UQAC
Université du Québec
à Chicoutimi

Quantification des exigences physiologiques des policiers à vélo

par OLIVIER Nina

Mémoire présenté à l'Université du Québec à Chicoutimi en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences (M. Sc.) en santé durable

Québec, Canada

© Nina OLIVIER, 2026

RÉSUMÉ

Le métier de policier est reconnu pour ses exigences physiques et psychologiques élevées. L'ajout de patrouilles à vélo représente une charge de travail supplémentaire pour les policiers et sollicite leurs capacités cardiovasculaires et musculaires. Le but de ce projet est de quantifier et d'analyser cette charge physiologique afin de mieux comprendre les demandes spécifiques imposées par ce mode de patrouille à vélo.

Ce mémoire s'intéresse aux données physiologiques recueillies dans le cadre du projet de recherche de Lehouillier et al. (2023). À l'aide d'une montre connectée Garmin, un groupe de policiers (n=6) au Saguenay a été suivi pendant deux étés consécutifs. Cette collecte de données de Lehouillier et al. regroupe à la fois des données physiologiques (ex : fréquence cardiaque) et des données de charge externe (ex : distance parcourue et la durée de l'effort) permettant d'établir un profil précis de la charge de travail associée aux patrouilles à vélo. En comparaison avec les patrouilles en voiture, majoritairement associées à une intensité d'effort plus faible (zone 1), les résultats indiquent une charge physiologique plus élevée et des efforts maximaux (zones d'efforts 3 à 5) lors des déplacements à vélo. Ce qui pourrait augmenter la fatigue, et les risques de blessures musculosquelettiques et d'erreurs sur le terrain.

Mieux comprendre ces exigences pourrait, à terme, contribuer à mieux encadrer la préparation physique des policiers à vélo et à orienter la planification des services afin de limiter les risques d'épuisement professionnel. Considérant la charge physiologique élevée associée aux patrouilles à vélo observée lors de l'analyse de nos données, ces constats pourraient amener à une réflexion sur la préparation physique de l'ensemble des effectifs.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ ii
TABLE DES MATIÈRES iii
LISTE DES TABLEAUX v
LISTE DES FIGURES vi
LISTE DES SIGLES vii
LISTE DES ABRÉVIATIONS viii
REMERCIEMENTS ix
INTRODUCTION 1
CHAPITRE 1 4
QU'EST-CE QUE LE MÉTIER DE POLICIER 4
1.1 DÉFINITION DU MÉTIER DE POLICIER ET SES INTERVENTIONS 4
1.2 FORMATIONS 6
1.2.1 PROCESSUS DE SÉLECTION ET ÉVALUATION INITIALE 7
1.2.2 INDIVIDUALISATION DES NORMES D'EMPLOI PHYSIQUE 8
CHAPITRE 2 13
MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX PRESCRIRE 13
2.1 AVANTAGES OPÉRATIONNELS DU VÉLO 13
2.2 QUANTIFIER LA CHARGE DE TRAVAIL 15
2.2.1 SEUILS VENTILATOIRES ET CLASSIFICATION EN ZONES 19
CHAPITRE 3 21
INCONVÉNIENTS DE LA PATROUILLE À VÉLO 21
3.1 L'ÉQUIPEMENT ET LES CONTRAINTES MATÉRIELLES 21
3.2 LES TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES ET LES BLESSURES 22
3.3 LES RISQUES CARDIOVASCULAIRES 24
3.4 LES DANGERS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT URBAIN 25
CHAPITRE 4 26
PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE 26
CHAPITRE 5 28
MÉTHODE 28
5.1 PROTOCOLE 28
5.2 PARTICIPANTS 30
5.3 ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES 31
5.4 MÉTHODE DE L'ANALYSE STATISTIQUE 34
CHAPITRE 6 35
RÉSULTATS 35
6.1 DONNÉES DESCRIPTIVES ET INFÉRENTIELLES 35
6.1.1 DISTANCES ET VITESSES 37
6.1.2 FRÉQUENCE CARDIAQUE 37
6.2 RÉPARTITION DANS LES ZONES D'EFFORT 38
CHAPITRE 7 40
DISCUSSION 40
7.1 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS 40
7.2 PERSPECTIVES 44

7.3 LIMITES DE L'ÉTUDE 47
7.4 PERSPECTIVES D'ÉTUDES 50
CONCLUSION 51
LISTE DE RÉFÉRENCES 53
CERTIFICATION ÉTHIQUE 58
ANNEXE I 59
Représentations graphiques de la distance, de la vitesse et de la fréquence cardiaque lors des patrouilles à vélo (saisons 2020 et 2021) 59
ANNEXE II 67
Distribution temporelle de l'effort par zone de fréquence cardiaque selon le mode de patrouille (saisons 2020 et 2021) 67

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 ISSU DE LA DOCUMENTATION GARMIN (OUTIL UTILISE POUR NOTRE PRISE DE DONNEES SUR LE TERRAIN) ILLUSTRANT LE LIEN ENTRE LES POURCENTAGES DE LA FREQUENCE CARDIAQUE ET L'EFFORT PERÇU..... 19
TABLEAU 2 RECAPITULATIF DES VALEURS QUOTIDIENNES ENREGISTREES PAR LES MONTRES GARMIN 36
TABLEAU 3 TEMPS MOYENS PAR JOUR PAR ZONE DE FREQUENCE CARDIAQUE SELON LE MODE DE PATROUILLE 39

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. MODELE NATIONAL DE L'EMPLOI DE LA FORCE (ENPQ) 6
FIGURE 2 ADAPTEE DE BISHOP ET AL. (2025) POUR DECRIRE L'INTENSITE DE L'EXERCICE POUR L'ACTIVITE PHYSIQUE. SV : SEUIL VENTILATOIRE 20
FIGURE 3 MODELE NATIONAL DE L'EMPLOI DE LA FORCE (ENPQ) 43
FIGURE 4 DISTANCES TOTALES (EN KM) PARCOURUES PAR JOUR PAR LES PAV EN 2020 59
FIGURE 5 DISTANCES TOTALES (EN KM) PARCOURUES PAR JOUR PAR LES PAV EN 2021 60
FIGURE 6 VITESSE MOYENNE (EN KM/H) PAR JOUR PAR LES PAV EN 2020 61
FIGURE 7 VITESSE MOYENNE (EN KM/H) PAR JOUR PAR LES PAV EN 2021 62
FIGURE 8 VITESSE MAXIMALE ATTEINTE PAR JOUR PAR LES PAV EN 2020 63
FIGURE 9 VITESSE MAXIMALE ATTEINTE PAR JOUR PAR LES PAV EN 2021 64
FIGURE 10 FREQUENCE CARDIAQUE MOYENNE (BPM) PAR JOUR DES PAV EN 2020 65
FIGURE 11 FREQUENCE CARDIAQUE MOYENNE (BPM) PAR JOUR DES PAV EN 2021 66
FIGURE 12 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT LORS D'UNE INTERVENTION A VELO (2020) 67
FIGURE 13 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT LORS D'UNE INTERVENTION EN VOITURE (2020) 68
FIGURE 14 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT LORS D'UNE INTERVENTION EN VOITURE (2021) 69
FIGURE 15 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT LORS D'UNE INTERVENTION A VELO (2021) 70
FIGURE 16 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT INTENSE (ZONE 3 A 5) LORS D'UNE INTERVENTION A VELO (2020) 71
FIGURE 17 TEMPS MAXIMAL (EN S) PASSE DANS UNE ZONE D'EFFORT INTENSE (ZONE 3 A 5) LORS D'UNE INTERVENTION A VELO (2021) 72

LISTE DES SIGLES

ENPQ	École nationale de police du Québec
ESAP	Épreuves standardisées d'aptitudes physiques
FC	Fréquence cardiaque
IPMBA	Association Internationale des policiers à vélo de montagne (traduction libre) «International Police Mountain Bike Association»
MET	Équivalent métabolique
PAV	Patrouilleur à vélo
PES	Norme d'emploi physique « Physical employment standards »
PFIPG	Programme de formation initiale en patrouille-gendarmerie
SV	Seuil ventilatoire
TMS	Trouble musculosquelettique
VFC	Variabilité de la fréquence cardiaque

LISTE DES ABRÉVIATIONS

FCmax	Fréquence cardiaque maximale
TRIMP	Training impulse
VO_2	Volume d'oxygène consommé
VO_2max	Volume de consommation d'oxygène maximal

REMERCIEMENTS

En premier lieu, j’aimerais remercier mon directeur de recherche Martin Lavallière. Merci de m’avoir fait confiance, de m’avoir guidée tout au long de ce processus.

Je tiens également à remercier le Service de police de la ville de Saguenay et les patrouilleurs à vélo pour leur temps, leur confiance et leur participation lors de la collecte de données sur le terrain.

Mes remerciements s’étendent aussi au Laboratoire BioNR. Merci à ma famille et mon entourage pour leur aide, leur soutien et leur patience dans le cheminement de ma maîtrise.

INTRODUCTION

L'intégration de l'activité physique au travail est devenue un enjeu majeur pour le maintien d'une bonne santé physique et mentale des employés. Cet aspect est d'autant plus important pour certains corps de métier tels que les pompiers, les policiers et les paramédicaux, où les fonctions quotidiennes requièrent des exigences physiques élevées. À titre d'exemple, comme critère d'aptitude et de maintien de l'emploi, la norme minimale de capacité aérobie établie pour les pompiers par la norme NFPA 1582 est fixée à 12 équivalents métaboliques (METs) (National Fire Protection Association, 2015). Le MET correspond à l'énergie dépensée par le corps au repos, il correspond à une unité relative d'intensité de l'effort correspondant à un multiple du métabolisme de repos (Ainsworth et al., 2011), ainsi, une exigence de 12 METs signifie que l'effort est 12 fois supérieur à celui du repos.

Le métier de policier fait partie d'un des plus exigeants tant sur le plan physique et physiologique (Takken et al., 2009), que psychologique (Baldwin et al., 2019). Il se distingue par son imprévisibilité des tâches et ses grandes variabilités allant de la poursuite d'un suspect, d'un remplissage de dossier, le port de charge lourde, la maîtrise d'un individu, etc. (Lyons et al., 2017). Le maintien de l'ordre, qui est une fonction centrale du métier de policier, amène un aspect stressant et dangereux comportant un ensemble complexe de risques environnementaux, physiques et psychosociaux pour la santé (Baldwin et al., 2019).

Malgré ce niveau d'exigence physique élevé lors des interventions auprès de la population, le travail de policier a souvent été décrit comme comprenant d'autres tâches très sédentaires. L'analyse de policiers en service (McKinnon et al., 2011) a montré qu'un agent peut passer plus de la moitié de son temps de travail assis dans un véhicule de patrouille pour se déplacer, remplir des documents ou surveiller le territoire. La conduite à elle seule est une activité sédentaire avec un estimé de 1 à 2 METs (Ainsworth et al., 2011; Herrmann et al., 2024). Le fait de passer beaucoup de temps dans un espace restreint, comme l'habitacle d'une voiture, crée chez les agents de terrain des risques potentiels de blessures musculosquelettiques comme les lombalgies (Range et al., 2023) et favorise un niveau élevé de sédentarité. L'ajout de patrouilles à vélo pourrait pallier cet accroissement de sédentarité en ajoutant une forme d'activité physique lors des déplacements effectués (Lehouillier et al., 2021).

Les policiers à vélo (PAV) constituent une ressource stratégique. Ils permettent l'accès à des zones inaccessibles aux véhicules, telles que des manifestations, des concerts ou des chemins étroits (Rantatalo, 2016). Ils favorisent une plus grande proximité avec la population et facilitent les interactions. Toutefois, les agents mettent pied à terre uniquement pour faire les arrestations, ou les tâches administratives (Takken et al., 2009), créant une transition entre l'effort de pédalage et de l'intervention (Vonk, 1998). Par conséquent, la patrouille à vélo s'avère plus exigeante au niveau physique que la patrouille usuelle. Les PAV doivent maintenir une vigilance constante sur des journées entières en enchaînant les différentes interventions, et passant rapidement d'un effort d'endurance, en patrouillant, à un possible effort intense lors d'une intervention (Takken et al., 2009).

Dans ce contexte, il est primordial pour l'agent de savoir gérer son effort autant pour garantir la prise de décision post-effort sur vélo (Andersen et al., 2018), que pour préserver sa capacité à intervenir rapidement et efficacement (Beck et al., 2015). Comme le soulignent Poirier et al. (2022), il est essentiel que les agents de terrain possèdent un niveau suffisant de forme physique, car une mauvaise exécution des interventions peut exposer à la fois l'agent et les civils à des dangers évitables.

Ainsi, ce mémoire vise à analyser les exigences physiologiques spécifiques auxquelles sont exposés les PAV dans l'exercice de leurs fonctions. Mieux comprendre ces contraintes permettra non seulement de mieux encadrer leur préparation physique, mais aussi d'optimiser la planification opérationnelle, et de prévenir les risques de blessures et d'épuisement professionnel. À cette fin, une approche quantitative descriptive sera mobilisée à travers l'analyse des données recueillies par Lehouillier (2023) permettant d'évaluer l'impact physiologique imposé par la patrouille à vélo.

CHAPITRE 1
QU'EST-CE QUE LE MÉTIER DE POLICIER

Pour saisir les exigences physiologiques de la patrouille à vélo, il est nécessaire de comprendre ce qu'est le métier de policier et en quoi il consiste. Le volet psychologique, bien qu'important dans cette profession, ne sera pas abordé dans ce mémoire. Pour approfondir le sujet, le lecteur est invité à étudier les récents travaux de Deschênes et al. (2025), Carleton (2025) et Violanti et al. (2025) qui examinent la question de la santé psychologique dans le milieu policier.

1.1 DÉFINITION DU MÉTIER DE POLICIER ET SES INTERVENTIONS

Conformément à la définition donnée par l'École nationale de police du Québec (2022) (ENPQ), un policier est un professionnel formé pour faire respecter la loi, maintenir l'ordre, assurer la sécurité publique et intervenir efficacement. Le rôle essentiel de la police est donc de protéger la population, de garantir l'ordre public et la paix. Autrement dit, la police doit procéder à l'identification des individus, surveiller les comportements et, lorsque nécessaire, utiliser la force pour assurer le respect des règles de la vie en société (Tremblay, 1997).

Pour mener à bien ces missions, les policiers, présents dans toutes les municipalités, incarnent une figure d'autorité qui implique une responsabilité importante, où garder son calme et son sang-froid est primordial (Baldwin et al., 2019). Cette exigence psychologique est d'autant plus marquée que la fonction

s’exerce dans un contexte singulier et imprévisible. Le métier se distingue en effet par la grande diversité des missions et la sollicitation ponctuelle de capacités physiques importantes (Lyons et al., 2017). Enfin, il est à noter que cette profession longtemps réservée aux hommes, s’ouvre progressivement aux femmes, rendant ainsi le milieu policier plus diversifié.

Les policiers, qu’ils soient en voiture ou en vélo, patrouillent dans le même environnement et sont appelés à répondre à des urgences similaires (Langlais et al., 2026). Ces interventions, très diverses, demandent des compétences variées et une capacité d’adaptation à n’importe quelle situation. Ces tâches peuvent être de conduite d’un véhicule à grande vitesse, la vérification d’identité, la poursuite de suspects, l’usage d’arme à feu et, le cas échéant, l’emploi de la force (Lockie et al., 2020).

Lors des interventions, le policier va de l’inconnu au connu, il ne sait jamais avec exactitude le type d’intervention à laquelle il doit faire face avant d’arriver sur les lieux. Pour encadrer leur autorité et guider leur décision, ils s’appuient sur le modèle national de l’emploi de la force. Ce modèle illustre le processus d’évaluation des risques et la prise de décision du policier en fonction de l’évolution de l’intervention (Évaluation – Planification – Action) (École nationale de police du Québec, 2022).

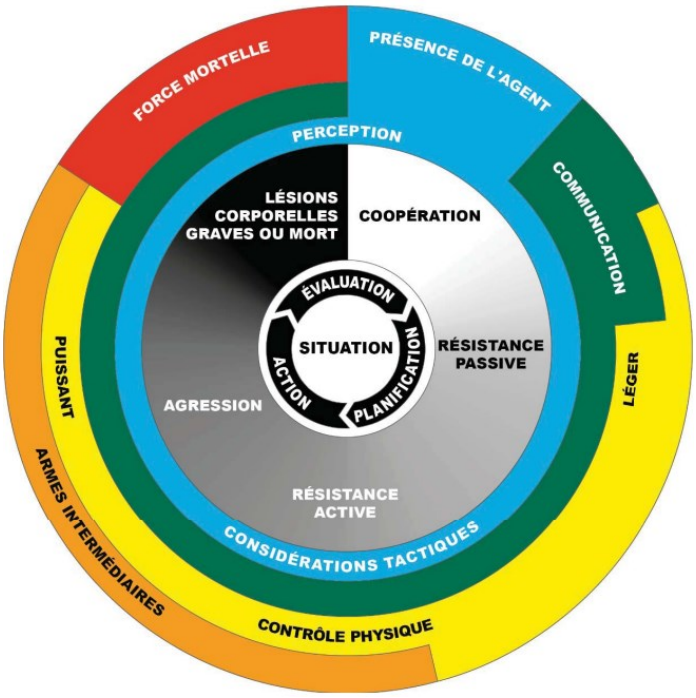

Figure 1. Modèle national de l'emploi de la force (ENPQ)

1.2 FORMATIONS

Un aspirant policier au Québec doit passer par deux étapes. Il doit d'abord avoir complété sa formation collégiale en Techniques policières, couvrant les bases juridiques, éthiques et la pratique du métier. Il doit ensuite s'inscrire au programme de formation initiale en patrouille-gendarmerie (PFIPG) à l'ENPQ, qui constitue la formation spécialisée donnant accès au métier de policier (École nationale de police du Québec, 2025).

1.2.1 PROCESSUS DE SÉLECTION ET ÉVALUATION INITIALE

Pour intégrer les corps policiers, les recrues doivent passer par un processus de sélection pour s'assurer de leur aptitude à suivre la formation et à supporter la charge d'entraînement. Afin de répondre à ces appels avec rapidité et efficacité, le policier doit être préparé tant physiquement que mentalement à toute éventualité. Dès le processus de recrutement, l'aspirant à une carrière de policier, doit passer par différents tests et une formation pour évaluer ses aptitudes.

Depuis 2017, l'ENPQ fixe l'une des conditions d'admissions au programme de formation initiale en patrouille-gendarmerie (PFIPG) par la réussite de l'Épreuve standardisée d'aptitudes physiques (ESAP-ENPQ). Ce test se présente sous la forme d'un circuit chronométré composé de trois boucles. Conçu pour simuler une intervention policière, le circuit inclut des stations faisant appel autant aux qualités physiques que mentales en mobilisant notamment la puissance musculaire, le système aérobie et la prise de décisions rapide. Cette mise en situation permet d'observer le comportement de l'individu face au stress et à l'imprévu ainsi que sa capacité à réaliser avec succès différentes tâches associées au métier de policier. Pour que ces épreuves soient en adéquation avec la réalité de terrain, les candidats sont munis de l'équipement tels que la veste pare-balles et une ceinture lestée (École nationale de police du Québec, 2022). Le temps de réussite est fixé au maximum à 322 secondes (Poirier et al., 2022). Ce sont avant tout des épreuves pour confronter le candidat aux exigences physiques du métier. Outre l'ESAP, les différents tests consistent en un test psychométrique (M-Pulse), évaluant les traits de personnalité et un test de jugement situationnel, qui mesure sa capacité à réagir

de façon appropriée face à des mises en situation (École nationale de police du Québec, 2025). S'ajoute ensuite à ces tests, un examen médical et des certifications en tir.

