



Analyse de la fréquentation des espaces naturels en Wallonie

Rapport final

ULiege : Pauly Clémence & Dufrêne Marc

**Proximus : Yeahouda Azoulay, Jasper Botterman, Jaâfar Karioun,
Frédéric Braham**

Version du 7.01.2025.

Table des matières

Table des matières.....	1
Partie 1. Introduction	8
1.1 Rappel des objectifs de l'appel d'offre	8
1.1.1 Cadre général de l'appel.....	8
1.1.2 Définition de la fréquentation touristique	9
1.1.3 Critères de sélection des sites	9
1.1.4 Phasage de la mission.....	10
Partie 2. Les technologies mobilisées.....	11
2.1 Les caméras	11
2.1.1 Les pièges caméras	11
2.1.2 Chaîne de traitement des données de caméras.....	11
2.1.3 Caméra et respect de la vie privée	12
2.1.4 Modèles de caméras-trap	13
2.1.5 Paramétrage des caméras	14
2.1.6 Positionnement et emplacement des caméras.....	14
2.1.7 Intelligence artificielle : comptage du nombre de personnes par photo et floutage des photos.....	15
2.2 Autres capteurs proposés par Proximus.....	17
2.2.1 Eco-compteur	17
2.2.2 Capteur IM Buildings (bidirectionnel)	17
2.2.3 Capteur Sens Max.....	17
2.2.4 Compteur automatique par caméra.....	18
2.3 Comptage manuel sur le terrain.....	18
2.4 Données mobiles	20
2.4.1 Protection de la vie privée.....	20
2.4.2 Données de localisation	20
2.4.3 Informations exploitables.....	21
2.4.4 Onglets du tableau de bord.....	23
Partie 3. Mise en place du monitoring des sites	26
3.1 Description des phases de test et de suivi opérationnel	26
3.2. Les zones de monitoring sélectionnées	26
3.2.1 Zones de mesure des caméras	27

3.3.2 Zones de mesure des données mobiles	28
3.3 Calendrier des relevés des caméras	29
3.4 Relevés des capteurs Proximus	32
3.5 Test des caméras et autres capteurs	32
3.6 Comptages sur le terrain	34
3.7 Analyse visuelle des événements sur la plateforme AGRETA	35
Partie 4. Rapport d'analyses des tests des différentes caméras et des autres senseurs	37
4.1 Analyse des données caméra	37
4.1.1 Analyse des images	37
4.1.2 Analyse de la fréquentation	46
4.2. Comparaison des données caméras / éco-compteur	59
4.2.1 Comparaison au barrage de Ry de Rome	59
4.2.2 Comparaison à Furfooz en phase de test et de suivi.....	62
4.2.3 Comparaison à la Baraque Michel.....	64
4.2.4 Comparaison à Botrange	66
4.2.5 Comparaison à Solwaster	68
4.2.6 Synthèse de la comparaison des caméras et des autres compteurs.....	70
Partie 5. Rapport d'analyse globale de la phase opérationnelle sur les 16 sites suivis.....	71
5.1 Rappel de la structure des jeux de données mobilisés	71
5.2 Bilan général.....	72
5.2 Origine des visiteurs	73
5.3 Comportement au séjour	75
5.4 Effets des WE, vacances et saisons sur la fréquentation.....	76
5.4.1 Données des périodes de vacances scolaires.....	76
5.4.2 Données climatiques	77
5.4.3 Les saisons	77
5.4.4 Les périodes de congé	78
5.4.5 Résultats des analyses	79
5.5 Fréquentation selon les congés belges	82
Partie 6. Rapport d'analyses sur les 16 sites	85
6.1 Synthèse du monitoring pour le Fondry des Chiens (Nismes)	86
6.1.1 Description du site.....	86
6.1.2 Analyse des données mobiles	87

6.1.3 Analyse des données caméras	91
6.1.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	94
6.1.5 Recommandations pour le monitoring du Fondry des chiens	95
6.2. Synthèse du monitoring pour Daverdisse	96
6.2.1. Description du site	96
6.2.2 Analyse des données mobiles	97
6.2.3 Analyse des données caméras – Rive droite	101
6.2.4 Analyse des données caméras – Rive gauche	103
6.2.5 Comparaison entre données mobiles et caméras	105
6.2.5 Recommandations pour le monitoring de Daverdisse.....	108
6.3. Synthèse du monitoring pour Pairées	109
6.3.1. Description du site	109
6.3.2 Analyse des données mobiles	110
6.3.3 Analyse des données caméras	114
6.3.4 Comparaison entre données mobiles et caméras	116
6.3.5 Recommandations pour le monitoring des Pairées	117
6.4. Synthèse du monitoring pour les Hautes-Fagnes.....	118
6.4.1. Description du site	118
6.4.2 Analyse des données mobiles	119
6.4.3 Analyse des données caméras de Botrange.....	123
6.4.4 Analyse des données caméras de la Baraque Michel	125
6.4.5 Comparaison entre données mobiles et caméras	127
6.4.6 Recommandations pour le monitoring de Baraque Michel et Botrange	129
6.5. Synthèse du monitoring pour Hautes-Fagnes Helle.....	130
6.5.1. Description du site	130
6.5.2 Analyse des données mobiles	131
6.5.3 Analyse des données caméras de Helle amont.....	135
6.5.4 Analyse des données caméras de Helle aval.....	137
6.5.5 Comparaison entre données mobiles et caméras	139
6.5.6 Recommandations pour le monitoring de la Helle	141
6.6. Synthèse du monitoring pour Solwaster	142
6.6.1. Description du site	142
6.6.3 Analyse des données caméras de Solwaster Sawe	147

6.6.4 Analyse des données caméras de Solwaster Statte	149
6.6.5 Comparaison entre données mobiles et caméras	151
6.6.6 Recommandations pour le monitoring de Solwaster.....	153
6.7. Synthèse du monitoring pour Nisramont.....	154
6.7.1. Description du site.....	154
6.7.2 Analyse des données mobiles	155
6.7.3 Analyse des données caméras de Nisramont Ouest	159
6.7.4 Analyse des données caméras de Nisramont Est.....	161
6.7.5 Analyse des données caméras de Nisramont Barrage	163
6.7.6 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	165
6.7.5 Recommandations pour le monitoring de Nisramont	166
6.8. Synthèse du monitoring pour Hérrou.....	167
6.8.1. Description du site.....	167
6.8.2 Analyse des données mobiles	168
6.8.3 Analyse des données caméras au Hérrou.....	172
6.8.4 Analyse des données caméras au Cheslé de Bérisménil.....	174
6.8.5 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	176
6.8.6 Recommandations pour le monitoring du Hérrou	178
6.9. Synthèse du monitoring pour Hermeton	179
6.9.1. Description du site.....	179
6.9.2 Analyse des données mobiles	180
6.9.3 Analyse des données caméras de Hermeton amont	184
6.9.4 Analyse des données caméras de Hermeton aval.....	186
6.9.5 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	188
6.9.6 Recommandations pour le monitoring de Hermeton.....	190
6.10. Synthèse du monitoring pour Jambon	192
6.10.1. Description du site.....	192
6.10.2 Analyse des données mobiles	193
6.10.3 Analyse des données caméras	197
6.10.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	199
6.10.5 Recommandations pour le monitoring du Jambon.....	200
6.11. Synthèse du monitoring pour Rochehaut Falloises.....	201
6.11.1. Description du site.....	201

6.11.2 Analyse des données mobiles	202
6.11.3 Analyse des données caméras	206
6.11.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	208
6.12. Synthèse du monitoring pour Rochehaut Laviot.....	209
6.12.1. Description du site.....	209
6.12.2 Analyse des données mobiles	210
6.12.3 Analyse des données caméras	213
6.12.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	216
6.12.5 Recommandations pour le monitoring de Rochehaut.....	218
6.13. Synthèse du monitoring pour Saint-Hubert	219
6.13.1. Description du site.....	219
6.13.2 Analyse des données mobiles	220
6.13.3 Analyse des données caméras à Bilaude.....	223
6.13.4 Analyse des données caméras de Masblette amont.....	226
6.13.5 Analyse des données caméras de Masblette aval.....	228
6.13.6 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	230
6.13.7 Recommandations pour le monitoring du Saint-Hubert.....	232
6.14. Synthèse du monitoring pour Songes	233
6.14.1. Description du site.....	233
6.14.2 Analyse des données mobiles (janv-sept 2024)	233
6.14.3 Analyse des données caméras	236
6.14.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	239
6.14.5 Recommandations pour le monitoring de Songes.....	240
6.15. Synthèse du monitoring pour Furfooz	241
6.15.1 Description du site.....	241
6.15.2 Analyse des données mobiles	241
6.15.3 Analyse des données caméras	242
6.15.4 Recommandations pour le monitoring de Furfooz	244
6.16. Synthèse du monitoring pour Ninglinspo.....	245
6.16.1. Description du site.....	245
6.16.2 Analyse des données mobiles	245
6.16.3 Analyse des données caméra	249
6.16.4 Analyse d'une source de données complémentaire	250

