorsque vous ramassiez un objet au sol ?</p> <p>14. Avez-vous ressenti des contraintes avec le GPB Molle lorsque vous simulez une altercation d'empoignade avec le formateur ?</p> <p>15. Avez-vous ressenti des contraintes en lien avec les poches sur le gilet ?</p> <p>16. Avez-vous ressenti le besoin de modifier la position des équipements sur le gilet ?</p> <p>17. (Lors de l'observation) Comment vous sentiez-vous à ce moment précis ? (Cocher la case appropriée) : J'ai...</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>extrêmement froid</td> <td>très froid</td> <td>froid</td> <td>légerement froid</td> <td>ni chaud ni froid</td> <td>légerement chaud</td> <td>chaud</td> <td>très chaud</td> <td>extrêmement chaud</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>18. (Lors de l'observation) Trouviez-vous cela ... ?</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>confortable</td> <td>légerement inconfortable</td> <td>inconfortable</td> <td>très inconfortable</td> <td>extrêmement inconfortable</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>19. (Lors de l'observation) En ce moment, préférez-vous avoir...?</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>beaucoup plus froid</td> <td>plus froid</td> <td>un peu plus froid</td> <td>sans changement</td> <td>un peu plus chaud</td> <td>plus chaud</td> <td>beaucoup plus chaud</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	extrêmement froid	très froid	froid	légerement froid	ni chaud ni froid	légerement chaud	chaud	très chaud	extrêmement chaud	<input checked="" type="checkbox"/>	confortable	légerement inconfortable	inconfortable	très inconfortable	extrêmement inconfortable	<input checked="" type="checkbox"/>	beaucoup plus froid	plus froid	un peu plus froid	sans changement	un peu plus chaud	plus chaud	beaucoup plus chaud	<input checked="" type="checkbox"/>																		
extrêmement froid	très froid	froid	légerement froid	ni chaud ni froid	légerement chaud	chaud	très chaud	extrêmement chaud																																			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																			
confortable	légerement inconfortable	inconfortable	très inconfortable	extrêmement inconfortable																																							
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
beaucoup plus froid	plus froid	un peu plus froid	sans changement	un peu plus chaud	plus chaud	beaucoup plus chaud																																					
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																					

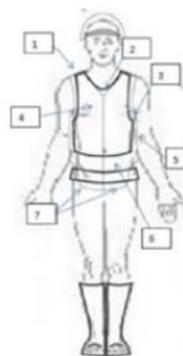
ANNEXE D

Protocole de la simulation 1

Pour les femmes :

- Avez-vous le gilet unisexe, ou le gilet féminin ?
- Le trouvez-vous plus adapté au corps de la femme ?

Schéma du gilet et du ceinturon pour noter ce que chacun à sur les policiers :



Liste de scénarios d'utilisation du gilet dans le cadre de l'activité des policiers dans leur véhicule et avec leur vélo ou lors de l'exécution de gestes spécifiques liés au travail policier habituel.

Nous allons vous demander de réaliser certains gestes ou scénario qui peuvent se produire dans votre quotidien en tant que policier, si vous voulez apporter des modifications ou des informations à ces situations vous êtes le bienvenu.

Zone à regarder : Épaules, creux de l'épaule et aisselles, Poitrine, Encolure, Abdomen, Côtés, Dos

Demander d'enfiler le gilet.

- Est-il simple à enfiler, enlever et ajuster ?

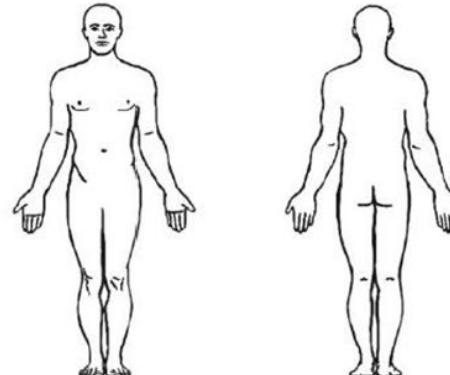
- La course rapide comme s'il fallait courser quelqu'un. 1 aller-retour.

- Ressentez-vous des points de pressions ou des entraves ?