Ces différentes évaluations visent à s'assurer que le futur policier possède les aptitudes nécessaires pour remplir les tâches policières qui sont le maintien de l'ordre et la protection du public. Dans le cadre de ses interventions auprès de la population, il est autorisé par l'État à recourir, si nécessaire, à la force.

1.2.2 INDIVIDUALISATION DES NORMES D'EMPLOI PHYSIQUE

Malgré ces exigences, encore aujourd'hui, de nombreuses écoles utilisent une approche de formation paramilitaire dite « taille unique » (one-size-fits-all), où l'ensemble des recrues effectue les mêmes exercices avec la même intensité, indépendamment de leurs capacités initiales. Lockie et al. (2020) soulignent que cette méthode n'est pas optimale ni pour l'amélioration des performances, ni pour la prévention des blessures, car elle peut imposer une surcharge d'entraînement chez un individu moins conditionné tout en sous-entraînant les plus performants. Par exemple, les recrues féminines risquent de travailler à une demande similaire à celle des hommes, ce qui peut représenter une intensité trop élevée pour elles, augmentant ainsi le risque de blessures (Reilly, 2009). Ce n'est pas pour autant qu'elles seraient moins compétentes en tant que policières.

Des normes formelles sont alors développées et appelées Physical Employment Standards (PES) ou normes d'emploi physique. L'objectif des PES est d'assurer une adéquation entre la capacité physique de l'individu et les exigences réelles du poste (Drain et Reilly, 2019). Elles permettent ainsi d'orienter la préparation physique d'un individu en fonction des exigences du poste et de réduire le risque de blessures musculosquelettiques associées à une inadéquation entre sa capacité physique et la charge de travail.

Si des tests d'entrées sont généralisés lors des processus de sélection chez les premiers répondants, l'identification des mouvements, ou des gestes à réaliser, qui permet réellement d'évaluer les aptitudes physiques reste un enjeu central (Poirier et al., 2022; Reilly, 2009). Les résultats des travaux de Poirier et al. (2022) sur l'ESAP de l'ENPQ montrent que la puissance du haut du corps, l'agilité et le temps de réaction visuomoteur sont significativement associés à la performance, expliquant ensemble 66 % de sa variabilité, sans toutefois qu'on puisse conclure qu'il s'agit des seules aptitudes déterminantes à la réussite de ce dernier. Les tests physiques utilisés en contexte policier se divisent généralement en deux catégories, d'une part les tests cliniques, qui mesurent des composantes isolées de la condition physique sans reproduire directement une tâche du métier. D'autre part, les tests occupationnels, qui reproduisent directement les situations de terrain que peuvent rencontrer les policiers lors d'une intervention, l'ESAP en est un exemple.

Lockie et al. (2020) soulignent l'utilité de tests standardisés comme le PT500 pour mieux identifier les profils. Contrairement aux tests d'aptitude occupationnels basés sur des simulations de tâches, ce test s'apparente à une batterie d'évaluation de la condition physique générale développée par une agence de police américaine

(le département du Shérif de Los Angeles aux États-Unis). Plus près de nous au Québec, cette démarche se traduit par l'utilisation de l'EPrep-ESAP, une batterie de tests diagnostiques permettant d'établir le profil de condition physique des étudiantes et étudiants afin de les préparer adéquatement à l'ESAP (École nationale de police du Québec, 2022). Ces différents tests diagnostiques révèlent une grande variabilité de performance entre les individus selon l'âge et le sexe (Lockie et al., 2020). Le PT500 est composé de six épreuves des pompes, des tractions, des « mountain climbers », des redressements assis, ainsi que des courses de sprint et d'endurance. Les résultats de ce test révèlent une grande variabilité de performance entre les différentes classes de recrues et des individus entre eux selon l'âge et le sexe (Lockie et al., 2020). Cela permet d'identifier les forces et les faiblesses de chacun afin d'individualiser la préparation physique de chaque recrue.

Il faut toutefois préciser que cette individualisation concerne les entraînements pour préparer chaque recrue, et non les exigences minimales des épreuves de sélections qui doivent, elles, demeurer uniformes pour tous les candidats afin de garantir une équité et un standard commun. Il importe de distinguer cette préparation physique individualisée de la réussite du programme de PFIPG dans son ensemble qui comprend un volet juridique, tactique et éthique et ne repose pas seulement sur la capacité physique d'un individu. L'individualisation de l'entraînement physique permet aux recrues d'accéder aux exigences du test de sélection, sans pour autant remplacer l'ensemble des exigences nécessaires à la réussite de la PFIPG complète.

Le personnel d'entraînement peut utiliser les données d'évaluation, fournies par des tests comme le PT500 pour identifier les forces et les faiblesses de chacun, puis orienter les programmes de préparation physique individualisés en fonction de ces résultats. Cette individualisation vise à réduire les risques de blessures et à optimiser le développement et la progression de chaque recrue.

En plus des ESAP (Poirier et al., 2022), il existe d'autres tests occupationnels portant sur le travail usuel de policier. Ces tests sont utilisés pour la sélection d'autres corps spécialisés comme les Groupes Tactiques d'Intervention (GTI ou SWAT) (Pryor et al., 2012), le K9 (escouade canine) et la police montée (Hester, 2025). Cependant, il n'existe que très peu de tests ou batteries d'évaluation formelles pour la sélection des patrouilleurs à vélo (International Police Mountain Bike Association, 2007; Lehouillier et al., 2021).

À notre connaissance, aucun test d'embauche spécifique n'est requis au Québec pour intégrer la patrouille à vélo et ce, malgré les exigences physiologiques importantes du métier. Au niveau international, il existe des tests de terrain intégrés aux programmes de certification comme ceux de l'IPMBA (International Police Mountain Bike Association, 2007). Les habiletés évaluées incluent typiquement la maîtrise du vélo en circulation dense, l'utilisation défensive du vélo, les manœuvres d'urgence et les débarquements rapides, ainsi que la capacité à enchaîner ces habiletés durant un quart de travail complet.

En somme, le métier de policier est caractérisé par des exigences physiques et opérationnelles élevées, encadrées dès le recrutement par des tests standardisés et soutenues par une approche d'entraînement de plus en plus individualisée. En revanche, ce processus n'est pas encore étendu jusqu'aux spécialisations comme

la patrouille à vélo. Aucune norme physiologique propre à cette fonction n’existe actuellement à notre connaissance. C’est précisément le point de départ de ce mémoire, en quantifiant les exigences physiologiques réelles imposées par la patrouille à vélo, ce projet vise à fournir les données nécessaires au développement éventuel de normes ou d’outils d’évaluation adaptés à cette spécialisation.

CHAPITRE 2
MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX PRESCRIRE

On observe une utilisation croissante du vélo comme moyen de patrouille au sein des services de police (Hester, 2025; Langlais et al., 2026; Takken et al., 2009). Dans le but de proposer des recommandations concrètes pour l'entraînement et la préparation de ces policiers, il est nécessaire de comprendre ce que représente une patrouille de PAV sur le plan physiologique. Ce chapitre a pour but d'examiner les spécificités du travail à vélo réalisé par les PAV, les avantages opérationnels du vélo face au véhicule de patrouille, et les contraintes physiques et les adaptations corporelles nécessaires pour soutenir un effort prolongé.

2.1 AVANTAGES OPÉRATIONNELS DU VÉLO

La patrouille à vélo présente de nombreux atouts organisationnels, relationnels et tactiques, tout en comportant des limites et des risques spécifiques pour la sécurité des patrouilleurs (Langlais et al., 2026).

Troquer la voiture pour un vélo permet aux policiers d'être au plus près de la population. Les agents à vélo sont plus accessibles et moins intimidants pour les civils, en partie parce que leur uniforme est plus décontracté, ce qui reflète une image plus positive et influence favorablement la perception du public quant à leur

autorité (Simpson, 2017). Cela permet de retirer la barrière physique qu'impose le véhicule de patrouille de par son habitacle fermé, facilitant les interactions et la création d'un lien avec la communauté (Menton, 2008). Cette proximité ne se limite pas au lien social, elle s'accompagne aussi d'un effet régulateur sur le comportement des usagers de la route. La présence de police à vélo aurait un effet dissuasif sur certaines infractions, incitant les cyclistes et les piétons à mieux respecter les règles du code de la route (Rantatalo, 2016).

Sur le plan opérationnel, le vélo permet d'accéder à des zones géographiques inatteignables en voiture. Sur le plan tactique, le vélo offre une capacité d'intervention plus rapide et silencieuse (Vonk, 1998). Le transport à vélo est aussi plus efficace dans les environnements denses. Les études de Beck et al. (2015), se concentrant sur des policiers à vélo de campus universitaires, mettent en avant la facilité de déplacement entre les piétons et la configuration des lieux inaccessibles en voiture.

Sur le plan économique et environnemental, outre le coût d'achat nettement inférieur à celui d'une voiture de patrouille, le vélo a l'avantage d'être plus écologique dans son utilisation et permet de réduire l'empreinte carbone du service de police. Au-delà de ses atouts organisationnels, la patrouille à vélo offre des bénéfices directs pour la santé personnelle des agents en palliant le problème inhérent de la profession, la sédentarité (Ainsworth et al., 2011; McKinnon et al., 2011). Il a été démontré qu'une saison estivale de patrouille à vélo de trois mois (juin à août), chez six policiers masculins du service de police du Saguenay, a eu des effets bénéfiques sur la capacité cardiorespiratoire (passant de 40,0 ± 5,6 à 48,7 ± 5,4 mL/kg/min) et

la puissance musculaire des agents (passant de 3,3 ± 0,5 à 4,2 ± 0,4 W/kg), évaluées lors d'un test de rampe incrémentiel sur ergocycle, contribuant ainsi au maintien de la condition physique des agents (Lehouillier et al., 2021).

Bien que le vélo présente de nombreux atouts sur le plan des interventions et de la santé, ce mode de patrouille s'accompagne de contraintes matérielles, biomécaniques et sécuritaires majeures. Ces limites et inconvénients spécifiques feront l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre 3.

2.2 QUANTIFIER LA CHARGE DE TRAVAIL

Bien que les métiers de premiers répondants soient déjà reconnus pour leurs exigences physiologiques élevées (Bos et al., 2004; Drain et Reilly, 2019), la charge de travail spécifique aux PAV s'avère souvent supérieure à celle de nombreux autres métiers (Takken et al., 2009). Les agents doivent faire face à des exigences physiques continues, liées à la durée de leur patrouille sur le vélo, tout en restant disponibles mentalement et physiquement pour intervenir avec efficacité (Hester, 2025). Pour optimiser la préparation physique et la gestion de l'effort, il est donc primordial de mieux comprendre et quantifier cette exigence ajoutée par le moyen de déplacement.

Plusieurs méthodes permettent d'évaluer cette charge. Plusieurs chercheurs se sont appuyés sur ces méthodes pour quantifier précisément la charge de travail des premiers répondants, qu'il s'agisse de PAV (Lehouillier 2021 ; Takken 2009), de

policiers généraux et tactiques (Baldwin et al., 2019 ; Schilling et al., 2020) ou encore de pompiers en service (Gendron et al., 2020). On peut observer la consommation d'oxygène (VO_2), qui reflète la dépense énergétique et permet d'exprimer l'intensité de la tâche en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène (VO_2max) (Takken et al., 2009). Cette VO_2 correspond à la quantité d'oxygène réellement consommée par l'organisme à un moment donné et varie selon l'intensité de la tâche (Bishop et al., 2025). La VO_2max représente le débit maximal d'oxygène que le corps est capable de transporter et d'utiliser lors d'un effort physique maximal jusqu'à épuisement (Reilly, 2009), elle se distingue de l'endurance aérobie, qui caractérise la capacité de l'organisme à maintenir un pourcentage élevé de cette VO_2max sur une période prolongée dans le temps. Posséder une VO_2max élevée procure néanmoins une plus grande réserve physiologique, permettant de réaliser les tâches quotidiennes à un pourcentage relatif plus faible de sa capacité maximale et de supporter ainsi une charge cardiovasculaire globale plus importante (Takken et al., 2009).

La fréquence cardiaque (FC) peut aussi être utilisée comme repère sur le terrain, car elle est en relation linéaire avec la VO_2 (Åstrand et Rodahl, 1986). C'est cette méthode d'enregistrement continu de la FC qui a été utilisée dans cette étude pour évaluer la charge de travail des PAV en conditions réelles. Toutefois, ces méthodes présentent des limites d'utilisation sur le terrain, elles seront présentées en discussion dans le Chapitre 7 de ce mémoire.

L'étude de Jørgensen (1985), qui porte sur des recommandations générales pour le travail physique en milieu professionnel, suggère que pour un travail physique de huit heures, l'intensité moyenne ne devrait pas dépasser 50 % de la

VO_2max chez des sujets entraînés et 35 % chez des sujets non entraînés. Or Takken et al. (2009) indiquent dans leurs travaux qu'un policier effectue généralement des quarts de travail de 8h comprenant une pause formelle de 30min. Bien qu'ils passent la majorité du temps de travail sur le vélo, ils n'y sont pas constamment, ils peuvent mettre pied à terre pour accomplir des tâches inhérentes à l'application de la loi. Néanmoins, une telle charge globale peut rapidement mener à l'épuisement chez un agent pas suffisamment préparé. Afin de quantifier cet effort, Takken et al. (2009) s'appuient sur la méthode des impulsions d'entraînement (TRIMP, Training impulse), pour calculer la charge de travail (Banister, 1975). Cette méthode permet de comparer la demande physiologique du travail réel par rapport au niveau d'entraînement qu'ont les agents. En appliquant cette méthode, Takken et al. (2009) ont révélé que les policiers à vélo cumulent une charge hebdomadaire moyenne de 1783 TRIMPs, s'approchant ainsi du seuil de tolérance physiologique de 2000 TRIMPs généralement observé chez des cyclistes masculins professionnels. Ces constats sont d'ailleurs appuyés par Hester (2025), qui souligne que les exigences physiques continues des patrouilles à vélo génèrent une fatigue importante au fil du quart de travail.

Chez les policiers, Baldwin et al. (2019), proposent une méthode en couplant la FC et les données GPS de 64 agents permettant de cartographier les variations de charge physiologique selon les phases d'interventions. Les résultats montrent une charge physiologique fluctuante avec des pics marqués lors de certaines phases d'intervention. Une partie de ces variations de FC peut être attribuée au stress psychologique plutôt qu'à l'effort seul (Baldwin et al., 2019). Ce volet associé

au stress psychologique n’est toutefois pas couvert par la méthodologie de ce mémoire qui se concentre sur la charge externe (distance, durée, zones d’effort).

Une charge de travail intense et continue mal gérée peut engendrer une accumulation de fatigue et une baisse de vigilance, réduisant la capacité des agents à réagir face au danger (Andersen et al., 2018). Ainsi, il est nécessaire de quantifier la charge de travail physique pour assurer l’efficacité et la sécurité des policiers par une meilleure compréhension de celle-ci.

Pour y parvenir, l’analyse de la FC segmentée par zones d’intensité constitue une approche pertinente pour évaluer les exigences physiologiques spécifiques auxquelles sont soumis les PAV (Jamnick et al., 2020). Le principe des zones de FC remonte aux travaux d’Edwards (1993), qui définit les plages d’intensité correspondant à des pourcentages croissants de la FC maximale. Le système Garmin, utilisé dans notre étude pour la collecte des données, reprend cette logique sous la forme de cinq zones en y ajoutant l’effort perçu et les avantages pour l’entraînement en fonction de cette zone (voir Tableau 1). Le choix de conserver la grille des zones de fréquence cardiaque de Garmin pour l'analyse des données garantit une parfaite cohérence méthodologique, puisque les paramètres physiologiques des agents ont été enregistrés en continu à l'aide de ces mêmes montres connectées. S’appuyant sur la littérature d’Edwards (1993) pour classer les cinq zones fondée sur le pourcentage de la FCmax, la classification Garmin offre une grille de lecture simple, reproductible et directement applicable aux données brutes recueillies en continu.

Tableau 1 issu de la documentation Garmin (outil utilisé pour notre prise de données sur le terrain) illustrant le lien entre les pourcentages de la fréquence cardiaque et l'effort perçu.

Zone	% de la fréquence cardiaque maximale	Effort perçu	Avantages pour l'entraînement
1	50 à 60 %	Allure détendue, sans effort. Respiration cadencée.	Entraînement en aérobie au niveau débutant. Améliore la capacité du cœur à pomper le sang et celle des muscles à utiliser l'oxygène. Diminue le stress.
2	60 à 70 %	Allure non fatigante. Respiration légèrement plus profonde qui permet toujours la conversation.	Entraînement cardiovasculaire de base. Augmente la vitesse à laquelle les cellules libèrent les graisses pour les muscles. Bonne allure de récupération.
3	70 à 80 %	Allure modérée. Il est plus difficile de discuter.	Capacité aérobie améliorée : augmente la capacité des poumons et la vitesse de la respiration. Entraînement cardiovasculaire optimal : renforce le cœur pour les entraînements de longue durée.
4	80 à 90 %	Allure rapide et plutôt fatigante. Respiration rapide.	Capacité et seuil anaérobie améliorés : augmente la vitesse de course et améliore les performances. Temps d'entraînement limité dans cette zone.
5	90 à 100 %	Allure maximale impossible à tenir sur la durée. Respiration rapide.	Endurance anaérobie et musculaire. Puissance augmentée. Essentiellement utilisée dans les entraînements à intervalles avec de brefs changements de vitesse. Temps d'entraînement très court dans cette zone.

2.2.1 SEUILS VENTILATOIRES ET CLASSIFICATION EN ZONES

Les cinq zones d'effort sont directement associées à une augmentation progressive du niveau d'intensité physiologique imposée à l'organisme. Les travaux de Bishop et al. (2025) permettent de visualiser cette corrélation.

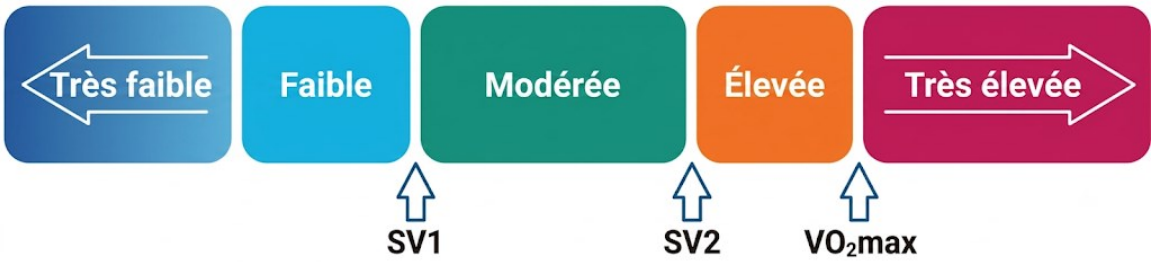

Figure 2 adaptée de Bishop et al. (2025) pour décrire l'intensité de l'exercice pour l'activité physique. SV : seuil ventilatoire

La réponse physiologique n'augmente pas de façon linéaire et fait apparaître deux ruptures, identifiables par analyse d'échanges gazeux et appelés premier et second seuils ventilatoires (SV1 et SV2) (Jamnick et al., 2020). Ces seuils délimitent les niveaux d'intensité observables dans la Figure 2 (Bishop et al., 2025). Avant l'atteinte du SV1, l'effort est situé en zones 1 et 2 dites très faible et faible. Entre le SV1 et le SV2, la zone 3 dite modérée, le lactate s'élève au-dessus des valeurs de repos, la ventilation augmente. L'effort demeure soutenable, mais pour une durée limitée. Lors de l'atteinte du SV2, et au-delà, correspondant aux zones 4 (élevée) et zone 5 (très élevée), le lactate s'accumule progressivement dans le sang, la ventilation augmente fortement et l'effort ne peut être maintenu que quelques minutes (Jamnick et al., 2020). C'est aussi là que les mécanismes de fatigue apparaissent le plus rapidement au sein des muscles, contribuant à la réduction de la commande motrice et, par conséquent, à la capacité à produire de la force (Amann et al., 2011).