6.16.5 Recommandations pour le monitoring du Ninglinspo	251
6.17. Synthèse du monitoring pour le Ry de Rome.....	252
6.17.1. Description du site.....	252
6.17.2 Analyse des données mobiles	253
6.17.3 Analyse des données caméras	257
6.17.4 Comparaison entre données mobiles et caméras.....	259
6.17.5 Recommandations pour le monitoring du Ry de Rome	259
Partie 7. Recommandations pour une pérenniser le monitoring de la fréquentation touristique	261
7.1 Synthèse des expériences acquises sur les différents systèmes de monitoring	261
7.1.1 Echelle macro : les données mobiles	261
7.1.2 Echelle micro : le monitoring sur site	264
7.2 Proposition de recommandations	265
7.2.1 Recenser l'offre d'ENF appréciés ?	266
7.2.2 Monitorer la fréquentation ?	269
Annexes	273
Annexe 1 : Exemple d'offres de job étudiant pour le PNDO	273
Annexe 2 : Mode d'emploi de l'application d'encodage sur le terrain	274
Annexe 3 : Fiche rappel pour les étudiants	275
Annexe 4 : Mode d'emploi utilisateur du Dashboard Proximus.....	277
Annexe 5 : Liste des congés en Belgique durant la période de monitoring	278
Annexe 6 : Liste des congés en Allemagne durant la période de monitoring.....	279
Annexe 7 : Liste des congés au Pays-Bas durant la période de monitoring	280
Annexe 8 : Liste des congés en France durant la période de monitoring	281
Annexe 9 : Attractions touristiques	282
Annexe 10 : Hébergements	285
Annexe 11 : Randonnées reconnues	285

Partie 1. Introduction

1.1 Rappel des objectifs de l'appel d'offre

1.1.1 Cadre général de l'appel

Lors de la dernière législature, la stratégie du développement du tourisme wallon recommandait un renforcement de l'identité autour de deux axes « Authenticité, savoir-faire, culture et patrimoine » et « Nature et évasion », cette dernière étant considérée comme étant la locomotive du développement touristique en Wallonie (Stratégie Tourisme 2030¹).

Cette stratégie définit un certain nombre d'actions d'aménagement et de développement de l'accessibilité des sites à mettre en œuvre en vue d'augmenter les flux touristiques. Il est donc nécessaire de mettre en place un suivi régulier du niveau de fréquentation touristique des **espaces naturels et forestiers (ENF)** wallons pour évaluer l'efficacité des actions, tant à l'échelle locale que plus globale.

Vu qu'il s'agit d'ENF partagés, en accès libre sur les sentiers et voiries publiques, on ne dispose pas d'une comptabilité de la fréquentation comme dans les attractions touristiques payantes.

Les nouvelles technologies permettent de mettre en place des systèmes de comptage automatique ou quasi-automatique du passage dans des sites à différentes échelles géographiques. L'appel identifie trois systèmes potentiels combinant les données de **localisation de GSM (échelle macro)** qui sont mobilisables sur des territoires plus larges en fonction de la taille des cellules (1.000 ha en moyenne en Ardenne au sens large) et les **compteurs de passage** et les **caméras traps (échelle micro)** sur des éléments très localisés comme un sentier, un point de passage obligé (un pont, caillebotis, ...).

Toutefois, aucun des systèmes technologiques existants ne permet de récolter des données de fréquentation qui estiment parfaitement le nombre de visiteurs d'un ENF à un moment donné (**fréquentation réelle instantanée**).

En effet, ces espaces sont très souvent non délimités par un périmètre précis car ils s'insèrent dans une matrice paysagère plus large avec de multiples possibilités d'accès. Leurs usages ne sont pas non plus toujours exclusivement réservés à la randonnée car la présence de restaurants, d'hébergements, d'attractions particulières, d'événements locaux (courses par exemple), ... peut interférer avec les données recherchées.

Les comportements des utilisateurs des ENF peuvent aussi être très différents : ils peuvent simplement les traverser en randonnée ou en vélo, faire un aller-retour relativement bref, cibler un point d'intérêt particulier et y rester la journée, ...

¹ <https://owt.tourismewallonie.be/telechargement/strategies-tourisme-2030/>

Les systèmes de mesure identifiés dans le cahier des charges et analysés dans le cadre de ce rapport ont chacun des spécificités propres, des avantages et des limites dans leur capacité de mesurer la fréquentation touristique.

1.1.2 Définition de la fréquentation touristique

La notion de « **fréquentation touristique** » doit aussi être bien définie. Le cahier des charges la restreint à celle des **touristes et des excursionnistes** tels que définis dans le Code wallon du tourisme².

Le **touriste** y est défini comme étant « *toute personne qui, pour les loisirs, la détente ou les affaires, se rend dans un lieu de destination situé au-delà de la commune où elle réside habituellement ou des communes limitrophes à celle-ci et qui séjourne hors de sa résidence habituelle* ».

L'**excursionniste** est « *toute personne qui, pour les loisirs ou la détente, se rend dans un lieu de destination situé au-delà de la commune où elle réside habituellement ou des communes limitrophes à celle-ci et qui effectue les déplacements nécessaires entre sa résidence habituelle et le lieu de destination en une seule journée* ».

Ils se différencient des **visiteurs locaux** définis comme étant « *toute personne qui, pour le loisir ou la détente, se rend dans un lieu de destination situé dans la commune où elle réside habituellement ou dans une commune limitrophe à celle-ci* ».

Sur le terrain, faire la distinction entre les « *touristes + excursionnistes* » et les « *locaux* » impose soit des enquêtes locales nécessairement ponctuelles, soit de mobiliser des données comme les données de localisation de GSM pour identifier l'origine et le comportement des personnes présentes dans un ENF. Aucun des systèmes locaux identifiés (caméras ou compteurs automatiques) ne permet de qualifier ainsi les différents types de visiteurs.

À la différence des entrées payantes d'une attraction touristique, aucun des systèmes disponibles ne permet de mesurer la **fréquentation touristique instantanée réelle** d'un ENF. C'est la combinaison des systèmes disponibles, en relation avec d'autres données ancillaires (comme les données d'hébergement, de fréquentation d'attractions touristiques, ...), qui permet d'estimer une **fréquentation probable des ENF**, leur rôle dans les choix de destination et les profils des utilisateurs. Les différents systèmes de mesure doivent aussi être capables de mesurer de manière similaire les **variations de la fréquentation touristique** au cours du temps (semaine, WE et jours fériés, périodes de vacances, ...) dans les ENF.

1.1.3 Critères de sélection des sites

Sur le choix des sites à monitorer, le cahier des charges ne définissait pas un nombre de sites minimum à suivre mais des règles pour valider les choix.

Les sites monitorés doivent :

² <https://wallex.wallonie.be/eli/arrete/2010/04/01/201027059/1996/01/16>

- Être de **taille relativement importante (500 ha minimum)** sachant que cette surface ne se limite pas à une zone tampon au bord d'un sentier mais bien une entité géographique d'intérêt touristique homogène.
- La moitié des sites doit être **dans le périmètre d'un projet « parc national »** et il faut au minimum un site suivi dans chacun des quatre candidats « parc national ».
- L'autre moitié des sites cible :
 - une des « **Plus Belles Randonnées de Wallonie** » (PBRW),
 - et avec **moins de 10% de zones artificialisées**,
 - et **un site accessible gratuitement** au public.
- Couvrir **une diversité de sites naturels et de régions biogéographiques**.
- Prendre en compte des **sites largement fréquentés** (balade du Ninglinspo, tour du lac de Nisramont, Domaine provincial du Bois des Rêves, par exemple) ou des **sites peu fréquentés** où il y a une volonté marquée de l'augmenter (Massif de Saint-Hubert par exemple).

1.1.4 Phasage de la mission

La mission proposée était scindée en deux phases avec :

Une **phase « test » de 6 mois** sur au moins un tiers des sites pour tester les combinaisons de systèmes de mesures les plus efficaces avec comme livrables attendus :

- Les **jeux de données bruts et anonymisés** récoltés pendant cette phase.
- Un **rapport d'analyse sur les choix des techniques les plus efficaces** dans les différents sites, les recoupements avec des données ancillaires, les interprétations à faire pour cibler au mieux la fréquentation touristique et un tableau de bord de synthèse pour chacun des sites.

Une **phase « opérationnelle » de 12 mois** sur l'ensemble des sites pour évaluer la fréquentation touristique avec comme livrables attendus :

- Les **jeux de données bruts et anonymisés** récoltés pendant cette phase.
- Un **rapport d'analyse détaillé pour chacun des sites** permettant de détailler et d'interpréter la fréquentation des deux sites mis en place (macro = données mobiles et micro = caméras, les contrôles effectués pour garantir la qualité des données, l'analyse des corrélations entre les données macro et micro et une analyse des limites à l'interprétation.
- Un **rapport de synthèse sur les similarités et différences entre les sites**.