Épaules	Creux de l'épaule	Aisselles	Poitrine	Encolure	Abdomen	Côtes	Dos	Autres
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

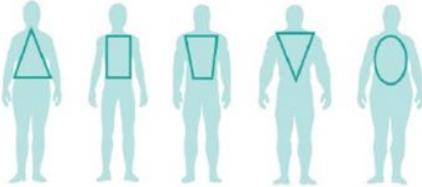
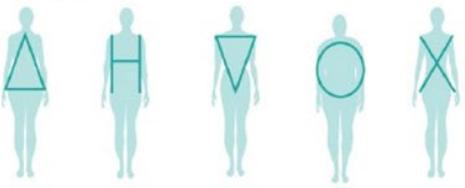
- Au niveau thermique, comment vous sentiez-vous à ce moment précis ? (Cocher la case appropriée) : J'ai...

extrêmement froid	très froid	froid	légèremen t froid	ni chaud ni froid	légèremen t chaud	chaud	très chaud	extrêmement chaud
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y



ANNEXE E

Questionnaire de satisfaction auprès d'une population élargie de policiers

<p>Profil du participant</p> <p>* Quelle est votre fonction au sein du SPVG ?</p> <p>Cochez tout ce qui s'applique. Veuillez sélectionner de 1 à 3 réponses.</p> <p><input type="checkbox"/> Patrouilleur <input type="checkbox"/> Policier en uniforme <input type="checkbox"/> Policier en civil <input type="checkbox"/> Cadre</p> <p>Morphologies masculines :</p>  <p>MF1 MF2 MF3 MF4 MF5</p> <p>Morphologies féminines :</p>  <p>MF6 MF7 MF8 MF9 MF10</p> <p>* Êtes-vous ?</p> <p>Cochez tout ce qui s'applique. Veuillez choisir une réponse</p> <p><input type="checkbox"/> Homme <input type="checkbox"/> Femme <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Ne souhaite pas s'identifier</p>	<p>* Depuis combien de temps avez-vous reçu le nouveau gilet ?</p> <p>Cochez tout ce qui s'applique. Veuillez choisir une réponse</p> <p><input type="checkbox"/> Moins de quatre mois <input type="checkbox"/> 4 à 6 mois <input type="checkbox"/> 6 à 8 mois <input type="checkbox"/> 8 mois et plus</p> <p>À quelle fréquence portez-vous votre gilet ?</p> <p>Cochez tout ce qui s'applique. Veuillez choisir une réponse</p> <p><input type="checkbox"/> Quotidiennement <input type="checkbox"/> Fréquemment (3 à 5 fois par semaine) <input type="checkbox"/> Régulièrement (1 à 2 fois par semaine) <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 2 fois par mois) <input type="checkbox"/> Jamais</p> <p>* Dans le schéma ci-dessous, veuillez cocher celui qui ressemble le plus à votre agencement actuel :</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">  Gilet avec beaucoup de matériels </td> <td style="width: 50%; text-align: center;">  Gilet avec peu de matériels </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  Gilet avec matériels au centre </td> <td style="text-align: center;">  Gilet avec matériels sur les côtés </td> </tr> </table> <p>Cochez tout ce qui s'applique. Veuillez sélectionner 2 réponses</p> <p><input type="checkbox"/> Gilet avec beaucoup de matériel <input type="checkbox"/> Gilet avec peu de matériel <input type="checkbox"/> Gilet avec matériels au centre <input type="checkbox"/> Gilet avec matériels sur les côtés</p>	 Gilet avec beaucoup de matériels	 Gilet avec peu de matériels	 Gilet avec matériels au centre	 Gilet avec matériels sur les côtés
 Gilet avec beaucoup de matériels	 Gilet avec peu de matériels				
 Gilet avec matériels au centre	 Gilet avec matériels sur les côtés				

ANNEXE F

Grille d'entretiens de la séance de Co-design



Les menottes

Concernant les menottes, voici les commentaires que nous avons recueilli jusqu'à maintenant :

- L'étui double pour deux menottes est trop volumineux pour être placé sur le gilet.
- L'intérêt d'avoir deux menottes n'est pas partagé par tout le monde.
- Avoir deux menottes est plus pertinent si chacune est placé à un endroit différent.

Pourriez-vous valider ces affirmations : Que pensez-vous du volume de l'étui double pour menottes ?

Pourriez-vous valider ces affirmations : Pensez-vous qu'il est important de porter deux menottes sur soi ?

Pourriez-vous valider ces affirmations : Pensez-vous qu'il est important de porter deux menottes à des emplacements différents ?



Schémas et photos du gilet 2 rangées de Molle

Concernant le Gilet à deux rangées et 5 colonnes, voici les constats actuels :

- Quantité d'équipements limitée en raison des cinq colonnes et des deux rangées de MOLLE, y compris sur les côtés, qui n'en comportent que deux au lieu de trois comme sur les modèles standards, ce qui réduit les options de rangement.
- Le manque de stabilité de la radio est dû à la présence de seulement deux rangées de MOLLE. Certains équipements, comme la radio, nécessitent trois rangées pour être correctement fixés et stables, car avec seulement deux rangées, la radio a tendance à pencher vers l'avant.
- Ces limitations impactent à la fois le nombre d'équipements portables et l'optimisation de leur agencement.
- Trop de volume à l'avant, difficulté à trouver un emplacement pratique.
- Confort et efficacité potentiellement affectés sur le terrain.