CHAPITRE 3
INCONVÉNIENTS DE LA PATROUILLE À VÉLO

Bien que la patrouille à vélo présente ses avantages opérationnels et communautaires importants (voir chapitre 2), elle comporte également des risques et des inconvénients pour la santé et la sécurité des agents. Ce chapitre aborde ces risques sous trois sections, les contraintes liées à l'équipement, les blessures musculosquelettiques qui en découlent, les risques cardiovasculaires et thermiques associés à l'effort.

3.1 L'ÉQUIPEMENT ET LES CONTRAINTES MATÉRIELLES

Le vélo impose aux PAV des contraintes matérielles particulières, liées à la fois au vélo, à l'équipement opérationnel et aux vêtements portés durant la patrouille. Sur le vélo, plusieurs réglages doivent être ajustés en fonction des mesures de l'agent tels que l'assise, les pédales et le guidon. En plus du vélo, l'agent doit porter son équipement opérationnel habituel comme le gilet pare-balles, le ceinturon, et l'arme de service qui représente déjà 6 kg supplémentaires (Lehouillier et al., 2021).

L'acquisition de vélos individualisés pour chaque agent représente un coût important. Une alternative envisageable consisterait à équiper les vélos avec des pièces réglables telles que l'assise ou le guidon, permettant une adaptation facile et rapide entre les différents utilisateurs (Lehouillier et al., 2021; Simard et Lavallière, 2024). Par ailleurs, l'utilisation de pédales automatiques (avec cales), bien que

performantes d’un point de vue biomécanique, est à proscrire pour l’agent en patrouille. Ce dernier doit être capable de mettre pied à terre rapidement et courir lors d’interventions ou de poursuites. Plus largement, Black et Cloud (2008), appuyés récemment par la revue littérature de Hester (2025), rapportent que les policiers signalent une baisse de performance lorsque l’équipement n’est pas spécifiquement conçu pour la pratique du vélo, soulignant qu’un équipement inadapté affecte à la fois la fonctionnalité et la sécurité. Ils recommandent d’utiliser des tissus respirants, d’ajouter des poches sécurisées et d’adapter la coupe pour faciliter le mouvement des genoux et du tronc.

3.2 LES TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES ET LES BLESSURES

Bien qu'ils affectent tous deux le système locomoteur de l'agent, les troubles musculosquelettiques (TMS) et les blessures traumatiques doivent être distingués par leurs causes : les TMS s'installent de façon chronique en raison de l'équipement et de l'ergonomie, tandis que les blessures surviennent de façon aiguë lors d'efforts soudains ou d'interventions.

Les TMS sont des lésions touchant généralement les muscles et les tendons, causées par des sollicitations répétées ou des postures prolongées inadéquates (Cheung, 2017). Chez les PAV, la posture prolongée en flexion et le mouvement biomécanique continu exigés par le pédalage exacerbent considérablement la charge imposée par l'équipement lourd. À cet égard, l'étude de Poirier (2024) révèle que l'équipement de travail, particulièrement le poids et la configuration du ceinturon, figure parmi les principales préoccupations des policiers, étant perçu comme une

cause directe de douleurs chroniques telles que les lombalgies. Un vélo mal ajusté, à long terme, entraîne des inconforts qui favorisent l'apparition de ces troubles chroniques, particulièrement au niveau lombaire et aux membres inférieurs.

À l'inverse, les blessures aiguës résultent des exigences physiques multiples et imprévisibles du métier, telles que la course sur des distances variées avec charge, la maîtrise de délinquants, le transport de personnes blessées et différentes tâches de manutention (Lyons et al., 2017). Chez le patrouilleur à vélo, les transitions brusques (comme passer du pédalage à la course ou à l'intervention physique) augmentent drastiquement ce risque (Range et al., 2024). Chez les recrues en formation initiale, Sawyer et al. (2021) rapportent que l'entraînement est l'activité la plus fréquemment associée aux blessures (38,1 % des cas), les articulations étant les plus touchées, 20 % pour l'épaule, suivie des membres inférieurs. Ces blessures surviennent en particulier lors des entraînements aux tactiques défensives, où le manque de technique des recrues lors de l'exécution de ces mouvements, souvent combiné à un niveau de condition physique insuffisant, exacerbe la charge imposée aux membres.

Face à ce constat, Sawyer et al. (2021), indiquent que les recrues en meilleure condition physique sont plus susceptibles de résister aux exigences physiques et au stress physiologique, réduisant ainsi le risque de blessures. Pour limiter ces impacts, Drain et Reilly (2019) rappellent qu'augmenter la capacité physique des agents par l'entraînement physique permet de réduire les risques de blessures musculosquelettiques et, par conséquent, améliorer la disponibilité de la main d'œuvre en réduisant l'absentéisme. L'absence d'un agent désorganise les patrouilles et peut augmenter la charge des autres agents, favorisant l'apparition de

nouvelles blessures. Puisque la demande opérationnelle ne peut être réduite, il importe d'augmenter la capacité du travailleur à y faire face.

3.3 LES RISQUES CARDIOVASCULAIRES

Outre les blessures musculosquelettiques, les policiers présentent un risque élevé de maladies cardiovasculaires. À titre d'exemple, les études menées auprès des forces de l'ordre de la ville de Buffalo (Violanti et al., 2006), ont démontré que le stress professionnel chronique et le travail de policier sont fortement associés au développement de maladies cardiovasculaires. D'autres travaux récents de Gendron et al. (2019) et Poirier et al. (2023) confirment ces constats sur la population policière au Québec, révélant un taux de 79,5 % des policiers masculins qui présentent au moins un facteur de risque cardiovasculaire (Gendron et al., 2019). L'inactivité physique des agents y est identifiée comme un facteur de risque cardiovasculaire déterminant, en lien avec la sédentarité inhérente au métier évoqué dans l'introduction (Herrmann et al., 2024; McKinnon et al., 2011) et le stress opérationnel (Baldwin et al., 2019). C'est sur ce point que la patrouille à vélo présente un intérêt particulier. En intégrant une activité physique soutenue au cœur même de la journée de travail, elle pourrait contribuer à réduire ce risque cardiovasculaire, plutôt qu'à l'aggraver.

3.4 LES DANGERS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT URBAIN

Les inconvénients de la patrouille à vélo ne se limitent pas qu'aux aspects physiologiques et biomécaniques. Le PAV évolue dans un environnement imprévisible, exposé aux mêmes dangers que les piétons et les autres cyclistes (Rantatalo, 2016), et ne bénéficie pas de la protection qu'offre un véhicule de patrouille (Vonk, 1998). Le PAV est confronté aux dangers de la circulation urbaine. Selon Vonk (1998), 56 % des officiers déclarent se sentir plus vulnérables à vélo qu'en voiture. Récemment, (Langlais et al., 2026) ont confirmés cette vulnérabilité sur le terrain, soulignant que l'absence d'habitacle prive l'agent d'un abri physique et d'un accès immédiat à certains équipements opérationnels (ordinateur de bord, soutien matériel). Des rapports d'incidents rapportent que des PAV ont été volontairement renversés par des véhicules lors de poursuites (International Police Mountain Bike Association, 2007).

CHAPITRE 4
PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

La recension des écrits montre que le métier de policier est encadré, dès le recrutement, par des normes d'aptitudes physiques standardisées et la patrouille à vélo offre des avantages opérationnels et communautaires reconnus. Elle montre aussi que ce mode de patrouille impose une charge physiologique considérable encore peu documentée. Les travaux de Takken et al. (2009) suggèrent que les exigences s'approchent parfois de celles observées chez des cyclistes en compétitions, tout en s'accompagnant de contraintes liées à l'équipement, de risques musculosquelettiques et cardiovasculaires, ainsi que des dangers propres à l'environnement routier.

En intégrant une activité physique soutenue comme partie intégrante des quarts de travail, la patrouille à vélo pourrait contribuer à réduire la sédentarité et les risques cardiovasculaires qui caractérisent le métier de policiers, particulièrement marqués chez les agents en véhicule (Poirier et al., 2023; Violanti et al., 2006).

Malgré ces constats, peu d'informations sont actuellement disponibles concernant la charge de travail réelle que rencontrent les policiers lors de leur patrouille à vélo (Hester, 2025; Takken et al., 2009). L'objectif principal de l'étude est de mesurer et quantifier les exigences physiologiques associées à ce type de patrouille.

La question de recherche qui guide ce mémoire est donc la suivante : quelles sont les exigences physiologiques réelles associées à la patrouille à vélo en conditions opérationnelles ?

L'objectif général est de quantifier et de décrire la charge physiologique (charge interne) et la charge externe associées à la patrouille à vélo, en conditions réelles de travail. Trois objectifs spécifiques en découlent :

1. Décrire les paramètres de charge externe (distance parcourue, vitesse) et de charge interne (FC) enregistrés durant les quarts à vélo.
2. Caractériser la répartition du temps de travail dans les cinq zones d'intensité de FC.
3. Comparer ces paramètres à ceux observés lors des patrouilles en véhicule, afin de situer l'ampleur de la sollicitation propre au mode de déplacement à vélo.

Les retombées attendues consistent à fournir les données de référence nécessaires au développement éventuel de normes ou d'outils de préparation physique adaptées à cette spécialisation, et à orienter les travaux futurs sur la préparation physique et la documentation des policiers à vélo.

CHAPITRE 5
MÉTHODE

Les données utilisées dans ce mémoire découlent d'une étude plus large qui avait pour objectif d'évaluer l'impact de la patrouille estivale à vélo sur la condition physique des policiers pré et post saison (Lehouillier et al., 2021). De cette étude seules les données ambulatoires enregistrées en continu par les montres durant les patrouilles ont été exploitées, les questionnaires sur les habitudes de vie et les tests de condition physique réalisés dans le projet d'origine ne font pas l'objet du présent mémoire, qui se concentre sur la quantification de la charge de travail à vélo.

5.1 PROTOCOLE

La collecte s'est déroulée durant les étés 2020 et 2021, auprès de six policiers du Service de police de la ville de Saguenay affectés à la patrouille à vélo. Lors d'une partie de leurs patrouilles, les participants portaient au poignet une montre GPS munie d'un cardiofréquencemètre par pléthysmographie (Garmin Fénix 5S, Garmin Ltd., États-Unis), enregistrant en continu plusieurs paramètres physiologiques et de déplacements, nécessaires à l'étude tels que : la FC, les distances parcourues, les vitesses, le temps passé dans les différentes zones d'intensité, ainsi que les positions GPS. Puisque les montres étaient partagées de façon anonyme et que les données n'étaient pas associées à un participant spécifique, l'algorithme des appareils s'est basé sur l'âge moyen du groupe (environ

29,5 ans). Ainsi, pour délimiter les zones d'effort, la fréquence cardiaque maximale (FCmax) de référence a été estimée automatiquement à partir de l'équation qu'utilise Garmin 220-âge (homme). Ce dispositif est utile pour l'enregistrement en continu sur le terrain, mais l'utilisation de la technologie par pléthysmographie au poignet présente des limites d'exactitudes documentées par Zhang et al. (2020) et approfondi dans la discussion au chapitre 7 de ce mémoire.

Il importe de préciser que les valeurs extrêmes rapportées dans la section résultats correspondent à la FC maximale observée sur le terrain (FCpic) et non la FC maximale physiologique des individus. Les données ont été recueillies en conditions réelles de travail, sans modification des horaires ni des habitudes des participants. Les montres étaient partagées entre chaque duo d'agents durant leur quart de travail. Les quarts enregistrés n'ont pas fait l'objet d'une sélection aléatoire, mais dépendaient plutôt de la disponibilité et du port effectif des montres par les agents. Seule une partie des patrouilles a fait l'objet d'un enregistrement, la collecte totalise 47 journées de patrouille réparties sur les deux étés. La durée des quarts de travail était variable selon les journées, les participants pouvant être sur quatre créneaux de travail différents : 8h-18h ; 12h-21h ; 13h-23h ; 15h-01h. À la fin de chaque quart, les données enregistrées par la montre étaient synchronisées à l'aide du logiciel dédié, puis exportées pour analyse.

5.2 PARTICIPANTS

Pour cette étude, 6 policiers (n=6) de la ville de Saguenay âgés de 26 à 38 ans (moyenne = 29,5 ± 4,3 ans) ont participé à la collecte de données. L'échantillon représente la totalité des policiers de Chicoutimi affectés aux patrouilles à vélo durant la période d'étude. L'échantillon est exclusivement masculin, aucune femme n'ayant été assignée à cette patrouille au moment de la collecte de données.

Tous les participants ont fourni un consentement écrit et rempli le Questionnaire sur l'aptitude de l'activité physique (Q-AAP) avant leur participation. Le protocole de recherche a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche (réf. : 2020-262) avant le début de l'étude. Les patrouilleurs étaient rémunérés par leur employeur durant leur participation compte tenu que la collecte était effectuée durant leur quart de travail. Aucune rémunération supplémentaire n'était offerte aux participants.

Dans le cadre de l'étude d'origine, ces mêmes participants ont fait une évaluation de leur condition physique en début de saison (Lehouillier et al., 2021). Leur capacité aérobie, estimée à l'aide d'un test de rampe sur ergocycle, correspondait à une VO_2max moyenne de 40,0 ± 5,6 ml/kg/min, soit une valeur légèrement inférieure au seuil « acceptable » de 41 ml/kg/min établi par l'American College of Sports Medicine pour les hommes de 20 à 39 ans (Lehouillier et al., 2021). Ces données ne servent ici qu'à caractériser l'échantillon dans son ensemble. Étant donné que les montres étaient portées de façon anonyme et partagée (trois montres pour 3 binômes), aucune donnée physiologique de terrain ne peut être rattachée à un participant en particulier ni à sa condition physique individuelle. Elles fournissent

néanmoins un repère collectif utile à l'interprétation. Ainsi, les valeurs de FC pic analysées dans les résultats correspondent uniquement à la FC absolue la plus élevée enregistrée par l'appareil lors d'une journée de patrouille, indépendamment de la capacité maximale réelle du porteur.

5.3 ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans un premier temps, les données brutes enregistrées par les montres Garmin (fichier FIT) ont été traitées à l'aide d'un programme développé en Python (environnement Spyder, distribution Anaconda) dans le cadre du projet (Yeghicheyan et Lavallière, 2022).

Le choix de ce logiciel et du langage Python s'est imposé pour plusieurs raisons méthodologiques et pratiques. D'une part, il s'agit d'un langage considéré comme l'un des plus simple à comprendre et à utiliser pour un débutant. De plus, pour le type de données recueillies ici, un logiciel de ce niveau suffisait à extraire tout ce dont nous avions besoin. D'autre part, le Python est un langage multiplateforme facilitant le travail collaboratif sur n'importe quel appareil ou logiciel. Ce qui représente un atout ici, car plusieurs personnes ont travaillé sur le projet.

Notre objectif avec ce traitement des données était de les transformer pour qu'elles soient exploitables. Il a donc fallu créer un programme en plusieurs étapes pour passer de données codées Garmin à des données chiffrées. Concrètement, le programme créé permet de convertir les données brutes en variables statistiques dans un fichier Excel, qui sont ensuite organisées en tableaux pour l'analyse. Ce

traitement automatisé comportait quatre étapes. D'abord l'extraction et la conversion des fichiers FIT en format CSV. Puis le nettoyage des données, en écartant les valeurs manquantes ou incohérentes ainsi que les périodes d'immobilité prolongée. Ensuite une classification de chaque déplacement selon le mode de transport (vélo ou voiture) a été effectuée. Et enfin, les statistiques pour chaque mode et chaque journée des variables de charge externe et interne sont générées.

L'ensemble des données extraites est réparti en plusieurs groupes. D'une part les variables de charge externe (distance parcourue, vitesses), d'un autre côté les variables de charge interne (FC, temps passé dans les zones d'intensité).

Des seuils de classification de la vitesse et de la FC sont établis de manière empirique à partir des distributions observées de vitesse et de FC, qui distinguent clairement deux modes de déplacements (Yeghicheyan et Lavallière, 2022). Les périodes durant lesquelles la vitesse demeurait nulle pendant plus de 120 secondes (feux de circulation, pauses, interventions) ont été considérées comme des arrêts et exclues du calcul des vitesses, sans être traitées comme des données invalides. Ce critère de nettoyage visait initialement à exclure les périodes où la montre n'était potentiellement plus portée ou lorsque les policiers prenaient de longues pauses formelles. Mais ce critère méthodologique présente des limites importantes pour l'analyse du travail policier. L'impact potentiel de ce filtre de 120 secondes est de sous-estimer une partie de la charge physiologique subie lors des interventions nécessitant une immobilité prolongée, nos résultats se concentrant ainsi davantage sur la charge cardiovasculaire strictement liée à l'effort dynamique du pédalage. De plus, les exigences de travail dans la globalité demeurent très complexes à évaluer dans ce contexte. Comme le souligne la littérature, une période d'immobilité

prolongée ou un effort d'endurance de base peut être soudainement interrompu par un déplacement très rapide ou une intervention critique d'une intensité extrême (Takken et al., 2009). Ainsi, même si la durée de l'intervention est très courte, le choc physiologique de cette transition brutale (par exemple un quart de plusieurs heures inactives suivi de 20 secondes d'effort explosif), représente en soi une exigence intense qui échappe en partie à l'analyse des moyennes continues.

Afin de différencier les trajets à vélo de ceux effectués en voiture, un algorithme de classification a été développé pour cette étude. Cet algorithme établit que si les vitesses sont majoritairement inférieures à 40 km/h et associées à des FC supérieures à 100 bpm, les trajets sont classés comme étant à vélo. Tandis que des vitesses supérieures à 40 km/h associées à des FC inférieures à 100 bpm sont classés comme étant en voiture. Il faut toutefois prendre en compte un point important, bien que le couplage de données GPS et cardiaques soit une méthode validée dans la littérature pour cartographier l'activité policière (Baldwin et al., 2019), l'utilisation de seuils fixes exclusifs à cette étude présente un risque de mauvaise classification dont il faut tenir compte. Cependant, en l'absence d'une validation par un observateur sur le terrain, un risque de mauvaise classification de certains segments subsiste et constitue une limite reconnue de la méthode.