Ces rapports seront complétés par une **réflexion sur la pérennisation du monitoring avec un certain nombre de recommandations**.

Ces rapports sont complétés comme proposés par une analyse régionale (« Ardenne ») des variations de la fréquentation touristique dans « l'Ardenne touristique » en mobilisant les mêmes types de données que celles qui ont servi à la sélection des sites mais de manière synthétique.

Partie 2. Les technologies mobilisées

2.1 Les caméras

2.1.1 Les pièges caméras

L'utilisation des pièges caméras (« camera trap » qu'on appellera « caméra ») est à l'origine voué à l'étude de la faune. Leur emploi pour analyser la fréquentation touristique est encore peu répandu mais en évolution significative (Lupp et al, 2016³ ; Staag et al., 2021⁴).

Au sein de la faculté Gembloux Agro-Bio Tech, un doctorat mené par Johanna Breyne dans le cadre du projet AGRETA (Ardenne Grande Région, Eco-Tourisme et Attractivité) et un travail de fin d'étude réalisé par Quentin Guidosse ont permis d'explorer ce sujet (Guidosse, 2018,⁵ Breyne et al., 2021⁶). Une publication internationale est en cours de publication sur cette nouvelle technologie pour monitorer la fréquentation touristique dans *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*.

Il en ressort que les données issues des caméras peuvent offrir une évaluation très précise de la fréquentation de sites localisés, ainsi que des recommandations pour optimiser la chaîne de traitement et pour assurer le respect du règlement sur la protection des données.

2.1.2 Chaîne de traitement des données de caméras

La première étape du processus est l'acquisition des données. Les données consistent en des photographies de personnes se déplaçant sur les chemins de randonnée et passant devant les caméras. Les photos sont automatiquement stockées sur la carte SD de la caméra et récupérées toutes les 6 semaines (**Figure 2.1.1**).

³ Lupp, G., Kantelberg, V., Förster, B., Honert, C., Naumann, J., Markmann, T., Pauleit, S., 2021. Visitor Counting and Monitoring in Forests Using Camera Traps: A Case Study from Bavaria (Southern Germany). *Land* 10, 736. <https://doi.org/10.3390/land10070736>

⁴ Staab, J., Udas, E., Mayer, M., Taubenböck, H., Job, H., 2021. Comparing established visitor monitoring approaches with triggered trail camera images and machine learning based computer vision. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 35, 100387. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100387>

⁵ Guidosse, Q., 2018. [Développement d'un indice de fréquentation touristique grâce aux camera traps et aux réseaux neuronaux convolutionnels](#). Travail de fin d'études. Gembloux Agro-Bio-Tech.

⁶ Breyne, J., Montero de Oliveira, F. E., Abiltrup, J., & Dufrène, M. (2021). *Une estimation de la fréquentation touristique dans les espaces naturels de l'Ardenne en utilisant des technologies nouvelles*. (Projet Interreg AGRETA). Gembloux, Belgium: ULiège, GxABT. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/258619>

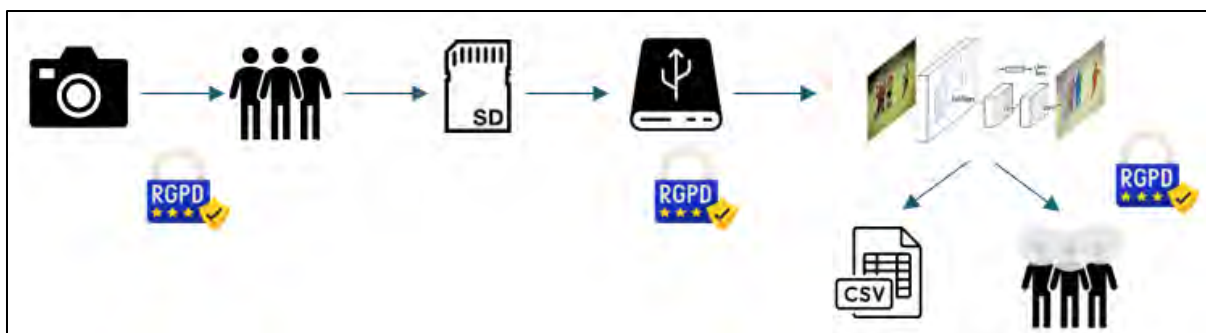


Figure 2.1.1 : Workflow illustrant la chaîne de traitement des données, de l'acquisition des images à l'analyse des résultats.

Ensuite, elles sont transférées sur un disque dur externe conservé par les membres de l'équipe à Gembloux. Les photos sont renommées de manière unique pour identifier le site, le modèle de caméra et la date, l'heure et les secondes de la prise de vue qui sont récupérées des EXIF.

Les images sont périodiquement transmises à l'ULiège dans l'équipe du professeur Marc Van Droogenbroeck (Institut Montefiore)⁷ où un logiciel automatisé (Mask-RCNN) détecte et identifie automatiquement les objets recherchés (des personnes, vélos, chiens, ...). Les visages des visiteurs ou les éventuelles plaques de voiture sont ensuite automatiquement floutés. Un fichier PNG de la photo floutée est alors créé ainsi qu'une ligne dans un fichier csv qui va permettre de constituer une base de données avec le code de la photo et une colonne avec le nombre d'objets détectés.

2.1.3 Caméra et respect de la vie privée

Lorsque des caméras sont utilisées sur des lieux publics, il est nécessaire de prendre en compte les contraintes quant à la protection de la vie privée, en respectant la loi caméra du 21 mars 2007, mise à jour le 31 mai 2018 en raison du règlement européen no 2016/679 (Règlement général sur la protection des données, 2016) et applicable depuis le 25 mai 2018. A cet effet, une analyse d'impacts sur la protection des données (AIPD) a été réalisée à l'ULiège et les dispositions de prévention suivantes sont mises en place.

Au niveau du placement des caméras, elles sont placées à distance des sentiers afin de prendre les silhouettes des personnes plutôt que de cibler les visages. Elles sont aussi placées à une hauteur suffisante de 3-4 m pour les rendre plus difficiles d'accès et elles sont protégées par un anti-vol. Au niveau de la protection des photos, les photos sont enregistrées dans des cartes mémoires – si possible chiffrées et donc inviolables⁸ - dans les caméras puis elles sont stockées sur un disque externe dans les locaux de l'ULiège - Gembloux Agro-Bio Tech, dont l'accès nécessite un mot de passe connu uniquement des personnes en charge de l'étude à Gembloux et à Liège qui sont identifiées dans l'AIPD.

⁷ <http://www.telecom.ulg.ac.be/people/MarcVanDroogenbroeck.html>

⁸ Dans le cadre de ce projet, les caméras utilisées ne permettent pas cette utilisation de cartes protégées. Mais on a protégé les caméras avec des boîtiers antivols et des cadenas.

Ensuite, après l'analyse automatique, une anonymisation des photos est implémentée. Les images sont partiellement floutées : on cible les visages, partie supérieure des personnes ou les plaques de voiture ou d'autres véhicules. Les clichés originaux peuvent ainsi être ensuite supprimés. Le processus d'analyse des images par le logiciel est automatisé et ne nécessite pas de visualiser physiquement les clichés. L'avis des gestionnaires des sites concernés ou de leur représentant a été sollicité pour choisir les sites de mesure. Le DNF et les parcs naturels sont informés de l'utilisation des caméras dans le cadre de l'étude. Des panneaux d'avertissement sont également placés aux abords des caméras pour prévenir les personnes qu'elles sont photographiées et les informer sur l'étude et l'utilisation des données via un QR-Code.

Le processus d'anonymisation des photos a été amélioré depuis le projet AGRETA. Dans ce projet, on utilisait un autocollant sur l'objectif de la caméra pour flouter les images dès leur prise. Cependant, les circonstances météorologiques font fortement varier la qualité de l'image (des problèmes de buée sur l'autocollant par exemple) et cela affecte la performance de l'intelligence artificielle qui identifie ensuite les personnes (Breyne et al., 2021, op. cit.).

L'utilisation d'une procédure très cadrée pour stocker les images entre le moment où elles sont récoltées sur le terrain et l'analyse par l'intelligence artificielle et le floutage automatisé des visages post-analyse permet de remplir au mieux les attentes du RGPD tout en améliorant l'efficacité des comptages automatiques.

2.1.4 Modèles de caméras-trap

Sept modèles de caméra ont été testés au cours du projet (**Tableau 2.1.1**). Un huitième modèle de bas de gamme (décathlon) a rapidement été écarté des tests car très peu fonctionnel.