Pourriez-vous valider ces affirmations ?

19 29

ANNEXE G

Protocole de la simulation 2

2ème schéma de répartition d'équipement "sans volume à l'avant"

Objectif : Vérifier si l'absence de volume sur le gilet facilite les mouvements d'adduction des bras en diagonale, en offrant un exemple de mouvements sans contrainte ni entrave.

Pour ce faire, nous proposons de tester la configuration suivante : un gilet sans aucun équipement à l'avant, en demandant aux participants de réaliser les scénarios et manipulations ci-dessous. L'objectif est d'observer la rapidité et l'efficacité des participants, en particulier lors des manipulations d'objets au niveau du ceinturon. Cette première option permettra aux participants de comparer leurs ressentis dans cette situation par rapport aux deux configurations que nous testerons par la suite. Les participants n'auront pas besoin de déplacer les équipements



À l'intérieur du véhicule :

- Monter à bord du véhicule et s'asseoir (voiture et VUS) et sortie, tout le monde dans le VUS et dans la voiture.

- Ressentez-vous des points de pressions ou des entraves ?

Les épaules

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

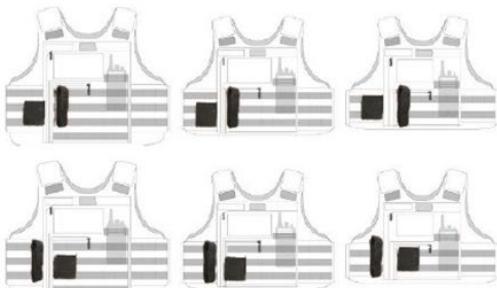
Entraves (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

3ème schéma de répartition d'équipement La proposition

Objectif : Vérifier si l'application des principes ergonomiques que nous avons déterminés au cours des observations et simulations permet de concevoir un schéma qui élimine les entraves, inconforts et collisions, tout en respectant un équilibre de la charge au niveau de la colonne vertébrale ainsi qu'une quantité d'équipement transportée cohérente avec les besoins et les gabarits de chacun.

Pour cela, nous proposons de tester la configuration suivante : la radio sera positionnée en haut à gauche pour les droitiers et en haut à droite pour les gauchers. L'ajout de deux boucles MOLLE permettra de libérer les axes de mouvement importants pour la radio, afin de vérifier si cette disposition répond aux besoins des policières et policiers. Les autres éléments présents sur le gilet incluront la lampe de poche dans son étui et un étui simple pour les menottes. Les participants réalisent divers scénarios et manipulations, ce qui nous permettra de comparer cette configuration



Liste des scénarios et manipulations avec la proposition :

À l'intérieur du véhicule :

- Monter à bord du véhicule et s'asseoir (voiture et VUS) et sortie, tout le monde dans le VUS et dans la voiture.

- Ressentez-vous des points de pressions ou des entraves ?

Les épaules

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Entraves (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

ANNEXE H

Protocole de la simulation 3

Schéma du gilet et du ceinturon à remplir en fonction de l'équipements :



Prendre la mesure du tour de taille avec les équipements (avec le plus de volume) : _____ cm

1er passage gilet classique

 Prendre une photo du participant de côté et de face.

Liste des scénarios et manipulations sans le volume sur le gilet :

A l'intérieur du véhicule :

- Monter à bord du véhicule et s'asseoir (VUS) et sortir, tout le monde dans le VUS.

Ressentez-vous des points de pressions ou des entraves :

Les épaules

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Entraves (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Creux de l'épaule

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Prendre la mesure du tour de taille avec les équipements, là où il y a le plus de volume.

_____ cm

 Prendre une photo du participant de côté.

Liste des scénarios et manipulations sans le volume sur le gilet :

A l'intérieur du véhicule :

- Monter à bord du véhicule et s'asseoir (VUS) et sortir, tout le monde dans le VUS.

Ressentez-vous des points de pressions ou des entraves :

Les épaules

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Entraves (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Creux de l'épaule

Pression (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

Entraves (1 à 10) 1 = rien ; 10 = très douloureux / entravant) _____

UQÀM
PROTOCOLE SIMULATIONS ET VALIDATION DU PROTOTYPE

Manipulation de la petite poche :

Avec les objets sur l'avant du gilet, comment évaluez-vous l'ouverture du zip ? La prise en main du zip est-elle facile ? La course du zip vous semble-t-elle fluide ou résistante ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

Les objets sont-ils susceptibles de tomber ?

Le maintien des objets dans la poche vous semble-t-il sécurisé dans différentes positions (assis, en mouvement, accroupi) ?

Sensation tactile et ergonomie : Que ressentez-vous lorsque vous insérez la main dans la poche ? (Texture, rigidité, souplesse...)