5.4 MÉTHODE DE L'ANALYSE STATISTIQUE

L'unité d'analyse retenue est la journée de patrouille. Après nettoyage des données, 126 segments de travail ont été analysés, soit 81 quarts à vélo (46 en 2020 et 35 en 2021) et 45 quarts en voiture (33 en 2020 et 12 en 2021). Au total 47 journées réparties sur les étés 2020 et 2021 ont été analysées et enregistrées au moyen de trois montres connectées Garmin partagées entre les 6 participants. Étant donné que les résultats obtenus ne peuvent pas être rattachés à un policier en particulier, l'analyse est de nature descriptive. Les variables des charges sont présentées sous forme de moyennes et d'écarts-types pour chaque mode de déplacement. Les comparaisons entre les modes de déplacement ont été réalisées à l'aide de tests *t* de Student pour échantillons indépendants. Compte tenu de la taille réduite de l'échantillon, la normalité des distributions n'a pu être formellement vérifiée. Un test non paramétrique de Mann-Whitney était prévu en cas de non-respect de ce postulat. En complément des tests de signification statistique, la taille d'effet (*d* de Cohen) a été calculée pour chaque comparaison de moyenne, afin de quantifier l'ampleur des différences observées indépendamment de la taille de l'échantillon. Les seuils conventionnels de Cohen, 0,2 (petit), 0,5 (moyen), 0,8 (grand), ont été utilisés comme repères d'interprétation initiaux. Les analyses paramétriques et non paramétriques ont abouti à des conclusions similaires, seuls les résultats des tests *t* sont présentés. La répartition du temps de travail dans les cinq zones d'effort selon le mode de patrouille a été comparée à l'aide d'un test du X^2 d'indépendance. Le seuil de signification pour toutes les analyses statistiques a été fixé à $p < 0,05$.

CHAPITRE 6
RÉSULTATS

Cette section présente les résultats des données recueillies lors des patrouilles à vélo et en voiture réalisées au cours des étés 2020 et 2021 auprès de six policiers à vélo. Afin d'alléger la présentation des résultats, l'ensemble des graphiques illustrant les données de FC, de vitesse et de distance ainsi que les graphiques détaillant le temps passé dans chaque zone d'intensité, ont été placés en annexe du document.

6.1 DONNÉES DESCRIPTIVES ET INFÉRENTIELLES

Les données dans le Tableau 2 sont présentées sous forme de moyenne accompagnées de leur écart-type (Moyenne ± ÉT). Tel que décrit dans la partie 5.4, pour comparer les paramètres entre les patrouilles à vélo et en voiture, des test-*t* de Student pour échantillons indépendants ont été réalisés et complétés par les tailles d'effet (*d* de Cohen) afin d'en préciser l'ampleur. Pour l'ensemble des analyses, le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$. La compilation des données et l'ensemble des calculs statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

Certaines journées ne possèdent pas de données soit en raison de l'absence de patrouille à vélo ces jours-là ou par un non-port de la montre. Il importe également de mentionner que les vitesses maximales atteintes en voiture ne sont pas présentées pour des raisons opérationnelles et de sécurité publique.

L'observation des variables sur deux années révèle des tendances dans l'activité des policiers, marquées par des différences statistiques significatives selon l'année et le mode de transport comme le résume le tableau ci-dessous.

Tableau 2 Récapitulatif des valeurs quotidiennes enregistrées par les montres Garmin

Paramètres	Données Vélo 2020	Données Vélo 2021	*Données Vélo 2020 VS 2021*	*p* Données Vélo 2020 VS Vélo 2021	Données Voiture 2020	Données Voiture 2021	*Données Voiture 2020 VS 2021*	*p* Vélo 2020-2021 VS Voiture2020-2021	*Test d Cohen*
Distance moyenne par jour (km)	26,8 ± 7,2	26,6 ± 12,6	22,1 ± 0,9	0,978	26,9 ± 13,8	42,6 ± 25,8	32,2 ± 12,6	0,205	1,5
Distance max observée (km)	79,1	110,4	-	-	-	-	-	-	-
Vitesse moyenne par jour (km/h)	14,5 ± 0,9	13,2 ± 1,4	14,1 ± 0,8	0,102	46,9 ± 5,8	45,8 ± 6,9	44,8 ± 3,9	p<0,001	14,5
Vitesse maximale moyenne par jour (km/h)	46,2 ± 2,5	44,4 ± 4,7	45,5 ± 2,3	-	-	-	-	-	-
Pic maximal de vitesse (km/h)	63,2	71,1	-	-	-	-	-	-	-
FC moyenne par jour (bpm)	120,6 ± 5,6 (63 %)	112,4 ± 4,1 (59 %)	114,7 ± 2,2	0,05	88,3 ± 1,9 (46 %)	89,8 ± 6,3 (47 %)	88,6 ± 2,0	p<0,001	12,1
FC maximale (bpm)	166,6 ± 6,3 (88 %)	156,6 ± 7,5 (82 %)	159,1 ± 2,7 (84 %)	0,054	131,0 ± 7,0 (69 %)	128,8 ± 14,8 (68 %)	127,6 ± 3,5 (67 %)	p<0,001	10,7

Note 1 Moy : moyenne; ÉT : écart-type; bpm : battements par minute.
Le pourcentage entre parenthèses correspond à la FC en % de la FCmax estimée (220 − âge ≈ 190 bpm).
d de Cohen : 0,2 = petit, 0,5 = moyen, 0,8 = grand effet.

6.1.1 DISTANCES ET VITESSES

En 2020 comme en 2021, la distance moyenne parcourue à vélo demeure stable, aucune différence significative n'est observable (p= 0,978), confirmant une moyenne autour de 26,8 ± 7,2 km/jour en 2020 et 26,6 ± 12,6 km/jour en 2021. Des pics importants de distance sont observables atteignant 79,1 km en 2020 et dépassant les 100,4 km en 2021. Pour les patrouilles en voiture, bien que les données soient moins nombreuses, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative avec le vélo concernant la distance (p=0,205), ce qui n'est pas attendu compte tenu de la nature du mode de déplacement.

La vitesse moyenne de déplacement à vélo reste relativement basse 14,5 ± 0,9 km/h en 2020 et 13,2 ± 1,4 km/h en 2021 sans différence significative (p=0,102). Des pics de vitesses atteignant 63,2 km/h (2020) et 71,1 km/h (2021), sont également enregistrés.

6.1.2 FRÉQUENCE CARDIAQUE

À vélo, la FC moyenne quotidienne, qui inclut uniquement les périodes actives en excluant les arrêts de plus de 120 secondes, en 2020 est de 120,6 ± 5,6 bpm et de 112,4 ± 4 bpm en 2021. Des pics de FC importants ont été relevés, jusqu'à 166,6 ± 6 bpm en 2020 et 156,6 ± 8 bpm en 2021, soit 88 % et 82 % de la FCmax théorique estimée selon l'âge moyen du groupe (établie à environ 190 bpm).

En voiture, la FC moyenne est significativement plus basse ($p < 0,001$), à 88,3 ± 1,9 bpm (46 %) en 2020 et 89,8 ± 6,3 bpm (47 %) en 2021. Les valeurs maximales en voiture sont également inférieures, à 131,0 ± 7 bpm en 2020 et de 128,8 ± 15 bpm en 2021 (69 % et 68 % de la FCmax théorique), une différence là aussi significative ($p < 0,001$).

6.2 RÉPARTITION DANS LES ZONES D'EFFORT

Le Tableau 3 suivant recense les temps moyens (en secondes) et la proportion de temps de travail quotidien (%) passés dans chaque zone d'effort pour les deux modes de patrouille. Il est primordial de rappeler que les montres étant partagées de façon anonyme, ces zones ont été délimitées automatiquement par l'algorithme Garmin non pas à partir des données physiologiques individuelles de chaque agent, mais en fonction d'une FC maximale théorique unique basée sur l'âge moyen du groupe (estimée à environ 190 bpm).

L'analyse met en évidence un contraste dans la répartition des efforts selon le mode de déplacement. La majorité des déplacements en voiture se caractérise par un temps passé en zone 1 (très faible intensité), représentant 95 % du temps en 2020 et 89 % en 2021. Les zones intermédiaires et élevées (Z3 à Z5) y sont peu représentées voire absentes (exemple de la zone 5 en 2021 s'élevant à 0 %). À vélo, le temps est réparti sur l'ensemble des zones. Les zones basses (Z1 et Z2) occupent environ 80 % du quart de travail. Les zones 3, 4 représentent environ 18 % du temps en 2020 et la zone 5 est ponctuellement atteinte alors qu'elle est absente en voiture.

Un test du X^2 confirme que la répartition du temps entre les zones d'effort diffère significativement selon le mode de patrouille, tant en 2020, X^2= 2459,74, p<0,001, qu'en 2021 X^2=1251,29, p<0,001.

Tableau 3 Temps moyens par jour par zone de fréquence cardiaque selon le mode de patrouille

2020				
Répartition du temps de travail moyen %				
Zone FC	**Vélo 2020 (s)**	**Vélo 2020 (%)**	**Voiture 2020 (s)**	**Voiture 2020 (%)**
Z1	2917	41	2858	95
Z2	2772	39	123	4
Z3	799	11	28	1
Z4	494	7	6	0
Z5	66	1	2	0
TOTAL	7048	100	3017	100

***X*² = 2459,74 ; ddl = 4 ; p < 0,001**

2021				
Zone FC	**Vélo 2021 (s)**	**Vélo 2021 (%)**	**Voiture 2021 (s)**	**Voiture 2021 (%)**
Z1	3854	57	3481	89
Z2	2486	36	300	8
Z3	332	5	92	2
Z4	132	2	25	1
Z5	7	0	0	0
TOTAL	6811	100	3898	100

***X*² = 1251,29 ; ddl = 4 ; p < 0,001**

Note 2 Les pourcentages représentent la proportion du temps total de patrouille passée dans chaque zone.

CHAPITRE 7
DISCUSSION

7.1 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Le but principal de cette étude était de quantifier la charge de travail physiologique associée aux patrouilles à vélo et de la comparer à celle enregistrée lors des patrouilles en voiture. La capacité aérobie moyenne plutôt modeste de notre groupe de participants, suggère que la charge cardiovasculaire observée durant les patrouilles à vélo représente, pour l'ensemble des agents, une sollicitation importante de leur capacité maximale.

Dans la littérature, le travail de policier en voiture est reconnu comme sédentaire, l'agent passant la majeure partie de son quart en position assise (Herrmann et al., 2024; McKinnon et al., 2011). Le Tableau 1 et Tableau 2 soutiennent cette affirmation, indiquant des FC moyennes sous les 90 bpm et un temps de travail majoritairement dans la Zone 1 (89-95 %).

Les données à vélo observées dans le Tableau 1 ainsi que dans les travaux de Takken et al. (2009), démontrent qu'une patrouille à vélo impose une sollicitation physiologique considérablement plus élevée par rapport à la patrouille en voiture. Nos résultats indiquent une FC moyenne variant de 112 à 120 bpm, significativement supérieure à celle mesurée en voiture ($p<0,001$).

Le Tableau 2, montre que la patrouille à vélo ne se contente pas d’un simple déplacement continu à basse intensité. Bien que la majorité du temps de travail

demeure dans les zones basses, environ 80 % du temps, une partie du quart de travail se situe dans les zones 3 et 4 (18 %) avec des passages ponctuels dans la zone élevée (zone 5). Cette répartition des efforts, environ 80% à basse intensité et 20% à haute intensité, s'apparente au modèle de l'entraînement polarisé, une périodisation reconnue dans le milieu sportif pour optimiser les adaptations aérobies. Toutefois, si cette proportion d'intensité semble physiologique et normale en théorie, c'est le volume total de travail cumulé lors des quarts de patrouille qui s'avère beaucoup trop important. En effet, cette portion d'effort à haute intensité, même si elle est minoritaire dans le temps total, demeure considérablement plus élevée qu'en voiture, où les zones 3 à 5 combinées ne représentent que 1-3 % du temps.

Par ailleurs dans le Tableau 1, l'enregistrement de pics de vitesse dépassant 60 et 70 km/h, souligne une réalité de terrain complexe. Il est probable que ces vitesses maximales soient influencées par la topographie de la région du Saguenay présentant des descentes, ou par des limites méthodologiques du signal GPS. Cependant, il est important de remarquer que manier un vélo à de telles vitesses peut représenter une contrainte technique et physique pour le policier.

Cette réalité physiologique suit les observations de Takken et al. (2009), qui démontrent une charge de travail chez des policiers à vélo s'approchant parfois du seuil de tolérance physiologique de 2000 TRIMP par semaine (limite supérieure supportée par des cyclistes masculins professionnels), avec une moyenne de 1783 TRIMP par semaine. Il importe toutefois de préciser qu'une comparaison quantitative directe avec nos données n'est pas possible, n'ayant pas utilisé la même méthode que Takken qui repose sur des seuils ventilatoires.

L'étude permet d'émettre des hypothèses sur la fatigue et la prise de décision des PAV. Comme déjà mentionné, le policier en voiture, majoritairement assis pendant son quart de travail (McKinnon et al., 2011), arrive généralement sur les lieux d'intervention dans un état de repos. À l'inverse, nos résultats indiquent que le PAV est fréquemment dans des zones de FC élevées (atteignant ponctuellement 82 % à 88 % de la FCmax théorique). Selon le modèle de Gabbett (2016), un passage brusque de l'état passif à une activité intense crée un stress cardiovasculaire brusque et élevé comparativement à une activation progressive. Nos données de FC moyenne et maximale sont cohérentes avec la présence d'un effort de haute intensité au cours du quart de travail. Mais en l'absence de données en continue, elles ne permettent pas de nous indiquer s'il s'agit d'une transition brusque ou d'une progression dans l'intensité de l'effort.

La littérature suggère qu'un effort soutenu combiné au stress psychologique d'un évènement prioritaire s'ajoute à l'effort physique augmentant la FC pouvant ainsi altérer les fonctions cognitives, diminuer la lucidité et le contrôle moteur et réduire la perception (Ainsworth et al., 2011; Baldwin et al., 2019). Si les policiers se trouvent déjà en zone d'effort élevée à cause du vélo, l'ajout du stress de l'opération risque de le propulser vers une zone d'effort maximale. Il est possible d'émettre l'hypothèse, que la fatigue physiologique accumulée par le pédalage pourrait influencer l'évaluation de la situation par le policier. C'est ici que l'impact de la fatigue physiologique est pris en compte dans le modèle national de l'emploi de la force (ENPQ) (voir la Figure 3 ci-bas). Dans le cadre de ce modèle, la perception de l'agent dicte sa réponse. Si la fatigue physique et mentale altère cette perception, la prise de décision risque d'être inadéquate. Ainsi, la capacité de réaction d'un policier

à vélo arrivant avec une pré-fatigue sur les lieux pourrait différer de celle d'un policier au repos.

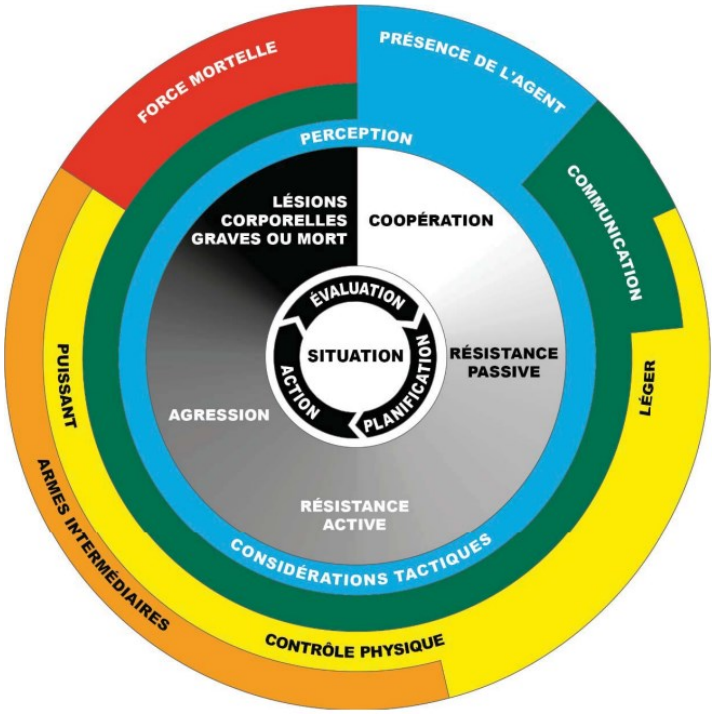

Figure 3 Modèle national de l'emploi de la force (ENPQ)

Une interprétation alternative peut être considérée, le maintien d'un niveau d'activité physique continu tout au long de la patrouille à vélo pourrait aussi agir comme une forme d'échauffement physiologique, maintenant le corps dans un état de préparation à l'effort lui permettant d'atteindre un effort maximal lors d'une intervention soudaine, évitant le choc physiologique lié à un passage direct depuis le repos quasi complet.

En somme, l'analyse de la patrouille à vélo met en lumière une dualité fondamentale entre ses bénéfices chroniques sur la santé des agents et les risques aigus associés à sa charge de travail sur le terrain. D'une part, sur le plan de la santé à long terme, l'intégration d'un effort physique continu au cours des quarts de travail

représente un atout majeur pour lutter contre la sédentarité et les risques cardiovasculaire inhérent de la patrouille en voiture (Gendron et al., 2019; Poirier, 2024). En transformant le temps de déplacement en dépense énergétique active, la patrouille à vélo favorise le maintien des capacités cardiorespiratoires et musculaires (Lehouillier et al., 2021) et agit comme un protecteur face au stress professionnel (Poirier, 2024).

D'autre part, sur le plan de la sécurité opérationnelle à court terme, la charge physiologique élevée qu'impose le vélo génère une fatigue aiguë. Lors d'une intervention intense, l'agent doit composer simultanément avec la pré-fatigue physique et le stress psychologique de l'intervention, le poussant vers un effort maximale. Cette surcharge peut altérer sa lucidité et sa prise de décision lors de l'application du modèle national de l'emploi de la force (Baldwin et al., 2019).

7.2 PERSPECTIVES

Les résultats qui découlent de ce projet mettent en évidence une charge physiologique plus élevée à vélo qu'en voiture indiquant que les PAV travaillent à une intensité élevée. Une démarche préventive en amont, axée sur une préparation physique spécifique visant à optimiser la santé et la sécurité des agents, pourrait bénéficier aux policiers. Afin de soutenir cette demande physiologique, plusieurs recommandations peuvent être formulées.

L'intégration de l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) s'apparente comme stratégie pertinente. Le HIIT stimule la transition brutale de l'inactivité à l'effort maximal permettant d'améliorer la capacité anaérobie et aérobie

des PAV (Takken et al., 2009). Cette optimisation permettrait aux PAV d'économiser leurs réserves énergétiques lors des déplacements. La charge physiologique moindre favorise une meilleure lucidité et une prise de décision plus rapide (Schilling et al., 2020). Attention toutefois, l'implantation d'un entraînement intense comporte des risques de blessures chez un individu non entraîné (Gabbett, 2016). Une progression dans l'intensité d'entraînement est nécessaire pour prévenir ces risques. Il est donc intéressant d'instaurer une période de pré-saison progressive pour habituer le PAV à la charge occupationnelle à laquelle il sera exposé dès le début de ses quarts de travail et au changement de posture requis entre celle assise en voiture vs celle à vélo. Par exemple, nos données de 2021 montrent que, dès les premiers jours, les PAV parcourent des distances d'environ 40 km avec des FC en moyenne à 110 bpm. L'objectif serait d'augmenter la charge de travail graduellement sur plusieurs semaines avant le début de la saison, en reproduisant le modèle d'entraînement polarisé (environ 80% à basse intensité et 20% à haute intensité) qui s'apparente à la réalité vécue en cours de saison. Cette périodisation permettrait une transition gérable, prévenant ainsi l'apparition de douleurs chroniques ou de blessures, tout en habituant le système cognitif à fonctionner sous une charge physiologique élevée.