Tableau 2.1.1 : Modèles de caméras testés et leur caractéristiques observées lors de la phase test

Modèles	Browning Patriot 	Browning Dark Ops Pro 	Browning Dark Ops Micro 	Dörr Snapshot Extra Black 	Dörr Snapshot 	Bolycam SG520 HD 
Champ de vision	Très large	Large	Limité	Limité	Limité	Très limité
Vitesse	Très sensible	Très sensible	Sensible	Lent	Très lent	Très lent
Nombre de piles	8	6	6	12	8	4
Tolérance carte SD	Tout	Pas micro carte SD	Pas micro carte SD	=< 32 gb	=< 32 gb	=< 32 gb
Prix de base	± 225 €	± 180 €	± 120 €	± 215 €	± 100 €	± 100 €
Prix du matériel accessoire	Carte SD : 10-15 € / unité Piles : +- 10 € / 10 unités Cable de sécurité : +- 23 € / unité					
Prix du boîtier de protection	+- 60 €	+- 60 €	+- 30 €	/	+- 60 €	/

2.1.5 Paramétrage des caméras

La résolution des caméras sélectionnée lors de la prise des photos est la plus basse possible pour respecter au mieux le RGPD et afin de ne pas surcharger les cartes SD.

Un **événement de détection** consiste en une rafale de 3 photos. Le but est de garantir au moins une photo de qualité au fur et à mesure que la personne progresse dans le champ de vision de la caméra. En effet, le champ de détection et la prise de vue ne correspondent pas toujours et si le premier est plus large que le second, en fonction de la vitesse de prise de vue, on voit juste une partie des personnes (un pied parfois) et non une personne entière.

Cette rafale se réalise sur une durée d'une ou deux secondes en fonction du modèle de caméra. Le modèle Bolycam s'est révélé bien plus lent : une rafale de 3 photos est enregistrée sur une période de temps de 6 secondes, généralement avec une photo toutes les 2 secondes.

L'intervalle de temps entre deux rafales est déterminé sur les tests réalisés dans le projet AGRETA qui a permis de **définir un intervalle de base de 5 secondes**. Cet intervalle permet d'éviter les images redondantes des mêmes personnes, en leur laissant en principe suffisamment de temps pour sortir de la zone de capture de la caméra entre deux événements de détection de mouvement. L'intervalle de temps peut être ajusté jusqu'à 10 secondes lorsque l'inclinaison de la caméra ou sa distance par rapport au chemin entraîne relativement systématiquement des images redondantes avec un intervalle de 5 secondes. C'est par exemple le cas lorsque le champ de vision de la caméra est large.

2.1.6 Positionnement et emplacement des caméras

L'angle de vision des caméras est un élément important à prendre en compte. Il faut que **les caméras soient placées à un angle d'environ 45° et 60°** afin de capturer un maximum de personnes. Si la caméra est placée à la perpendiculaire au chemin (angle proche de 90°), les personnes qui marchent en ligne sont difficilement discernables. Plus on est loin du chemin, plus l'angle est grand, la détectabilité de mouvements diminue et la redondance augmente. Et si la caméra est placée parallèlement au chemin (angle proche de 0°), les personnes l'une derrière l'autre ne sont pas toutes identifiables non plus. Dans ce cas, la redondance peut être aussi très importante car les personnes sont photographiées plusieurs fois avant de passer sous la caméra. On peut toutefois corriger a posteriori des redondances potentielles en analysant la différence des heures de prises de vue entre deux photos/rafales. Si l'intervalle est très court (2 à 5 secondes), cela peut-être les mêmes personnes ou un groupe continu de personnes différentes qui se suivent, bien que ce dernier cas de figure soit finalement très rare.

Afin de dissuader les vols, les caméras sont placées en hauteur, à 3-4 mètres de haut à l'aide d'une échelle légère portable. Elles sont également protégées grâce à des cages et des cadenas lorsque c'est possible. Comme on utilise des supports naturels (arbres), c'est l'un des points les plus limitant car il faut que les arbres soient bien placés, pas trop fin ni trop large pour supporter la caméra et son câble d'attache et le cadenas, et de manière telle que la caméra reste discrète.

Les caméras doivent être placées de sorte que les personnes ne stationnent pas devant pour limiter la redondance de comptages des mêmes personnes. Il faut éviter par exemple les points d'intérêt comme les points de vue, les bancs, les intersections de chemin, ... Le cheminement choisi doit être unique pour bien capter les visiteurs, si possible l'un derrière l'autre, sur un seul itinéraire.

La végétation qui obstrue le champ de vision ou déclenche potentiellement une détection de mouvement suite au vent doit être supprimée pour éviter de fausses détections qui peuvent aussi saturer la mémoire.

2.1.7 Intelligence artificielle : comptage du nombre de personnes par photo et floutage des photos

De nombreuses études se contentent de compter le nombre de photos prises et compter un le nombre de personnes vues pour évaluer la fréquentation touristique (cfr par exemple Lupp et al, 2016 et Lupp et al., 2021⁹). Ce n'est que tout récemment que l'intelligence artificielle a été mobilisée pour identifier le nombre de personnes sur les photos (cfr Breyne et al., 2021, Staab et al., 2021).

L'intelligence artificielle (IA) a permis de nombreuses avancées en termes d'automatisation d'analyse. La vision par ordinateur a bénéficié de ce boost ces dernières années avec des méthodes d'analyse automatiques d'images et de vidéos. Parmi celles-ci, les méthodes de détection d'objets et de personnes permettent de localiser et identifier les différents objets présents dans une image ou une vidéo. En particulier, ces méthodes prennent en entrée une image et sortent une liste de rectangles englobant les objets, avec une confiance associée.

De nombreuses méthodes ont été proposées au cours de ces dernières années pour identifier des objets automatiquement. Il existe deux grandes catégories de méthodes : celles appelées '*single-stage*' (à étage unique) et celles appelées '*two-stage*' (deux étages). Les premières prennent directement les images et régressent les rectangles, tandis que les secondes passent d'abord par une étape de région d'intérêt avant de classifier et corriger les dimensions des rectangles pour qu'ils collent bien à l'objet.

Dans le cadre de ce projet, les images capturées sont passées dans un modèle '*two-stage*' d'intelligence artificielle de détection appelé Mask R-CNN. Ce dernier a été entraîné à reconnaître 80 types d'objets différents (par exemple : personne, vélo, bus, brosse à dents, etc.) sur une base de données de référence nommée COCO, qui représente une grande variété d'images réelles. Un des avantages de Mask R-CNN est qu'il fournit également un masque de segmentation de l'objet, c'est-à-dire l'ensemble des pixels qui appartiennent à cet objet, permettant un floutage précis sur le contour de l'objet.

⁹ Lupp, G., Kantelberg, V., Förster, B., Honert, C., Naumann, J., Markmann, T., Pauleit, S., 2021. Visitor Counting and Monitoring in Forests Using Camera Traps: A Case Study from Bavaria (Southern Germany). Land 10, 736. <https://doi.org/10.3390/land10070736>

Pour chaque image, le modèle prédit une liste de rectangles avec la catégorie de l'objet présent dedans ainsi qu'un score de confiance. Ensuite, un filtre a été appliqué sur cette liste sur la base de deux critères :

1. Seules les détections présentant un score de confiance de 70% ou plus ont été gardées.
2. Seules les détections correspondant à une liste d'objets d'intérêt ont été gardées (**Tableau 2.1.2**).

Tableau 2.1.2 Liste d'objets d'intérêt détectés par l'intelligence artificielle Mask R-CNN

- Personnes	- Bus	- Chien	- Ours
- Vélo	- Camion	- Cheval	- Sac à dos
- Car	- Oiseau	- Mouton	- Parapluie
- Moto	- Chat	- Vache	- Sac à main

Ces détections permettent deux choses. Premièrement, obtenir le nombre d'objets détectés pour chaque image, ces données étant sauvegardées au format CSV. Chaque fois qu'un mouvement est détecté, la caméra prend une rafale de 3 photos qui sont analysées indépendamment (**Figure 2.1.2**). Ce sera au processus d'analyse d'identifier les photos qui appartiennent au même évènement (une rafale ou deux voire trois rafales en fonction du delta t des heures de prises de vues) pour retenir le nombre maximal de personnes ou d'autres objets observés sur une des photos prises pendant l'évènement. Deuxièmement, en utilisant le masque de segmentation, il est possible de flouter le visage des individus en floutant le quart supérieur de chaque masque de segmentation correspondant à une personne. De cette manière, seules les personnes sont floutées, tandis que l'arrière-plan reste intact. Les images ainsi anonymisées sont sauvegardées au format PNG.