Confort en situation réelle : Imaginez que vous devez récupérer un objet en situation de stress ou en mouvement : est-ce facile ?

Suggestions d'amélioration : Quelles modifications apporteriez-vous pour améliorer cette poche ? (Taille, orientation, accès...)

- Manipulation de la radio

- 1.
- 2.
- 3.

46

Questions sur les modifications du prototype :

1. Ajout d'une rangée sur le torse

- Comment évaluez-vous l'ajout d'une rangée supplémentaire sur le torse ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

- Pensez-vous que cet emplacement est pertinent pour fixer un objet ? L'utiliserez-vous ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

- Préféreriez-vous une boucle supplémentaire ou, au contraire, en retirer une ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

- Pour les femmes, ressentez-vous une pression sur la poitrine due à cet ajout ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

- Avec la poitrine, l'antenne vous semble-t-elle plus éloignée ou gênante dans vos mouvements ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

- Cette nouvelle rangée vous permet-elle d'accéder plus facilement à vos équipements ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

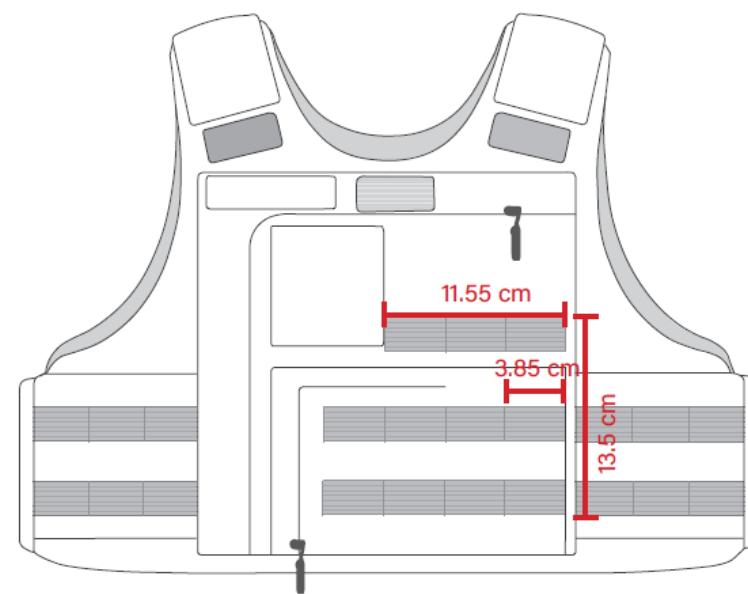
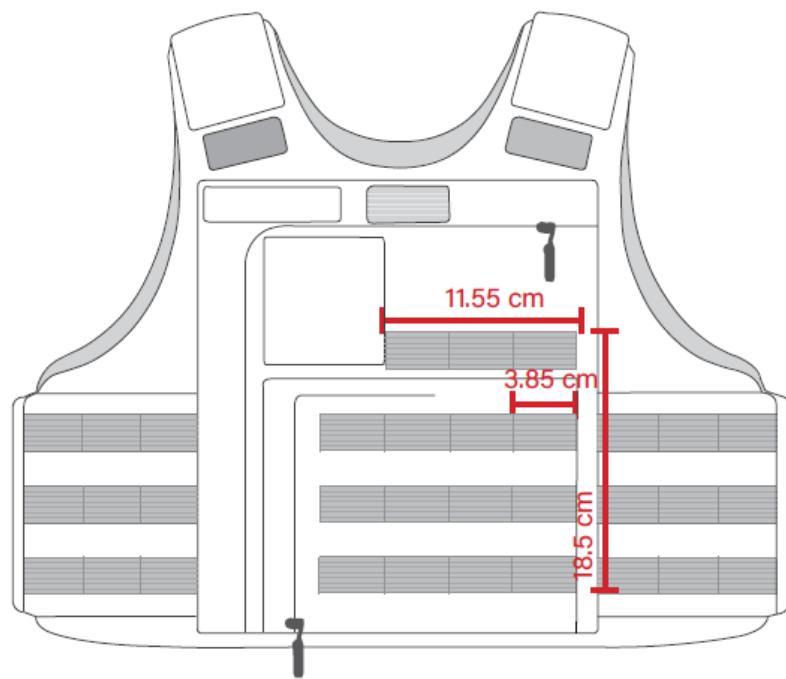
Suppression d'une colonne

- Comment percevez-vous la suppression d'une colonne ?

Avez-vous la place de mettre les objets que vous aviez précédemment dans cette nouvelle poche ? Avez-vous dû réorganiser le contenu ? L'espace est-il suffisant pour tous les objets usuels ?

62

ANNEXE I Dimensions pour les gabarits moyen et petit de la petite poche



ANNEXE J Dimensions pour les gabarits moyen et petit de la petite poche