Le monitoring en temps réel est un atout pour suivre la charge physiologique sur le terrain (Baldwin et al., 2019; Schilling et al., 2020). En ayant accès à ses données en temps réel, le policier serait capable d'évaluer sa condition et de moduler son effort en conséquence, lui permettant d'optimiser l'utilisation de ses réserves énergétiques tout au long de la patrouille (Foster et al., 2005). En s'appuyant sur ce concept, il parait pertinent d'intégrer une formule éducative au

sein des formations des PAV afin de leur enseigner ces stratégies actives de gestion de l'effort. Ces stratégies incluraient par exemple, le pacing (l'ajustement de l'allure de pédalage pour favoriser la récupération active), mais aussi l'utilisation du biofeedback cardiovasculaire, permettant de réguler sa respiration visant à abaisser la FC après ou pendant une intervention (Andersen et al., 2018), ou encore ajuster les apports en hydratation et en glucides en fonction de la dépense énergétique au cours de la journée de travail pour éviter les déficits énergétiques relatifs (syndrome RED-S) pouvant affecter la santé (Mountjoy et al., 2014). Cette approche consisterait à former les policiers dans l'autoévaluation et l'autorégulation de leur charge en temps réel. À cet égard, l'intégration d'un professionnel de la santé (tel qu'un kinésiologue) au sein du service permettrait de bonifier ces suivis.

Face aux exigences physiologiques élevées mises en évidence dans notre étude, l'intégration du vélo à assistance électrique peut être envisagée comme une solution pour réduire la charge de travail d'un PAV. Selon l'étude de faisabilité par Simard et Lavallière (2024), pour le service de police de Saguenay, l'assistance électrique permettrait, en plus d'augmenter le rayon d'action, d'augmenter la vitesse d'intervention et de réduire le coût énergétique du déplacement.

7.3 LIMITES DE L'ÉTUDE

Cette étude apporte un éclairage nouveau sur la charge physiologique des PAV au Saguenay, mais comporte plusieurs limites méthodologiques à prendre en compte pour l'interprétation des résultats.

La principale limite réside dans la taille restreinte de l'échantillon (n=6), dans son homogénéité (seulement des hommes), et dans sa localisation géographique limitée à la région du Saguenay, ce qui restreint la généralisation des résultats à l'ensemble de la population policière. Il importe aussi de rappeler que cet échantillon représente la totalité des agents affectés à la patrouille à vélo au sein du service au moment de la collecte, cette limite est inévitable pour l'étude.

Comme le soulignent Orr et al. (2018) et Poirier et al. (2022), les caractéristiques anthropométriques et physiologiques peuvent considérablement varier selon le genre et l'âge. De plus, on peut supposer qu'avec une topographie et une population différentes, les policiers d'autres villes ne font pas face aux mêmes exigences physiologiques. Une étude à plus large échelle avec d'autres profils serait nécessaire pour établir un profil plus globalisé.

La méthode par VO_2, mentionnée dans le chapitre 2 pour quantifier la charge de travail, offre une précision élevée sur la dépense énergétique, mais nécessite un équipement d'analyse des gaz expiratoires, difficilement compatible avec notre prise de données sur le terrain. De plus, elle ne peut être maintenue sur une grande période compte tenu de la santé et sécurité du travail.

Notre étude utilise l'enregistrement en continu de la FC. Tel qu'exposé dans la méthodologie, une limite importante de cette approche tient au fait que les zones

d'effort reposent sur une FCmax estimée par la montre connectée (via l'équation 220-âge basée sur l'âge moyen du groupe) et non sur une FCmax mesurée directement lors d'un effort maximal. Une FCmax estimée à partir d'une moyenne d'âge plutôt que mesurée individuellement peut décaler les bornes des cinq zones d'intensité et ainsi modifier la répartition du temps (Tanaka et al., 2001). De plus, comme le mentionnent Takken et al. (2009), de nombreux facteurs influencent la FC comme le stress mental et l'anxiété. Pour obtenir plus de précision, la détermination des zones de chaque individu devrait intégrer des données physiologiques mesurées telles que les seuils ventilatoires ou les seuils lactiques. La méthode de Karvonen (Karvonen et Vuorimaa, 1988) peut être une alternative pour obtenir des seuils de FC plus précis et personnalisés. Cette méthode s'appuie sur la FC de réserve (FC de réserve = FCmax – FC de repos), permettant le calcul d'un pourcentage d'intensité plus représentatif de la physiologie de chaque individu.

L'origine des variations de FC fait aussi partie d'une limite importante. Notre collecte de données ne permet pas de distinguer la FC en fonction d'un moment d'effort physique dû au pédalage, à la charge physiologique associée à une intervention ou la combinaison des deux. La collecte des données s'est déroulée en période estivale, la chaleur constitue une contrainte à prendre en compte. Pour maintenir sa température centrale, l'organisme mobilise des mécanismes de thermorégulation, comme la sudation, qui augmentent la demande cardiovasculaire et accélèrent l'apparition de la fatigue lors d'un effort prolongé (Reilly, 2009). À intensité de travail égale, la charge thermique élève la FC, et une acclimatation à la chaleur permet d'en atténuer les effets (Gendron et al., 2020). N'ayant pas mesuré les températures lors de la prise de données, cet aspect est repris à titre de limite.

Ces différents facteurs nous mènent à une interprétation de la charge physiologique dans sa globalité, propre aux conditions de travail, plutôt que comme la seule conséquence de l'effort de pédalage.

Le suivi reposait sur le port d'une montre connectée au poignet. Ce dispositif facilite la collecte de données directement sur le terrain mais sa précision diminue lors d'un mouvement, de vibrations et de transpiration (Gajda et al., 2024; Zhang et al., 2020). Bien que les cardiofréquencemètres optiques au poignet basés sur la photo pléthysmographie présentent une excellente validité par rapport à la mesure de référence au repos et lors d'activités sur tapis roulant, avec une différence moyenne de -0,01 à -0,51 bpm, Zhang et al. (2020) rapportent une tendance à la sous-estimation de la FC lors du cyclisme, avec une différence moyenne d'environ 4,55 bpm.

Par ailleurs, certaines journées n'ont pas été enregistrées, la montre n'ayant pas toujours été portée ou synchronisée, ces journées n'ont donc pas été comptabilisées dans les analyses. Rappelons également que les montres ont été portées de manière partagée et anonyme. De ce fait, les données recueillies ne peuvent être rattachées à un agent en particulier, mais à une journée de patrouille.

Enfin, aucune mesure sur la perception de l'effort ou les blessures auto-rapportées n'a été recueillie en parallèle aux données physiologiques. Ces mesures auraient permis de mettre en relation la perception des agents avec la charge physiologique qu'ils rencontraient.

7.4 PERSPECTIVES D'ÉTUDES

Cette étude a permis d'approfondir les connaissances sur la demande physiologique que rencontrent les PAV durant leur saison. Elle ouvre la voie à un nouveau projet d'étude qui pourrait consister à implanter un programme de préparation physique spécifique et à reproduire cette collecte de données de façon longitudinale sur le terrain. Cela permettrait d'évaluer objectivement l'efficacité de ces protocoles d'entraînement sur la réduction de la charge physiologique des agents, la prévention des blessures et l'amélioration concrète de leurs performances lors de la saison de patrouille à vélo.

Bien que cette étude se concentre spécifiquement sur les policiers à vélo, les constats qui en découlent et la méthodologie de monitoring utilisée sont transférables à d'autres professions. La réalité du passage soudain de la sédentarité à un effort physique intense n'est pas exclusive au vélo, les policiers en voiture y sont également contraints lors d'interventions d'urgence (Poirier et al., 2022). Nos recommandations s'appliquent donc tout autant à d'autres populations de premiers répondants, comme les paramédicaux et les pompiers qui font face à des exigences physiologiques imprévisibles et élevées. L'approche préventive et la collecte de données en temps réel proposées dans cette étude pourraient bénéficier à l'ensemble des intervenants d'urgence afin d'optimiser leur préparation physique, de préserver leur santé et garantir leur efficacité (International Conference on Physical Employment Standards, 2025).

CONCLUSION

La patrouille à vélo n’est pas qu’une simple alternative écologique et communautaire, c’est aussi un défi physiologique pour les agents.

L’étude avait pour objectif de quantifier les exigences physiologiques réelles associées à la patrouille à vélo en les comparant à celles de la patrouille en voiture.

Nos résultats montrent que les policiers maintiennent une FC moyenne de 112 à 120 bpm (59 à 63 % de la FCmax estimée) au quotidien avec des pics d‘effort atteignant 156 à 167 bpm (82 à 88 % de la FCmax estimée). Bien que les PAV parcourent de plus petites distances à des vitesses moins élevées qu’en voiture, l’exigence physiologique qu’ils rencontrent est nettement supérieure. Cumulant jusqu’à 19 % de leur quart de travail dans des zones d’intensité modérée à maximale (Zones 3 à 5) contre 1-3 % en voiture pour les mêmes zones.

Bien que cette charge physiologique soit exigeante, il importe de rappeler qu'elle constitue également un atout pour contrer la sédentarité liée à la patrouille en véhicule (95 % du temps de patrouille en voiture passé en zone de très faible intensité), offrant aux agents une opportunité d'améliorer leur condition cardiorespiratoire et leur santé globale pendant leurs heures de travail.

L’enjeu de cette exigence physiologique ne réside pas seulement dans la fatigue musculaire, mais surtout dans la sécurité d’intervention (Poirier et al., 2022). Des auteurs comme Baldwin et al. (2019) soulignent qu’un stress physiologique intense peut altérer la lucidité et le contrôle moteur. Ainsi, nos observations suggèrent qu’un PAV arrivant sur une intervention critique dans un état de pré-

fatigue pourrait voir sa prise de décision compromise affectant son application du modèle national de l'emploi de la force.

Pour faire face aux contraintes physiologiques que nous avons quantifiées, il paraît indispensable de ne plus considérer le PAV comme un simple patrouilleur et de reconnaitre les dimensions athlétiques liées à ses fonctions de PAV.

LISTE DE RÉFÉRENCES

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R. j., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. et Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*(8), 1575-1581. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12

Amann, M., Blain, G. M., Proctor, L. T., Sebranek, J. J., Pegelow, D. F. et Dempsey, J. A. (2011, Nov 1). Implications of group III and IV muscle afferents for high-intensity endurance exercise performance in humans. *J Physiol, 589*(Pt 21), 5299-5309. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.213769

Andersen, J. P., Di Nota, P. M., Beston, B., Boychuk, E. C., Gustafsberg, H., Poplawski, S. et Arpaia, J. (2018, Oct). Reducing Lethal Force Errors by Modulating Police Physiology. *J Occup Environ Med, 60*(10), 867-874. https://doi.org/10.1097/jom.0000000000001401

Åstrand, P.-O. et Rodahl, K. r. (1986). *Textbook of work physiology : physiological bases of exercise* (3rd^{e} éd.). McGraw-Hill.

Baldwin, S., Bennell, C., Andersen, J. P., Semple, T. et Jenkins, B. (2019, 2019-October-04). Stress-Activity Mapping: Physiological Responses During General Duty Police Encounters [Original Research]. *Frontiers in Psychology, Volume 10 - 2019*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02216

Banister, E. W. C., T. W. Savage, M. V. Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine, 7*, 57-61.

Beck, A. Q., Clasey, J. L., Yates, J. W., Koebke, N. C., Palmer, T. G. et Abel, M. G. (2015, Aug). Relationship of Physical Fitness Measures vs. Occupational Physical Ability in Campus Law Enforcement Officers. *J Strength Cond Res, 29*(8), 2340-2350. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000863

Bishop, D. J., Beck, B., Biddle, S. J. H., Denay, K. L., Ferri, A., Gibala, M. J., Headley, S., Jones, A. M., Jung, M., Lee, M. J., Moholdt, T., Newton, R. U., Nimphius, S., Pescatello, L. S., Saner, N. J. et Tzarimas, C. (2025, Nov 1). Physical Activity and Exercise Intensity Terminology: A Joint American College of Sports Medicine (ACSM) Expert Statement and Exercise and Sport Science Australia (ESSA) Consensus Statement. *Med Sci Sports Exerc, 57*(11), 2599-2613. https://doi.org/10.1249/mss.0000000000003795

Black, C. et Cloud, R. M. (2008, 2008/03/01). Assessing functional clothing needs of bicycle patrol officers. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 1*(1), 35-42. https://doi.org/10.1080/17543260801998855

Bos, J., Mol, E., Visser, B. et Frings-Dresen, M. (2004, Aug). Risk of health complaints and disabilities among Dutch firefighters. *Int Arch Occup Environ Health, 77*(6), 373-382. https://doi.org/10.1007/s00420-004-0537-y

Carleton, R. N. S., Kelly Dean. (2025). First responders and other public safety personnel – Psychological impacts of service. *Psynopsis, 47*(1), 4.

Cheung, S. S., Zabala, Mikel. (2017). *Cycling Science*. Human Kinetics.

Deschênes, A.-A., Gendron, A., Emeriau Farges, C., Marin, M.-F. et Carleton, R. N. (2025). A diversified trajectory of occupational psychological health support in a police environment;

teamwork – Review of the prevention continuum. *Psynopsis, 47*(1), 14-15. https://cpa.ca/docs/File/Psynopsis/2025-Vol47-1/index.html

Drain, J. R. et Reilly, T. J. (2019). Physical employment standards, physical training and musculoskeletal injury in physically demanding occupations. *Work, 63*(4), 495-508. https://doi.org/10.3233/wor-192963

École nationale de police du Québec. (2022). *Présentation de l'ESAP-ENPQ POLICE 2017*. https://www.enpq.qc.ca/fileadmin/Fichiers_client/centre_documentaire/admissions/Presentation_ESAP_siteWeb_.pdf

École nationale de police du Québec. (2025). *Étapes d'admission*. https://www.enpq.qc.ca/futur-policier/etapes-dadmission

Edwards, S. (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. Polar CIC. https://books.google.ca/books?id=ObUUAQAAMAAJ

Foster, C., Hoyos, J., Earnest, C. et Lucia, A. (2005, Apr). Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. *Med Sci Sports Exerc, 37*(4), 670-675. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000158183.64465.bf

Gabbett, T. J. (2016, Mar). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med, 50*(5), 273-280. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788

Gajda, R., Gajda, J., Czuba, M., Knechtle, B. et Drygas, W. (2024, 2024/01/01). Sports Heart Monitors as Reliable Diagnostic Tools for Training Control and Detecting Arrhythmias in Professional and Leisure-Time Endurance Athletes: An Expert Consensus Statement. *Sports Medicine, 54*(1), 1-21. https://doi.org/10.1007/s40279-023-01948-4

Gendron, P., Lajoie, C., Laurencelle, L., Lemoyne, J. et Trudeau, F. (2020, Jun 20). Physical training in the fire station and firefighters' cardiovascular health. *Occup Med (Lond), 70*(4), 224-230. https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa060

Gendron, P., Lajoie, C., Laurencelle, L. et Trudeau, F. (2019, 2019/11/02). Cardiovascular health profile among Québec male and female police officers. *Archives of Environmental & Occupational Health, 74*(6), 331-340. https://doi.org/10.1080/19338244.2018.1472063

Herrmann, S. D., Willis, E. A., Ainsworth, B. E., Barreira, T. V., Hastert, M., Kracht, C. L., Schuna, J. M., Jr., Cai, Z., Quan, M., Tudor-Locke, C., Whitt-Glover, M. C. et Jacobs, D. R., Jr. (2024, Jan). 2024 Adult Compendium of Physical Activities: A third update of the energy costs of human activities. *J Sport Health Sci, 13*(1), 6-12. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.10.010

Hester, R. (2025, 2025/09/19). Evidence-based review of Thames Valley Police tactical bicycle deployments in public order policing. *Police Practice and Research*, 1-21. https://doi.org/10.1080/15614263.2025.2562019

International Conference on Physical Employment Standards. (2025). IPES 2025 Program and Abstracts: 5th International Conference on Physical Employment Standards. Dans.

International Police Mountain Bike Association. (2007). *The Complete Guide to Public Safety Cycling* (2nd[e] éd.). Jones and Bartlett Publishers.

Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B. et Bishop, D. J. (2020, 2020/10/01). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports Medicine, 50*(10), 1729-1756. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8

Jørgensen, K. (1985, Jan). Permissible loads based on energy expenditure measurements. *Ergonomics, 28*(1), 365-369. https://doi.org/10.1080/00140138508963145

Karvonen, J. et Vuorimaa, T. (1988, May). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med, 5*(5), 303-311. https://doi.org/10.2165/00007256-198805050-00002

Langlais, P.-L., Masse, M.-A. et Lavallière, M. (2026). Two Wheels or Four Wheels: A Comparative Study of Police Tasks on Bicycle vs. Car in Saguenay. *Safety, 12*(1), 8. https://www.mdpi.com/2313-576X/12/1/8

Lehouillier, F. (2023). *L'impact d'une saison de patrouille à vélo sur la santé et la condition physique des policiers* [UQAC]. https://constellation.uqac.ca/id/eprint/9724/

Lehouillier, F., Dugas, M. O. et Lavallière, M. (2021, Jun 8). Impact of a Season of Bike Patrol on Police Officers' Level of Fitness: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health, 18*(12). https://doi.org/10.3390/ijerph18126214

Lockie, R. G., Dawes, J. J., Orr, R. M. et Dulla, J. M. (2020, Apr). Recruit Fitness Standards From a Large Law Enforcement Agency: Between-Class Comparisons, Percentile Rankings, and Implications for Physical Training. *J Strength Cond Res, 34*(4), 934-941. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003534

Lyons, K., Radburn, C., Orr, R. et Pope, R. (2017, Feb 3). A Profile of Injuries Sustained by Law Enforcement Officers: A Critical Review. *Int J Environ Res Public Health, 14*(2). https://doi.org/10.3390/ijerph14020142

McKinnon, C. D., Callaghan, J. P. et Dickerson, C. R. (2011, 2011/01/01). Field Quantification of Physical Exposures of Police Officers in Vehicle Operation. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 17*(1), 61-68. https://doi.org/10.1080/10803548.2011.11076870

Menton, C. (2008). Bicycle patrols: An underutilized resource. *Policing: An International Journal of Police Strategies and Management, 31*(1). https://doi.org/10.1108/13639510810852594

Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R. et Ljungqvist, A. (2014, Apr). The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med, 48*(7), 491-497. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502

National Fire Protection Association. (2015). *NFPA 1582: Standard on Comprehensive Occupational Medical Program for Fire Department*.

Orr, R. M., Dawes, J. J., Pope, R. et Terry, J. (2018, Sep). Assessing Differences in Anthropometric and Fitness Characteristics Between Police Academy Cadets and Incumbent Officers. *J Strength Cond Res, 32*(9), 2632-2641. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002328

Poirier, S. (2024). *Santé cardiovasculaire des policières et policiers du Québec: mieux comprendre la problématique, ses tendances et ses déterminants* [Thèse de doctorat, Université de Montréal].