Au total, un peu plus d'un **1,3 million de photos ont été traitées avec cette méthode**. Le traitement prend en moyenne 6 minutes et 17 secondes pour traiter 10.000 images, ce qui correspond à environ 3,2 images par seconde, ce qui est beaucoup plus rapide qu'un être humain. Le langage de programmation Python avec les librairies Pytorch, opencv et MMDetection a été utilisé. Le code tournait sur un serveur de calcul DGX-1 de NVIDIA, équipé d'une carte graphique V100, dans les locaux de l'Université de Liège, sous la direction du Dr. Anthony Cioppa, supervisé par le professeur Marc Van Droogenbroeck.

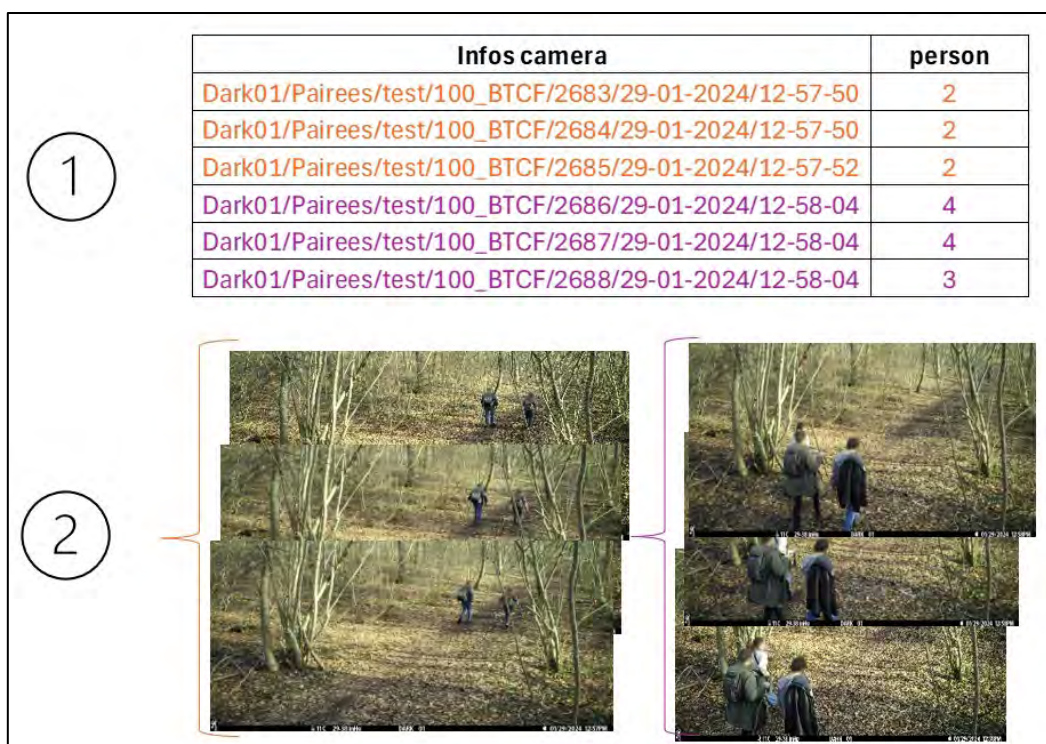


Figure 2.1.2 : Illustration des produits de l'intelligence artificielle : (1) les résultats du comptage d'objets par catégorie, ici l'exemple de l'objet « personnes » ; (2) les images floutées. Dans le premier cas il y a bien 2 personnes et dans le second il y en a 3 mais le manteau de l'un d'entre eux porté sur le dos est compté comme une quatrième personne.

2.2 Autres capteurs proposés par Proximus

Ce point présente une description des différents capteurs proposés par Proximus. Les différents capteurs sont comparés dans le **Tableau 2.2.1**.

2.2.1 Eco-compteur

L'éco-compteur est un capteur thermique. Ce capteur est autonome en énergie et mobile. Il peut être fixé à un poteau en bois et être équipé d'un cache de protection. Il est discret, pour une dimension de 12,6cm x 12,6cm x 5,35cm avec son capot de protection et poids de 820g.

2.2.2 Capteur IM Buildings (bidirectionnel)

Ce capteur mobilise une technologie infrarouge. Le réglage du compteur pour le projet est le suivant. L'appareil compte en permanence pour les directions A et B séparément pendant une heure. Après une heure, l'appareil transmet le nombre total de A et B enregistrés cette heure-là. Les compteurs A et B sont mis à zéro et le comptage recommence pour l'heure suivante.

2.2.3 Capteur Sens Max

Le capteur Sens Max utilise la technologie mmWave qui consiste à détecter des ondes millimétriques. Ce capteur radar transmet et reçoit des impulsions d'énergie d'ondes électromagnétiques millimétriques, détectant les cibles et les mouvements à partir des réflexions qu'il reçoit en retour.

2.2.4 Compteur automatique par caméra

Ce compteur fonctionne comme une caméra et identifie automatiquement le nombre de personnes sans avoir besoin de les photographier et de les analyser de manière ex-post.

Tableau 2.2.1 : Tableau comparatif des informations des différents capteurs proposés par Proximus

	Eco-compteur 	IM Building 	Sens Max 	Capteur automatique par caméra 
Technologie	Thermique	Infrarouge Actif	mmWave	Camera optic
Source d'énergie	Batterie	4 Piles AA	5V USB fixed or solar	5V USB fixed or solar
Autonomie	=< 3 ans	=< 6 mois	Fixed : N/A Solar : 64 h sans soleil	48h sans soleil
Monitoring	Continu	Continu	Continu	Continu (app)
Stockage d'information	Réseau + local si problème de connexion < 40 000 passages	Réseau uniquement	Réseau	Réseau / local cart SD
Dépendance accès réseau	Autonome (réseau cellulaire)	Autonome (4G (NB IoT))	Autonome (4G (NB IoT))	Autonome 4G LTE
Facilité d'installation	Simple (plug&play)	One time calibration needed by installation	Simple (plug & play)	Simple (plug & play)
Portée	=< 10 mètres	=< 6 mètres	<= 10m et 100m2	90° Field of view
Paramétrage	A distance	A distance/ sur place	A distance / sur place	A Distance / sur place
Cout	€4050	€440 (outdoor version)	€1500	320€
Résultat	Entrées et sorties	Capteurs a et b	Capteur passage par direction	Par Zone

2.3 Comptage manuel sur le terrain

Le comptage manuel vise à vérifier si les caméras détectent correctement toutes les personnes qui passent devant elles. La démarche suivie pour réaliser le comptage manuel est expliquée ci-dessous.

Une **annonce** a été envoyée aux parcs nationaux Entre Sambre Et Meuse (PN ESEM) et Vallée de la Semois (PNVS), ainsi qu'au Parc Naturel des Deux Ourthes (PNDO), afin d'être partagée sur leurs réseaux et de recruter les étudiants (exemple en **Annexe 1**). Les recrutements se sont faits via l'Université de Liège car les PN ne sont pas habitués à engager des étudiants.

Trois étudiants ont postulé pour le PNDO, 2 étudiants pour le PN ESEM et 12 étudiants pour le PNVS (près du sentier des Songes). Ces étudiants ont travaillé lors de la deuxième semaine des

vacances de printemps en Wallonie, du 6 au 12 mai. Le contrat prévoyait 20 heures réparties en plages horaires de 4h maximum par jour, afin d'éviter une perte d'attention de la part des étudiants. Le début du travail correspondait à leur arrivée sur place et se terminait lorsque qu'il ou elle quittait les lieux.

Les étudiants ont été présélectionnés en fonction de leur proximité aux sites et de leur disponibilité en véhicule. Dans la mesure du possible, les sites à faible fréquentation ont été laissés de côté. Tous les modèles de caméras n'ont pas pu être testés. Les sites qui ont fait l'objet d'un test se trouvent dans le **Tableau 2.3.1**.

L'outil de comptage est une **application** spécialement développée pour le projet. Elle permet d'encoder le nombre de personnes qui passe devant soi en enregistrant automatiquement l'heure de l'encodage dans un fichier Excel. Une application sur smartphone indépendante du réseau était nécessaire car il faut un outil utilisable en absence de réseau et qui ne craint pas les éventuelles intempéries. Un **mode d'emploi** a été fourni aux étudiants (**Annexe 2**). Il a été demandé aux étudiants d'envoyer une preuve de succès d'utilisation de l'application lors de la présélection.

Une rencontre avec chaque étudiant a été réalisée afin de vérifier s'ils ou elles savaient bien utiliser l'application et de leur montrer la marche à suivre. En même temps, il a été vérifié que la caméra fonctionnait bien.

Chaque journée de travail, les étudiants avaient pour obligation d'envoyer leur fichier Excel complété. Ils ont reçu une **fiche rappel** expliquant la marche à suivre et indiquant des informations sur le projet, au cas où des passants leur poseraient des questions (**Annexe 3**).

Tableau 2.3.1 : Résumé des informations sur le comptage manuel

Site	Nombre d'étudiants	Modèle de caméra
Ry de Rome	1	Door
Fondry des chiens	1	Dark Ops
Nisramont (Engreux)	1	Dark Ops micro
Sentier des Songes	Bien que cet endroit ait suscité de l'engouement, il n'a été assigné qu'un seul étudiant car le site est peu fréquenté.	Dark Ops
Furfooz	1 étudiant embauché directement au sein de la Faculté Gbx Agro-Bio Tech et qui a pu réaliser un test fin avril.	Patriot
Rochehaut Falloises (balade des échelles)	1	Patriot

2.4 Données mobiles ¹⁰

La fréquentation touristique des sites peut également être estimée à partir de données de localisation GSM fournies par les opérateurs de téléphonie mobile. Cette méthode a été employée par le projet AGRETA pour analyser la fréquentation touristique dans les espaces naturels, révélant ainsi le potentiel d'identification des types de public et des comportements à l'échelle de zone plus ou moins large (Breyne et al., 2021).

L'opérateur mobile Proximus fournit les données de localisation GSM dans ce projet, de même que lors du projet AGRETA. Cet opérateur couvre environ 40% du marché en Belgique (Economie FGOV, 2024).

2.4.1 Protection de la vie privée

L'utilisation des données mobiles doit se conformer aux règles de protection de la vie privée. Afin de respecter ces règles, les rapports basés sur les données mobiles ne comprennent que des données anonymes et agrégées sur des groupes d'au moins 30 personnes.

2.4.2 Données de localisation

Proximus possède un réseau d'antennes GSM qui définissent des cellules dans lesquels les signaux des appareils mobiles sont localisés (zones TAC). Le territoire belge est ainsi constitué de cellules que couvrent ces antennes. Ces cellules constituent l'unité de mesure la plus fine des données mobiles. La densité des cellules n'est pas homogène sur le territoire car les opérateurs calquent la densité des antennes GSM en fonction de la densité des populations. Dans les villes, il y a plus d'antennes donc les cellules sont plus petites et leur nombre est plus important. A contrario, en zones rurales et notamment les zones avec le plus d'espaces naturels avec un potentiel touristique, les cellules sont plus larges et leur nombre moins important.

Les données mobiles concernent donc les activités GSM sur le réseau de télécommunications mobiles de Proximus qui génèrent des **données de localisation** du réseau. Ces données de localisation permettent de déterminer l'antenne par laquelle un GSM est connecté au réseau mobile de Proximus. Les données de localisation indiquent l'emplacement au niveau cellulaire. Les informations des différentes cellules sont agrégées au niveau de la couverture de la zone étudiée. Les données de localisation ne sont pas aussi précises qu'un GPS. Leur précision est suffisante pour identifier la présence du signal des GSM dans une cellule du réseau, mais elle n'est pas parfaite car le relief peut être hétérogène et la couverture des antennes n'est pas non plus exhaustive.

Pour qu'un GSM soit géolocalisé, il faut qu'il soit allumé et qu'il ne soit pas en mode avion.

¹⁰ Sauf indication contraire, les informations proviennent du manuel explicatif du dashboard (Proximus, 2024)

2.4.3 Informations exploitables

Les données de localisation mobile sont traitées pour créer des rapports anonymes et agrégés afin de rendre compte du **nombre de visiteurs par jour**, de **l'origine des visiteurs** et/ou du **flux de personnes** dans une certaine zone ou au cours d'une certaine période. Ces rapports sont disponibles dans un **tableau de bord** présenté en annexe 4.

Le profil et l'origine des visiteurs sont obtenus grâce aux algorithmes de Proximus qui définissent notamment le *lieu de résidence le plus probable* et le *lieu d'hébergement le plus probable*. Le premier est calculé sur la base de la cellule dans laquelle l'appareil « reste dormir » le plus souvent (en nombre de jours) sur une période de plusieurs mois. Le deuxième est calculé comme un enregistrement qui a été vu à 4 heures du matin et qui est resté au même endroit pendant au moins quatre heures. Ces informations vont permettre de définir le profil du visiteur d'une zone étudiée.

Origine du visiteur :

- **Résident** : Personne disposant d'une carte SIM belge disposant d'un *lieu de résidence le plus probable* dans la zone sélectionnée.
- **Local** : Personne disposant d'une carte SIM belge ayant un *lieu de résidence le plus probable* dans un buffer de 10 km autour de la zone sélectionnée.
- **National** : Personne disposant d'une carte SIM belge dont le *lieu de résidence le plus probable* ne se trouve pas dans la zone résidentielle ou locale.
- **International** : Personne disposant d'une carte SIM non belge ayant été détecté sur le réseau mobile Proximus.

L'origine « **National** » est détaillée par commune. Au cours du projet, il a été décidé de classer les visiteurs en fonction de leur **région** (Bruxelles-Capitale, Wallonie ou Flandre) et de leur **province**. Ces catégorisations permettent de regrouper davantage de visiteurs grâce au respect du seuil d'anonymisation. L'origine « **International** », quant à elle, est précisée par pays d'origine.

Ces données sur l'origine sont complétées par une **analyse par zone tampon (buffer) autour de la zone étudiée** pour identifier la distance effectuée par les visiteurs. Plusieurs essais ont été nécessaires pour définir des classes suffisamment précises pour être intéressantes mais pas trop pour éviter de se retrouver sous les seuils d'anonymisation dans des zones moyennement fréquentées.

Distances effectuées :

- **Buffer_10_40** : Domicile entre 10 et 40 km
- **Buffer_40_70** : Domicile entre 40 et 70 km
- **Buffer_70_100** : Domicile entre 70 et 100 km
- **Buffer_100_130** : Domicile entre 100 et 130 km
- **Buffer_130_160** : Domicile entre 130 et 160 km
- **Buffer_160_190** : Domicile entre 160 et 190 km
- **Buffer_190_220** : Domicile entre 190 et 220 km
- **ROAM** = GSM étranger
- **Other** = non défini

Vu les zones sélectionnées, on est généralement dans la périphérie bruxelloise entre 100 et 130 km et la région de Gand et Anvers entre 130 et 160 km.

Ces données sur les origines peuvent alors être croisées par le profil du visiteur.

Profil du visiteur :

- **En visite considérée comme « touristique »** : Personne avec un *lieu de résidence le plus probable* extérieur à la zone de mesure qui a été observée dans la zone de mesure lors **d'une visite de plus de 30 minutes**. Les visites sont considérées entre 8h et 19h. Le temps de séjour est à priori sommé s'il y a des sorties et des entrées comme pendant une randonnée en bord de zone ou des zones avec des pertes de signal.
- **En transit** : Personne avec un *lieu de résidence le plus probable* extérieur à la zone de mesure qui a été vue dans la zone de mesure lors **d'une visite de moins de 30 minutes**.
- **Fonctionnel** : Personne avec un *lieu de résidence le plus probable* en dehors de la zone de mesure qui a été vue dans la zone de mesure avec une visite de jour répétée avec une certaine fréquence mais sans jamais y passer la nuit. La définition spécifique utilisée pour le projet est une personne ayant effectué **au minimum 8 « visites d'une journée » lors des 20 derniers jours mais sans jamais y passer la nuit**.

Pour le comportement, on distingue les visites sans logement des visites qui combinent un logement :

- **Séjour** : Personne qui visite la zone de mesure, qui a passé la nuit et va en passer une nouvelle dans la zone ou dans la zone tampon de 10 km. Au niveau de la journée, une distinction est également faite entre l'arrivée, le séjour et le départ.
- **Séjour Arrivée** : Premier jour où une personne est présente dans la zone de mesure et sa zone tampon et passe la nuit suivante dans la zone de mesure.
- **Séjour Départ** : Dernier jour de présence dans la zone de mesure et nuitée dans la zone de mesure et sa zone tampon de 10 km la nuit précédente.

A priori, pour évaluer le nombre de nuits passées dans une zone TAC et sa zone tampon, on peut sommer les « arrivées », les « séjours » et les « départs » pour une journée car on compte bien des visiteurs uniques différents jour par jour. **Le rapport journalier du nombre de nuitées sur le nombre de visiteurs est un estimateur correct du pourcentage de personnes qui ont dormi sur place ou dans un buffer de 10 km.** Par contre, sur une semaine ou une période plus longue, le rapport du nombre de nuitées sur le nombre de visiteurs est plus problématique car les mêmes visiteurs peuvent concernés par une « arrivée » et un « séjour » ou un « séjour » et un « départ ».

En raison des règles de protection de la vie privée, la **catégorisation** de groupe se réalise donc sur des groupes supérieurs à 30 personnes. Si ce seuil n'est pas atteint, les visites sont classées dans une catégorie « Autres » non différenciée et elles sont regroupées en fonction de la hiérarchie des attributs (origine, durée de la visite, type de séjour, etc.) pour atteindre un seuil de 30 personnes par jour. Cette contrainte implique qu'il était nécessaire d'avoir des zones de travail de taille suffisante, regroupant plusieurs cellules unitaires pour éviter d'être trop souvent en dessous de la limite de 30 personnes pour obtenir des attributs décrivant la visite.