Poirier, S., Gendron, A., Gendron, P. et Lajoie, C. (2022, Jul). Fitness components associated with performance of a law enforcement physical employment standard in police cadets. *J Sports Med Phys Fitness, 62*(7), 981-989. https://doi.org/10.23736/s0022-4707.21.12464-8

Poirier, S., Gendron, P., Houle, J. et Trudeau, F. (2023, Nov 1). Physical Activity, Occupational Stress, and Cardiovascular Risk Factors in Law Enforcement Officers: A Cross-sectional Study. *J Occup Environ Med, 65*(11), e688-e694. https://doi.org/10.1097/jom.0000000000002947

Pryor, R. R., Colburn, D., Crill, M. T., Hostler, D. P. et Suyama, J. (2012, Mar). Fitness characteristics of a suburban special weapons and tactics team. *J Strength Cond Res, 26*(3), 752-757. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318225f177

Range, J., Côté, C., Castellucci, H. I., Tremblay, M. et Lavallière, M. (2023). Driving the prevention of low back pain in police officers: A systematic review. *Journal of Military, Veteran and Family Health, 9*(4), 39-49. https://doi.org/10.3138/jmvfh-2022-0061

Range, J., M, B, Lavergne, F., Sarazin, L.-D., Tessier, F.-A., Tremblay, G. et Lavallière, M. (2024, 14 février). *Portrait de la santé musculosquelettique des policiers avant et après une saison de patrouille à vélo*. Journée annuelle de la recherche de l'UQAC

Rantatalo, O. (2016). Using police bicycle patrols to manage social order in bicycle and pedestrian traffic networks:A Swedish case study. *The Police Journal, 89*(1), 18-30. https://doi.org/10.1177/0032258x16639426

Reilly, T. (2009). *Ergonomics in Sport and Physical Activity*. Human Kinetics. https://books.google.ca/books?id=rPJ6DwAAQBAJ

Sawyer, S., Schram, B., Pope, R. et Orr, R. (2021). Profiling the Injuries Sustained by Police Trainees Undergoing Initial Training: A Retrospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(14), 7335. https://www.mdpi.com/1660-4601/18/14/7335

Schilling, R., Herrmann, C., Ludyga, S., Colledge, F., Brand, S., Pühse, U. et Gerber, M. (2020, 2020-June-23). Does Cardiorespiratory Fitness Buffer Stress Reactivity and Stress Recovery in Police Officers? A Real-Life Study [Original Research]. *Frontiers in Psychiatry, Volume 11 - 2020*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00594

Simard, H.-P. et Lavallière, M. (2024, 16 octobre). *Policiers patrouilleurs à vélo : Opportunités d'utiliser des vélos électriques*.

Simpson, R. (2017, 2017/09/01). The Police Officer Perception Project (POPP): An experimental evaluation of factors that impact perceptions of the police. *Journal of Experimental Criminology, 13*(3), 393-415. https://doi.org/10.1007/s11292-017-9292-4

Takken, T., Ribbink, A., Heneweer, H., Moolenaar, H. et Wittink, H. (2009, 2009/02/01). Workload demand in police officers during mountain bike patrols. *Ergonomics, 52*(2), 245-250. https://doi.org/10.1080/00140130802334553

Tanaka, H., Monahan, K. D. et Seals, D. R. (2001, Jan). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol, 37*(1), 153-156. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8

Tremblay, J.-N. (1997). *Le métier de policier et le management*. Les Presses de l'Université Laval

Violanti, J. M., Fekedulegn, D., Burchfiel, C. M., McCanlies, E., Service, S. K., Mnatsakanova, A., Gu, J. K., Allison, P., Andrew, M. E. et Charles, L. E. (2025, Jul). Buffalo Cardio-Metabolic Occupational Police Stress (BCOPS) study: a seven- and twelve-year prospective analysis of occupational exposures and health outcomes among police officers. *Int Arch Occup Environ Health, 98*(4-5), 451-465. https://doi.org/10.1007/s00420-025-02142-x

Violanti, J. M., Fekedulegn, D., Hartley, T. A., Andrew, M. E., Charles, L. E., Mnatsakanova, A. et Burchfiel, C. M. (2006, Fall). Police trauma and cardiovascular disease: association between PTSD symptoms and metabolic syndrome. *Int J Emerg Ment Health, 8*(4), 227-237.

Vonk, K. (1998). *Police Mountain Bike Patrol: Policy Training, and Tactics*. 8th Annual "Police on Bikes" Conference, Tacoma, WA.

Yeghicheyan, G. et Lavallière, M. (2022, 22 septembre). *Analyse des profils de vitesse en patrouille à vélo et de la demande physiologique du travail policier à l'aide de montres intelligentes*. Présentations étudiantes du RRSR - Premiers répondants et la sécurité routière : documenter pour mieux former, Virtuel.

Zhang, Y., Weaver, R. G., Armstrong, B., Burkart, S., Zhang, S. et Beets, M. W. (2020, 2020/09/01). Validity of Wrist-Worn photoplethysmography devices to measure heart rate: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences, 38*(17), 2021-2034. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1767348

CERTIFICATION ÉTHIQUE

Ce mémoire a fait l'objet d'une certification éthique auprès du CER-UQAC. Le numéro du certificat est 2020-262.

ANNEXE I

Représentations graphiques de la distance, de la vitesse et de la fréquence cardiaque lors des patrouilles à vélo (saisons 2020 et 2021)