Le choix des zones de mesure de référence pour les caméras n'est pas facile car comme on cible la fréquentation des espaces naturels, il faut éviter le plus possible les zones urbanisées ou les centres d'attraction comme par exemple les grottes de Han. Les zones où les caméras ont été placées résultent déjà d'une sélection sur base de ces critères.

Nombre de visiteurs uniques par jour :

Le nombre de visiteurs uniques par jour est le nombre de visiteurs observés au moins une fois sur la journée dans la zone analysée et dans la temporalité définie de 8h à 19h.

Le nombre de visiteurs uniques par jour peut être détaillé par profil et par origine des visiteurs.

2.4.4 Onglets du tableau de bord

Le tableau de bord (aussi appelé Dashboard) propose trois onglets distincts pour les données GSM qui agrège les données de manière différente et complémentaire :

- "Visitors Analytics" : nombre de personnes qui visitent la zone étudiée
- "Lodging" : nombre de personnes qui logent dans la zone étudiée
- "Buffer" : origine des visiteurs de la zone étudiée

Un quatrième onglet compile les données des caméras concernées.

Le Dashboard a dernièrement été migré sur une nouvelle plateforme, **Data Engine**. L'interface reste identique mais l'accès est modifié (voir le mode d'emploi utilisateur en fichier **Annexe 4**).

Les résultats varient en fonction du type d'agrégation des données de localisation et du respect des contraintes d'anonymisation. Il était impossible de croiser les différents regards car le nombre de variables à prendre en compte est incompatible avec le nombre de visites.

Les **Figures 2.4.1, 2.4.2 et 2.4.3** montrent les informations disponibles en ligne pour chacune des zones dans lesquelles des caméras ont été placées.

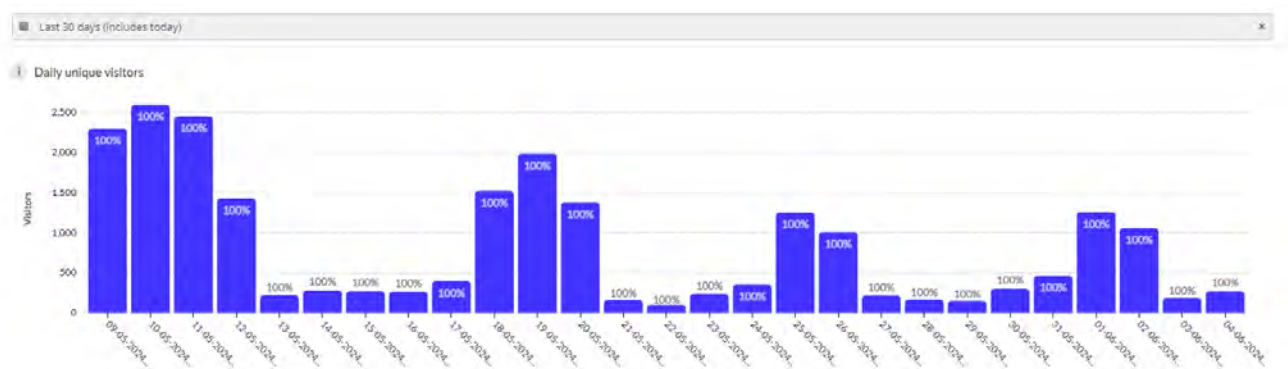


Figure 2.4.1 : Nombre de visites uniques dans la zone de Rochehaut (onglet « Visitor link »).

Lors du mois de mai, on a une diminution du nombre de visites après le long WE de l'Ascension qui a été ensoleillé, au contraire des autres.

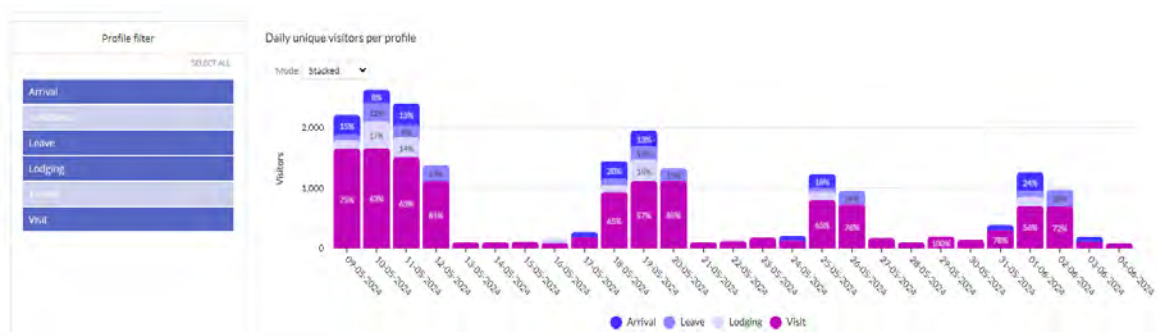


Figure 2.4.2 : Profil des visiteurs dans la zone de Rochehaut (onglet « Lodging link »).

La diminution se marque surtout sur les visiteurs d'un jour sauf les deux derniers WE où la diminution concerne aussi ceux qui logent.

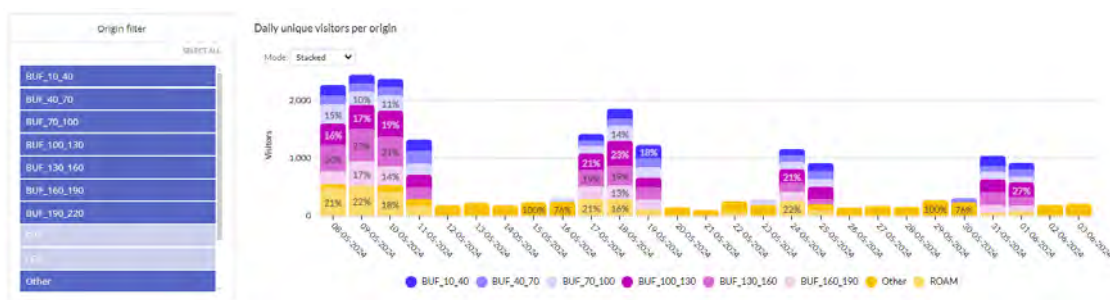


Figure 2.4.3 : Profil des visiteurs en fonction de la distance d'origine (onglet « Buffer link »).

La moitié des visiteurs fait entre 100 et 160 km pour rejoindre Rochehaut ...

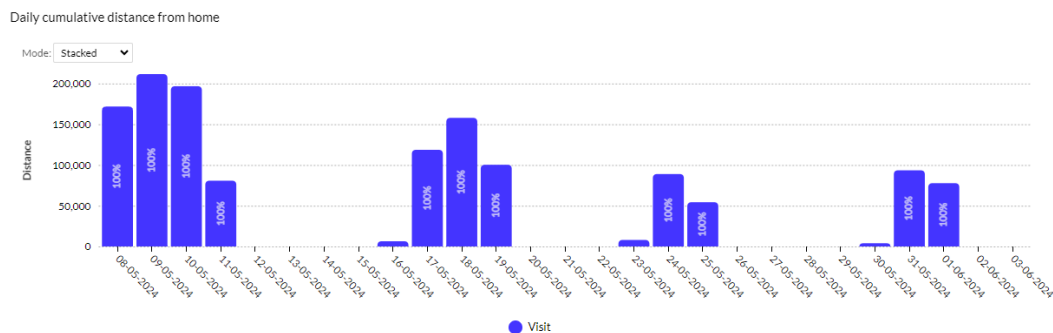


Figure 2.4.4 : Somme des kilomètres effectués pour accéder à la zone (onglet « Buffer link »).

... ce qui représente pas mal de kilomètres du coup¹¹.

¹¹ A corriger pour tenir compte que ceux qui logent ne doivent pas être pris en compte.

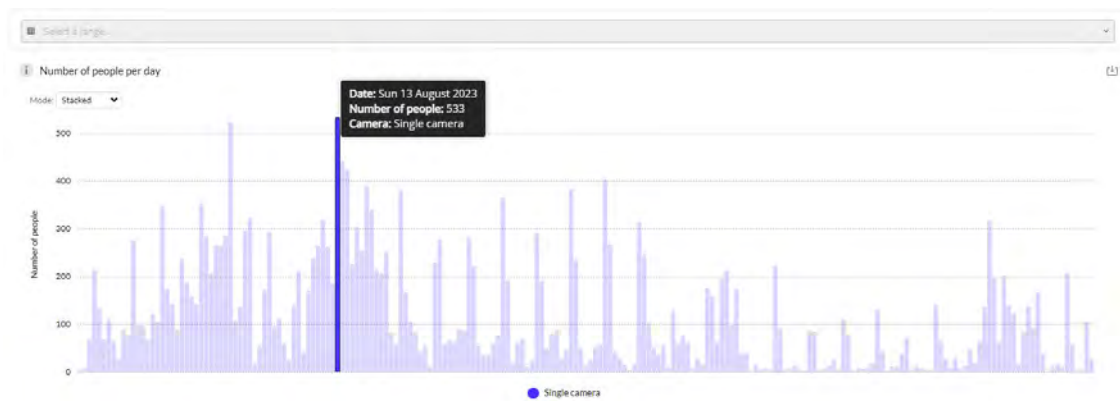


Figure 2.4.5 : Nombre de visiteurs observés avec la caméra sur le site des Falloises

Le quatrième onglet donne accès aux données des caméras qui sont disponibles.