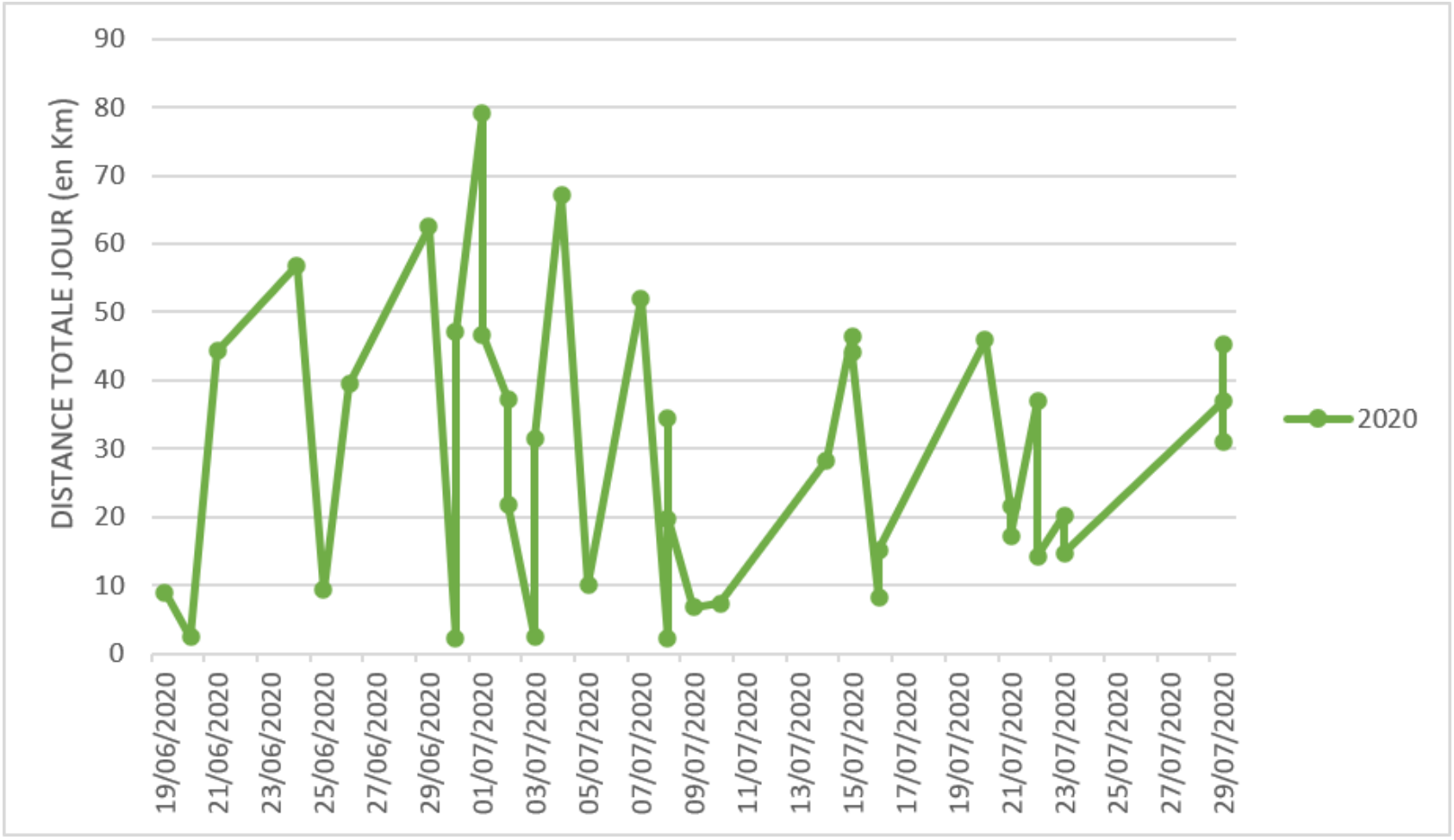

Figure 4 Distances totales (en km) parcourues par jour par les PAV en 2020

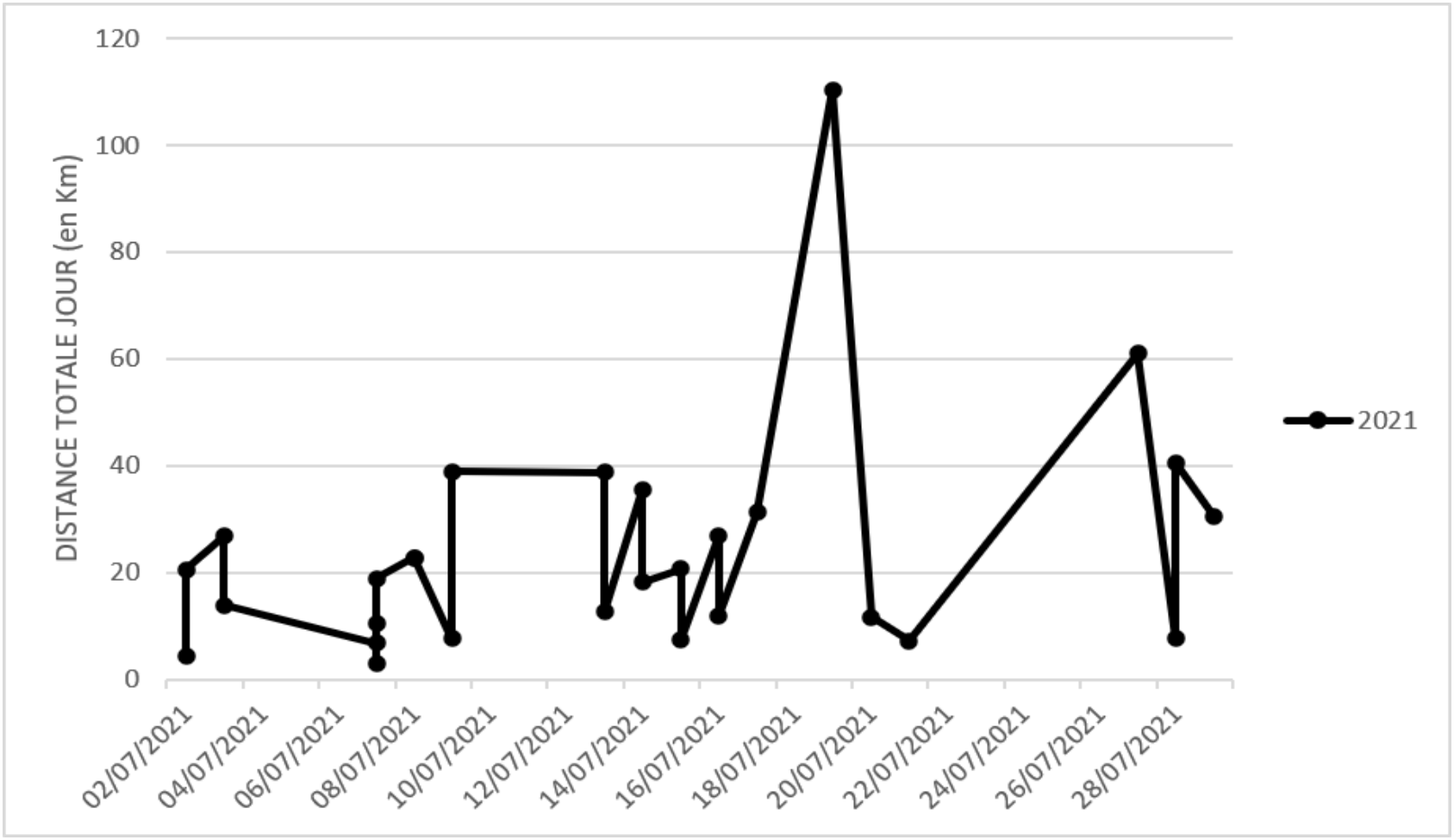

Figure 5 Distances totales (en km) parcourues par jour par les PAV en 2021

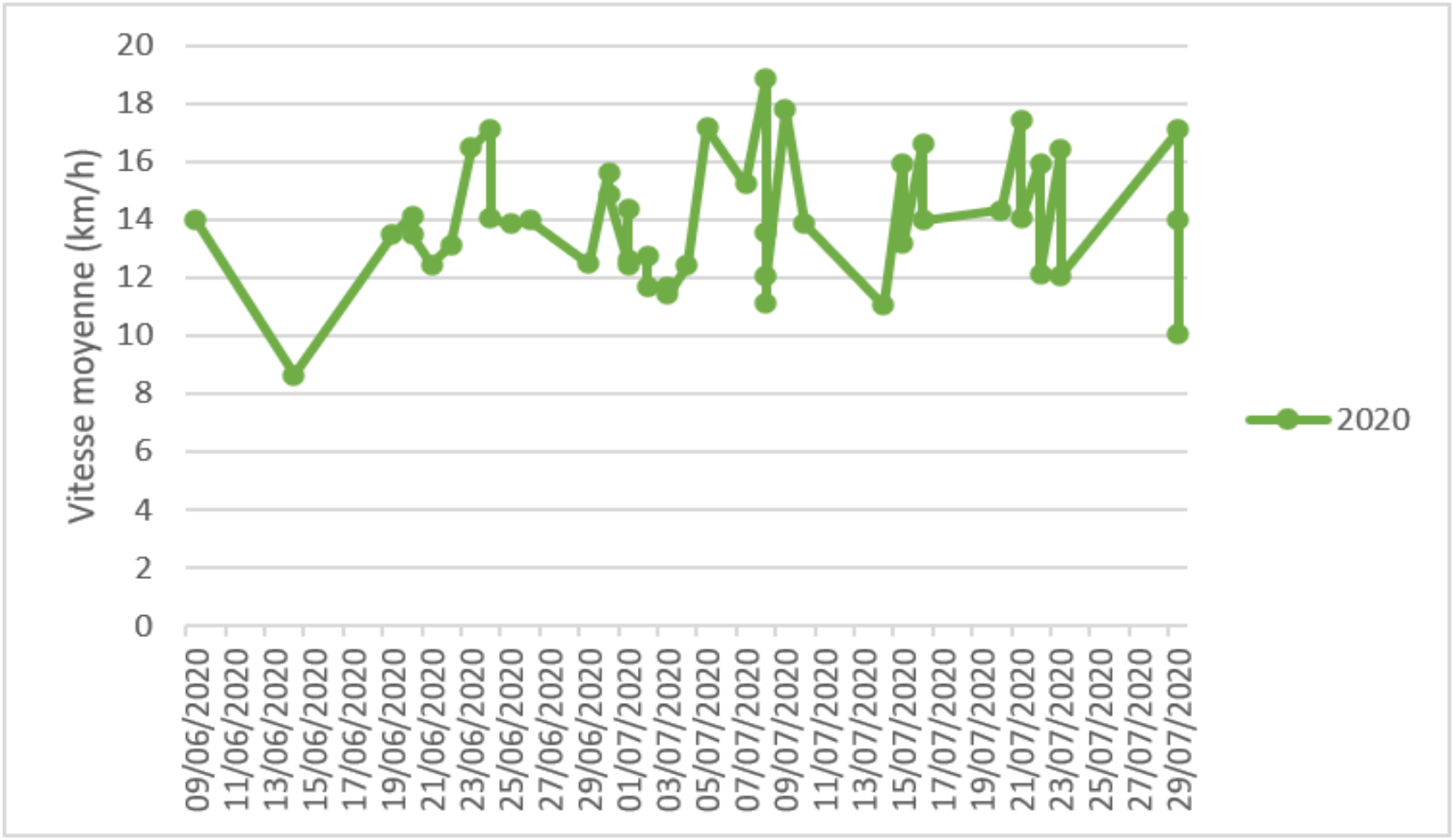

Figure 6 Vitesse moyenne (en km/h) par jour par les PAV en 2020

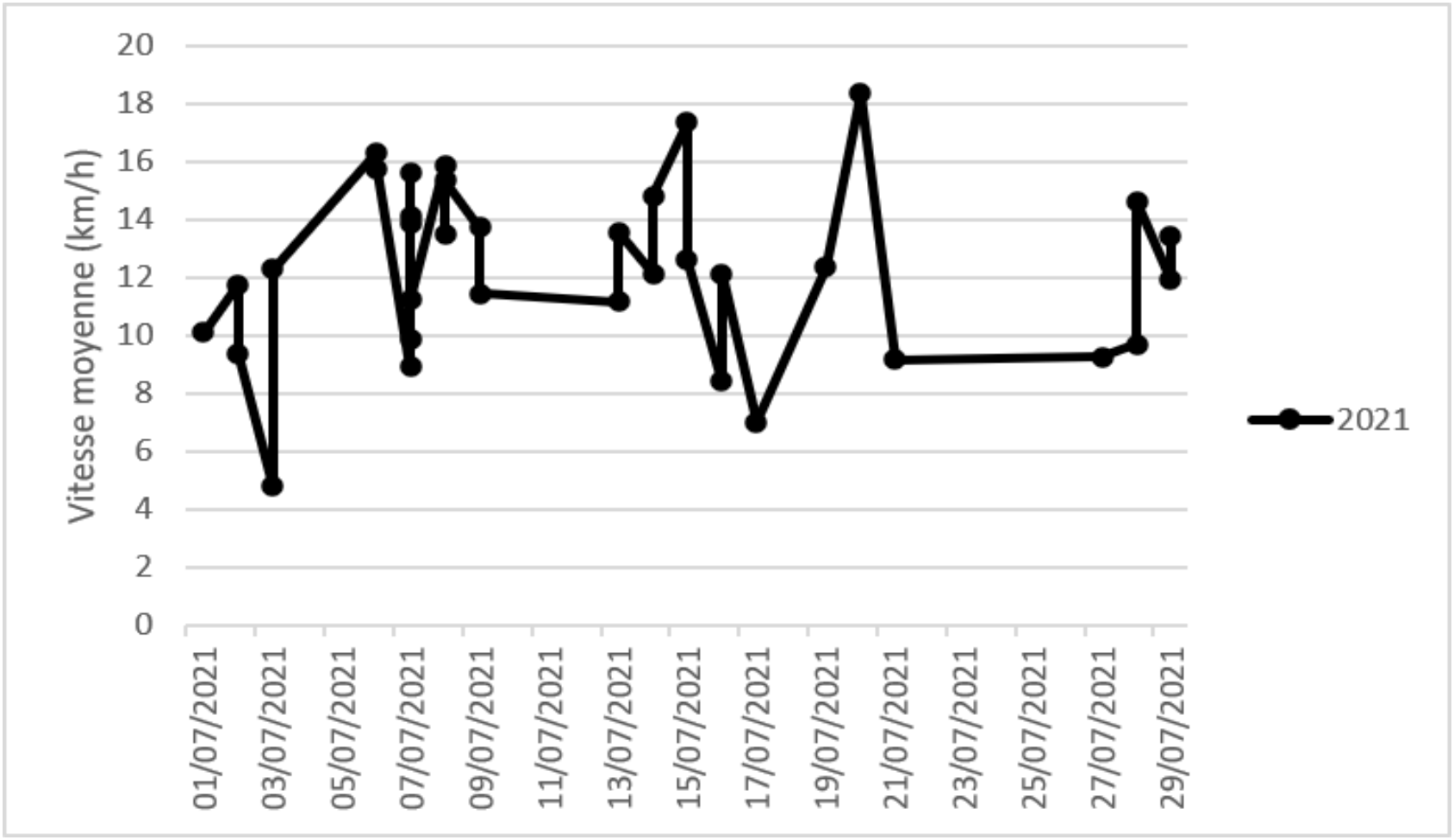

Figure 7 Vitesse moyenne (en km/h) par jour par les PAV en 2021

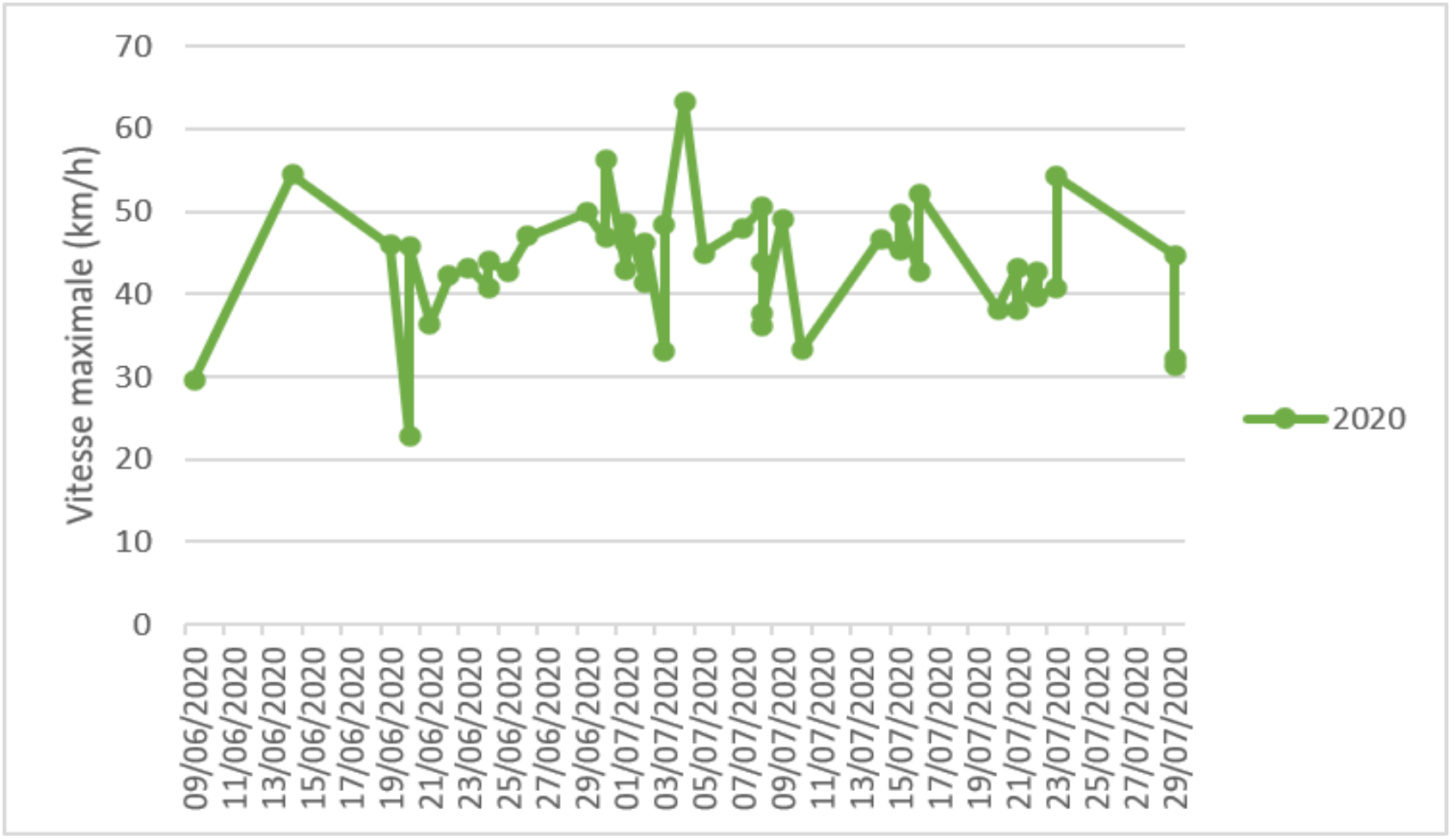

Figure 8 Vitesse maximale atteinte par jour par les PAV en 2020

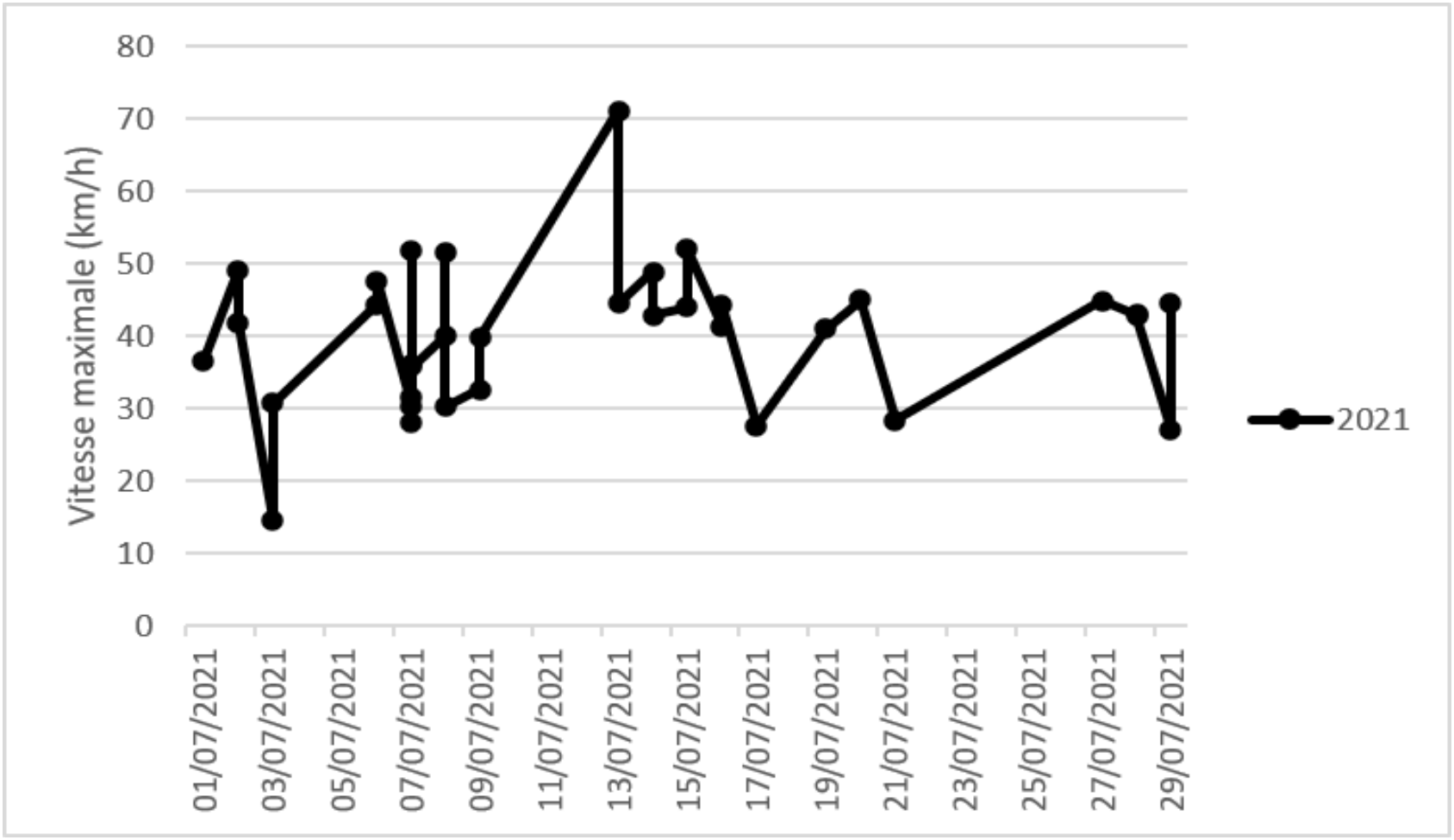

Figure 9 Vitesse maximale atteinte par jour par les PAV en 2021

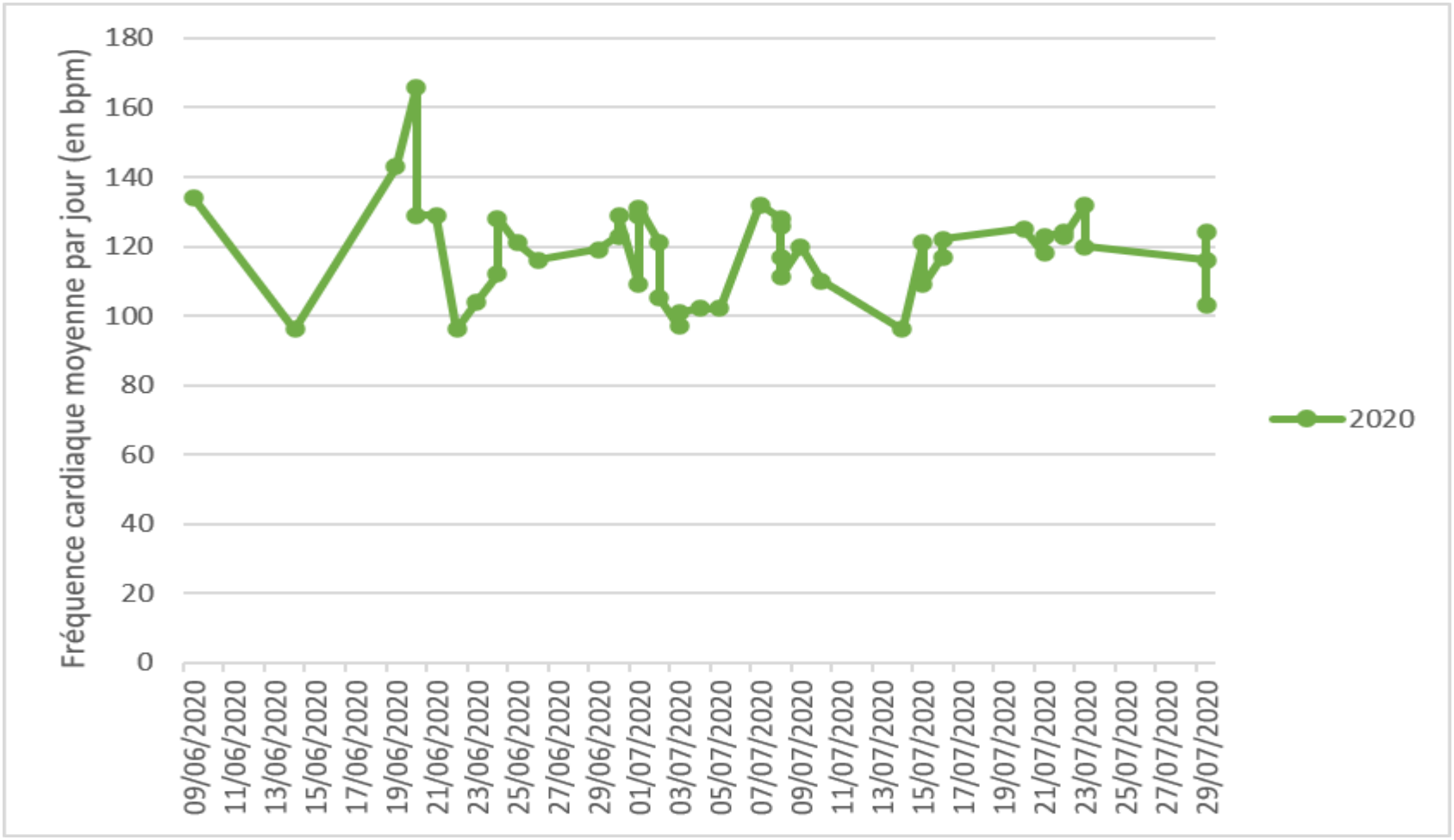

Figure 10 Fréquence cardiaque moyenne (bpm) par jour des PAV en 2020

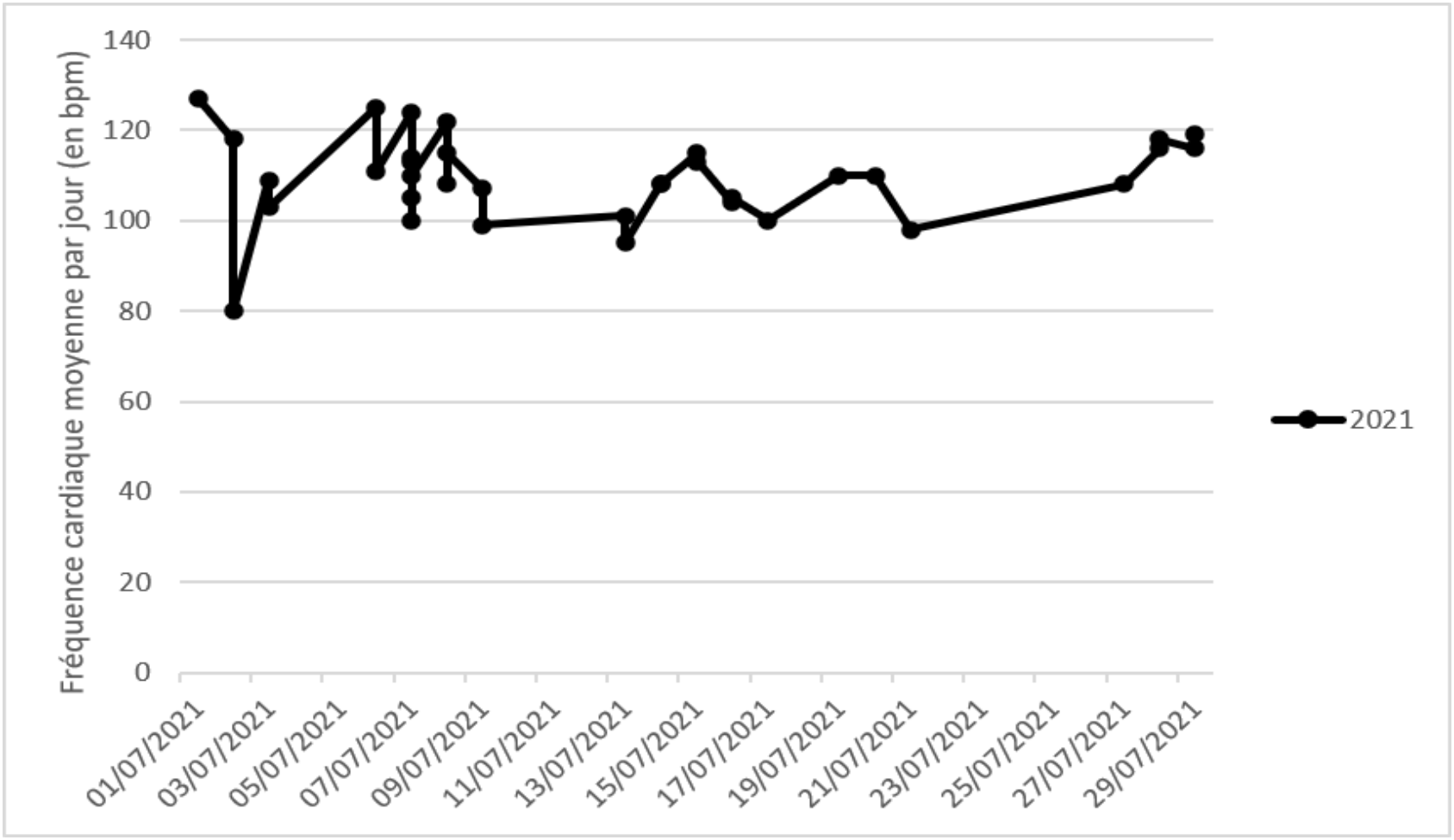

Figure 11 Fréquence cardiaque moyenne (bpm) par jour des PAV en 2021

ANNEXE II

Distribution temporelle de l'effort par zone de fréquence cardiaque selon le mode de patrouille (saisons 2020 et 2021)

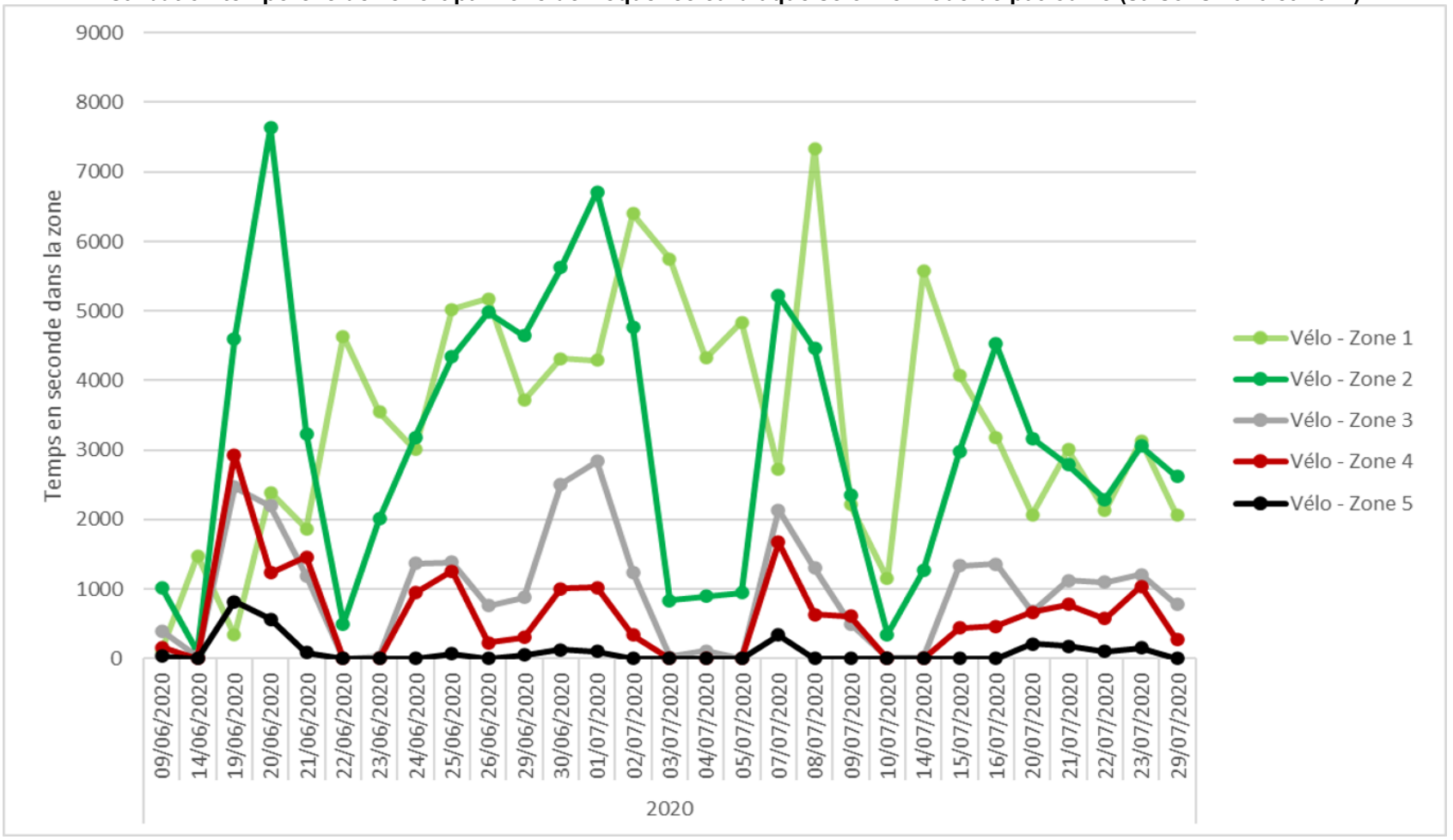

Figure 12 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort lors d'une intervention à vélo (2020)

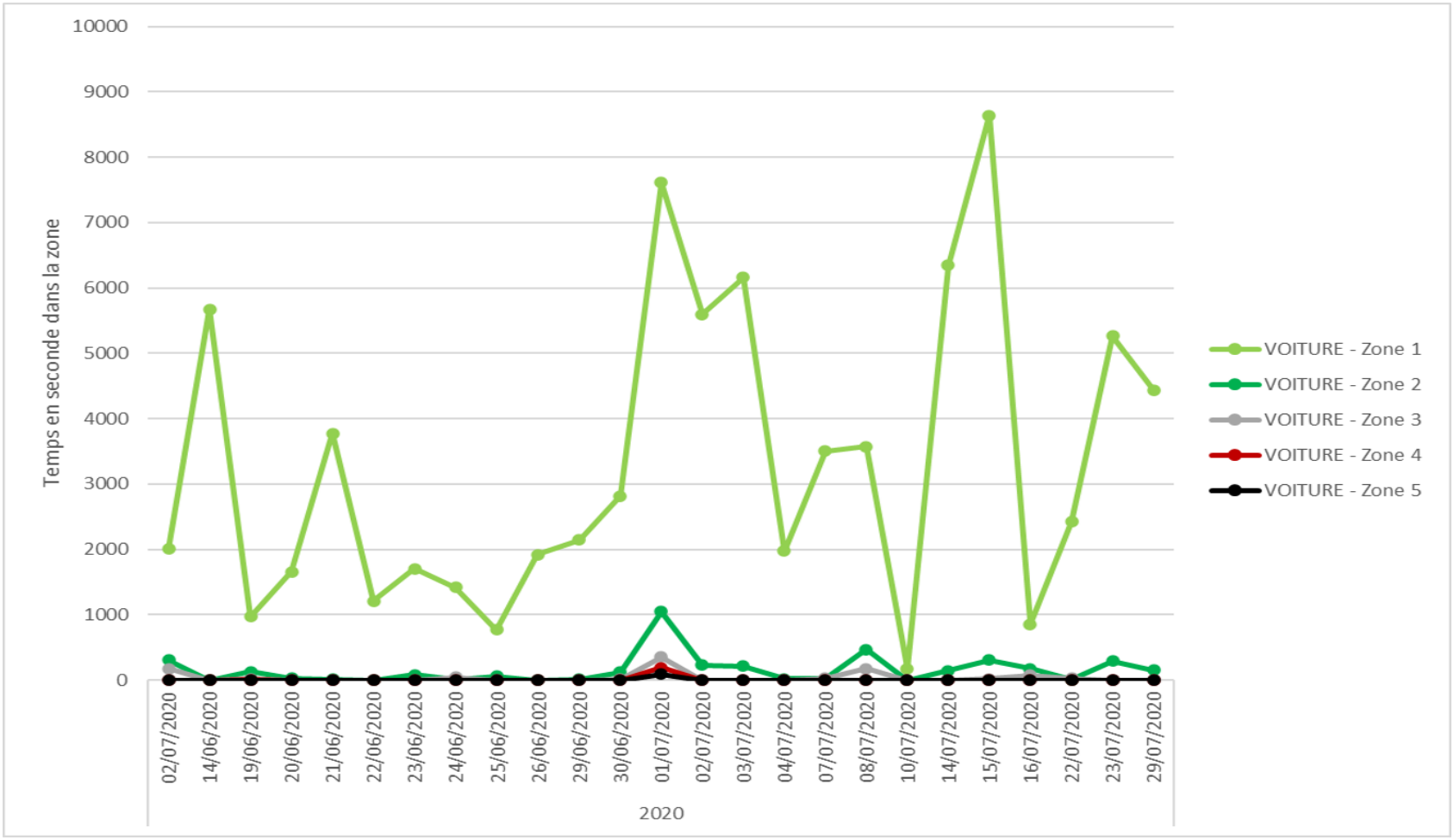

Figure 13 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort lors d'une intervention en voiture (2020)

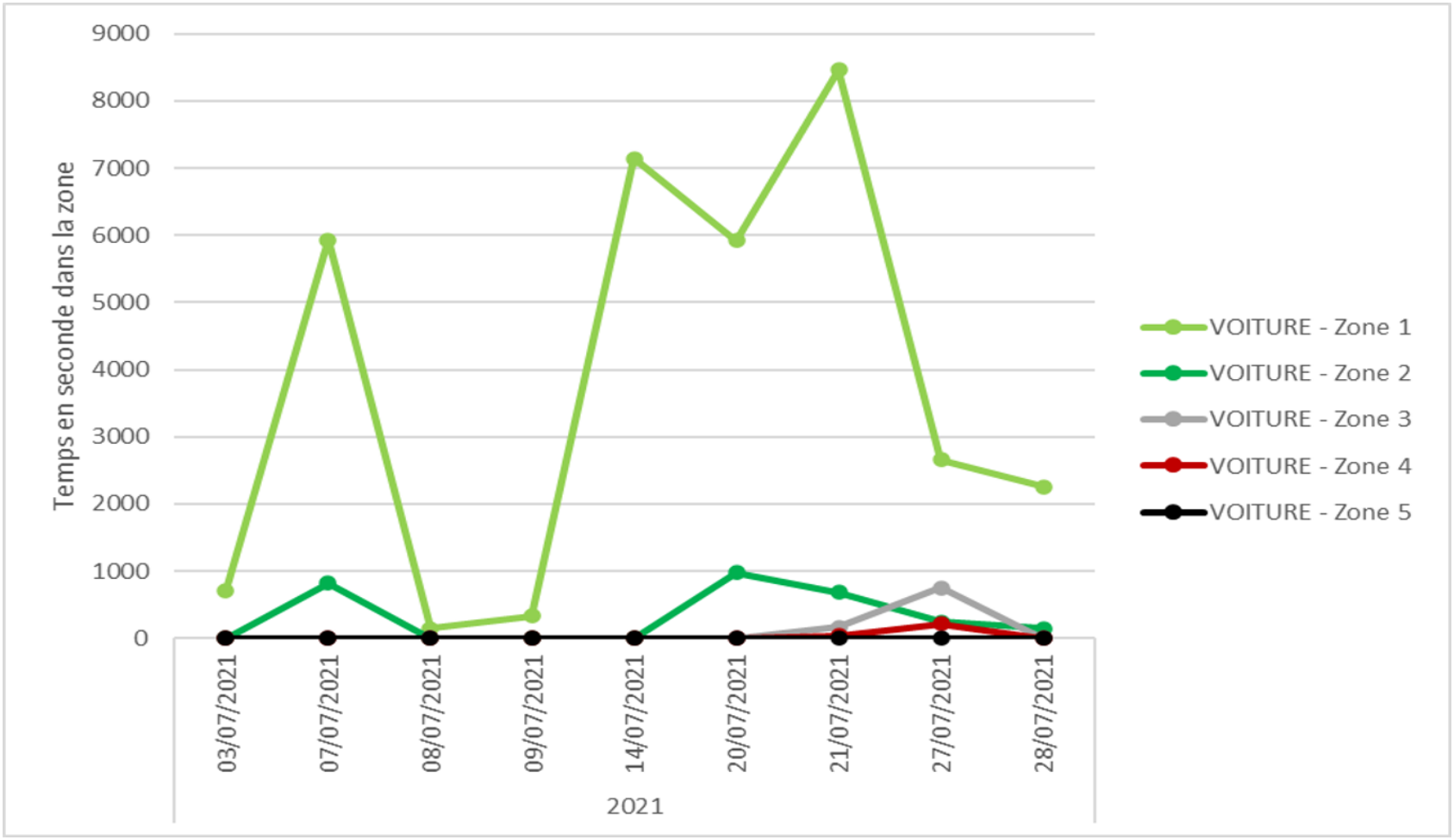

Figure 14 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort lors d'une intervention en voiture (2021)

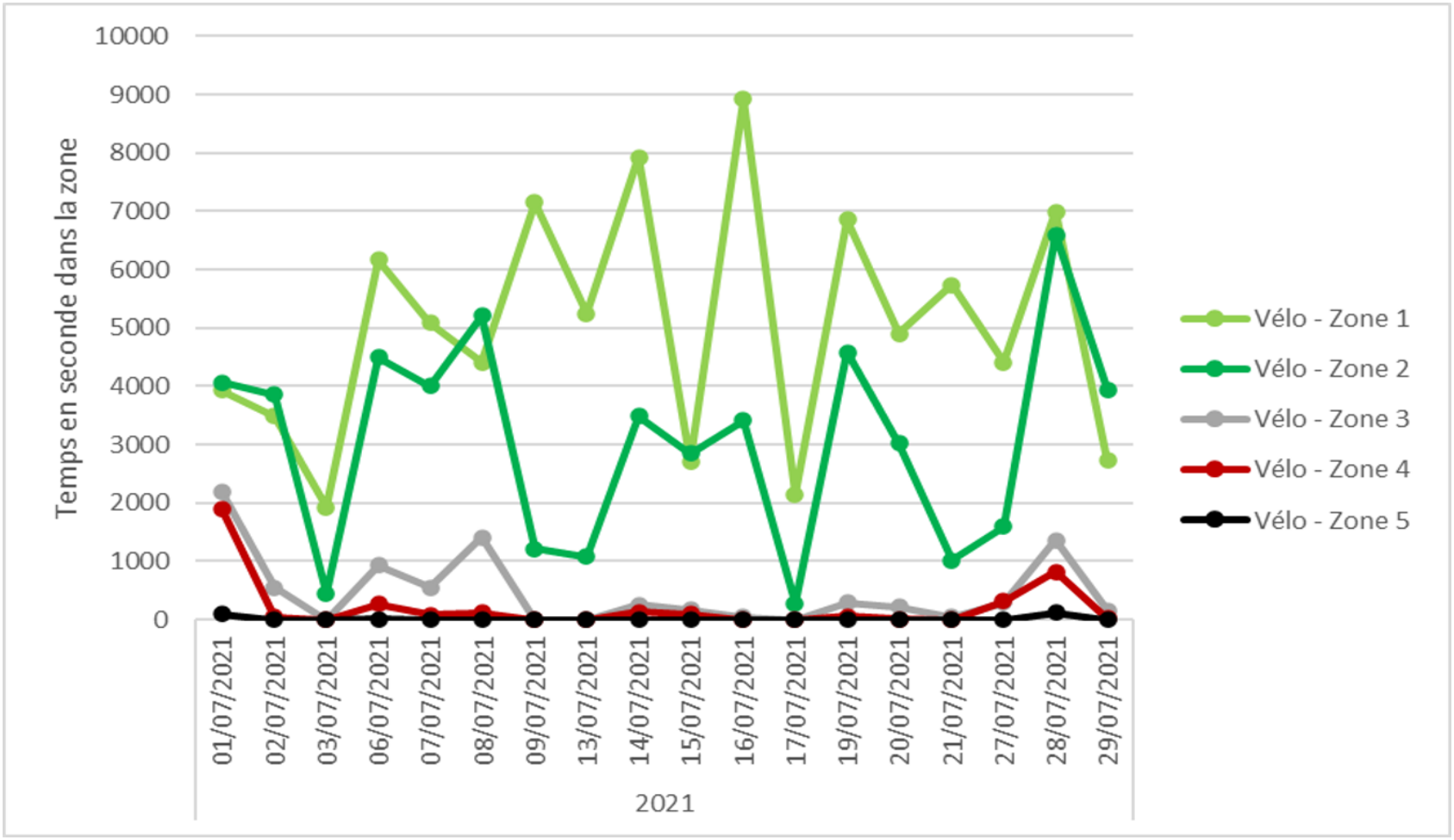

Figure 15 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort lors d'une intervention à vélo (2021)

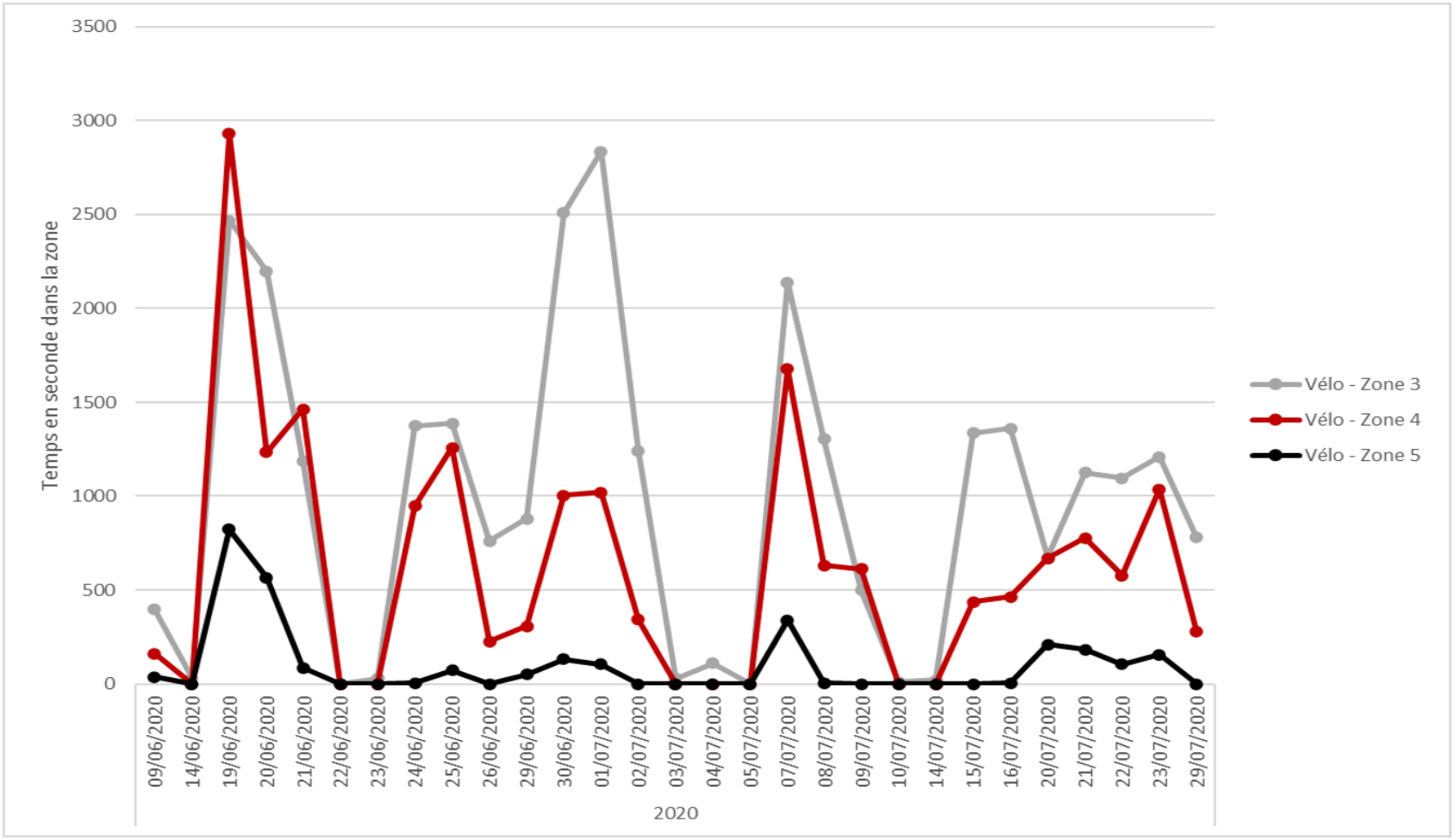

Figure 16 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort intense (zone 3 à 5) lors d'une intervention à vélo (2020)

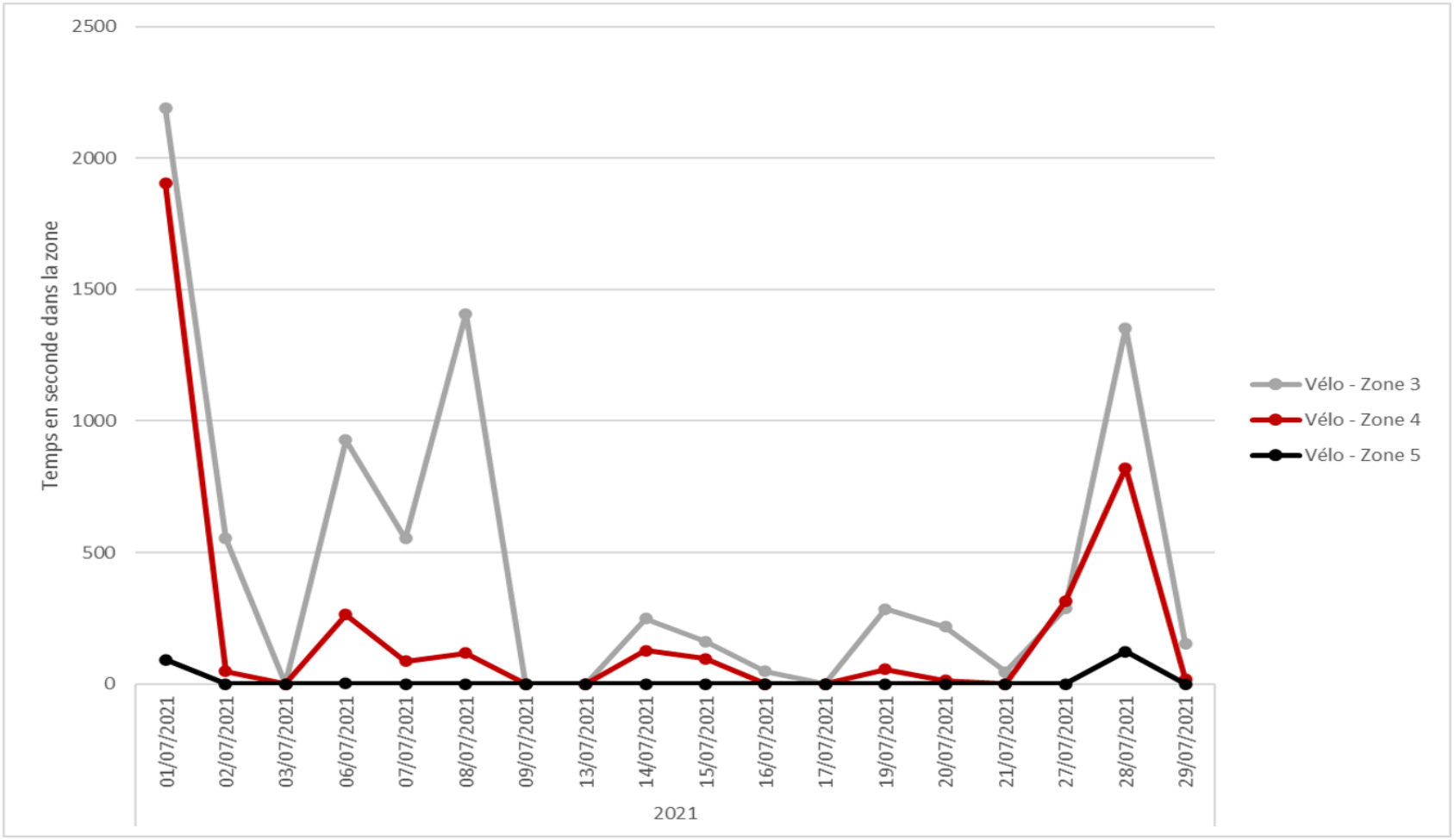

Figure 17 Temps maximal (en s) passé dans une zone d'effort intense (zone 3 à 5) lors d'une intervention à vélo (2021)