Partie 3. Mise en place du monitoring des sites

3.1 Description des phases de test et de suivi opérationnel

Le monitoring des sites a été divisé en deux phases. La première phase, appelée **phase de « test »**, prévoyait le suivi de 5 sites pendant 6 mois pour comparer différentes caméras et autres systèmes de manière à sélectionner les plus efficaces et pour commencer le monitoring. La deuxième phase, appelée **phase « opérationnelle »**, ajoutait le suivi de 10 sites supplémentaires avec en principe les systèmes de mesures les plus performants pour les suivre pendant une année.

La phase « test » s'est déroulée d'avril à fin juin 2023 et elle a été prolongée pour réaliser les différents tests comparatifs pendant la phase « opérationnelle ». En effet, des retards dans l'acquisition du matériel chez Proximus ont retardé la mise en place des tests pendant la première phase. Pour la réalisation de la phase « opérationnelle », vu la grande différence de prix entre les différents systèmes potentiels (une caméra = entre 100 et 400 € et un éco-compteur ≥ 2.500 €), le projet prévoyait d'office la mise en place d'un suivi de base par caméra dans 16 sites car il était impossible de répondre au marché sans connaître le système le plus performant. L'analyse « test » cible donc le type de caméra pour bien identifier les plus performantes et les compare à d'autres systèmes pour évaluer les différences et les éventuels biais.

La phase « opérationnelle » qui a commencé début juillet 2023, devait se finir fin juin 2024. Vu le report de la fin du projet à la fin de l'année 2024, **elle a été prolongée jusqu'à fin août 2024 afin de monitorer un été supplémentaire**, permettant ainsi d'avoir un suivi de la fréquentation sur plus d'une année en phase opérationnelle.

Vu les retards d'acquisition du matériel, les tests des différents modèles de caméra et des différents capteurs se sont poursuivis durant la phase « opérationnelle ».

3.2. Les zones de monitoring sélectionnées

Dans l'appel d'offre, **il était proposé de suivre 15 sites** distribués en Ardenne en respectant les contraintes demandées. La liste des sites a été revue suite aux discussions avec le CGT pour atteindre **16 sites** en relocalisant les deux sites qui avaient été identifiés sur l'Anlier en plaçant un sur la Semois près d'Herbeumont, en ajoutant le site de Laviot et le site du Ninglinspo (**Figure 3.2.1**).

3.2.1 Zones de mesure des caméras

De manière à avoir un suivi assez représentatif des sites, chaque site est parfois subdivisé en plusieurs lieux-dits où sont installées les caméras (**Figure 3.2.1**).

Cinq sites ont été monitorés en **phase I de test** à l'aide de **8 caméras** :

- L'Hermeton amont et aval
- Le point de vue du Jambon sur la Semois
- Les Pairées près de Resteigne
- Le Ry de Rome
- Le barrage de Nisramont. Dans ce dernier site, la caméra a été **volée** et, vu les risques confirmés localement par les agents DNF, ce site précis n'a plus été suivi dans la phase test.

En **phase II opérationnelle**, 16 sites ont été monitorés à l'aide d'une trentaine de caméras :

- L'Hermeton amont et aval
- Le point de vue du Jambon sur la Semois
- Les Pairées près de Resteigne
- Le Ry de Rome
- Le Fondry des chiens
- Furfooz
- Le long de la Helle dans les Hautes-Fagnes, ainsi que les randonnées à la Baraque Michel et à Botrange
- La cascade des nutons et la balade de la Sawe à Solwaster
- L'amont et l'aval de la Masblette et l'étang de Bilaude à Saint-Hubert
- Nisramont : au niveau du barrage, le barrage à Engreux le long de l'Ourthe orientale et au niveau du pont de l'Ourthe occidentale
- Hérou : au Cheslé de Bérisménil et le long de l'Ourthe près de Nadrin
- Rochehaut à la balade des échelles et à Laviot
- Le sentier des Songes
- Daverdisse la promenade de la Lesse, à gauche et à droite du pont des Barbouillons

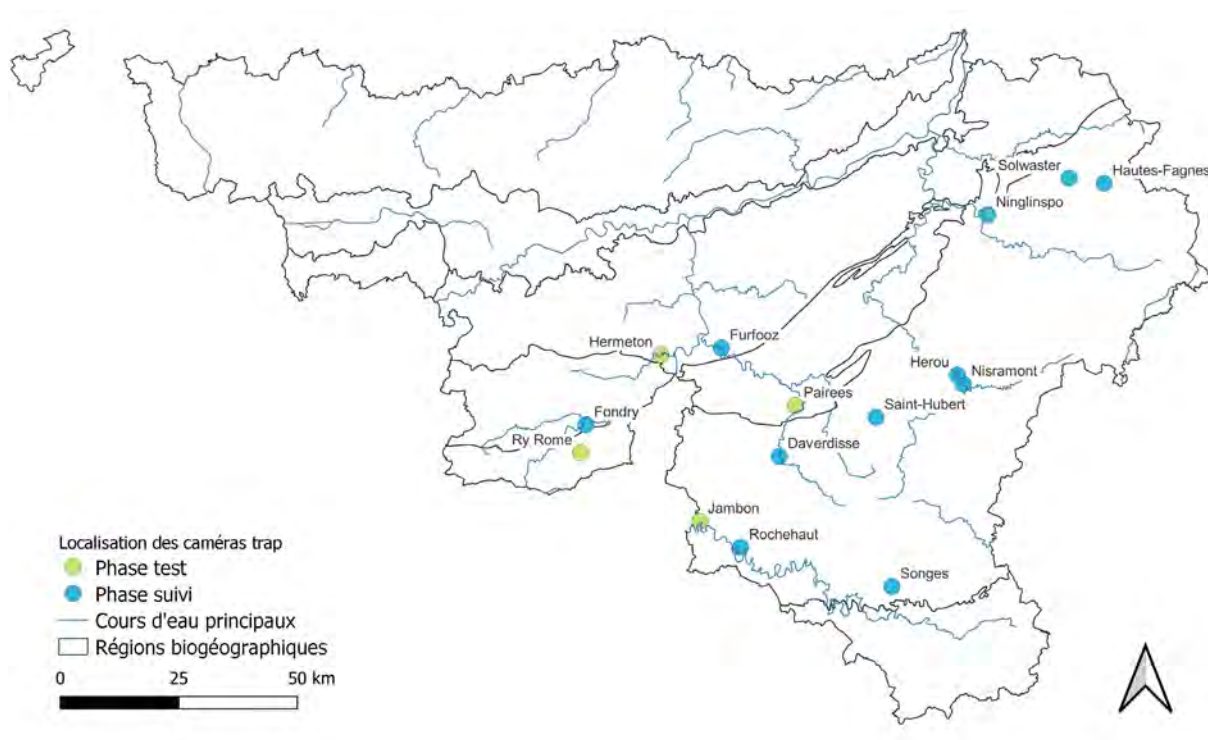


Figure 3.2.1. : Localisation des sites monitorés par les caméras

3.3.2 Zones de mesure des données mobiles

La plupart des sites monitorés par les caméras ont été monitorés par Proximus, excepté le site de Furfooz car cela n'était pas possible de le prendre en compte vu la difficulté d'exclure les zones habitées ou fréquentées pour d'autres activités comme les kayaks (**Figure 3.2.2**). Les cellules de mesure peuvent se superposer les unes aux autres.

Pour la **phase I de test** :

- Au niveau de l'Hermeton
- Au niveau du point de vue du Jambon sur la Semois
- Au niveau des Pairées près de Resteigne
- Au niveau du Ry de Rome
- A Nisramont

Pour la phase **II opérationnelle** :

- Au niveau de l'Hermeton
- Au niveau du point de vue du Jambon sur la Semois
- Au niveau des Pairées près de Resteigne
- Au Ry de Rome
- Au Fondry des chiens
- Au niveau de la Helle dans les Hautes-Fagnes
- Au niveau de la Baraque Michel
- À Solwaster
- À Saint-Hubert

- A Nisramont
- Au Hérrou
- Rochehaut est subdivisé en deux zones : Laviot et Falloises (balade des échelles)
- Le sentier des Songes
- A Daverdisse
- Au Ninglinspo

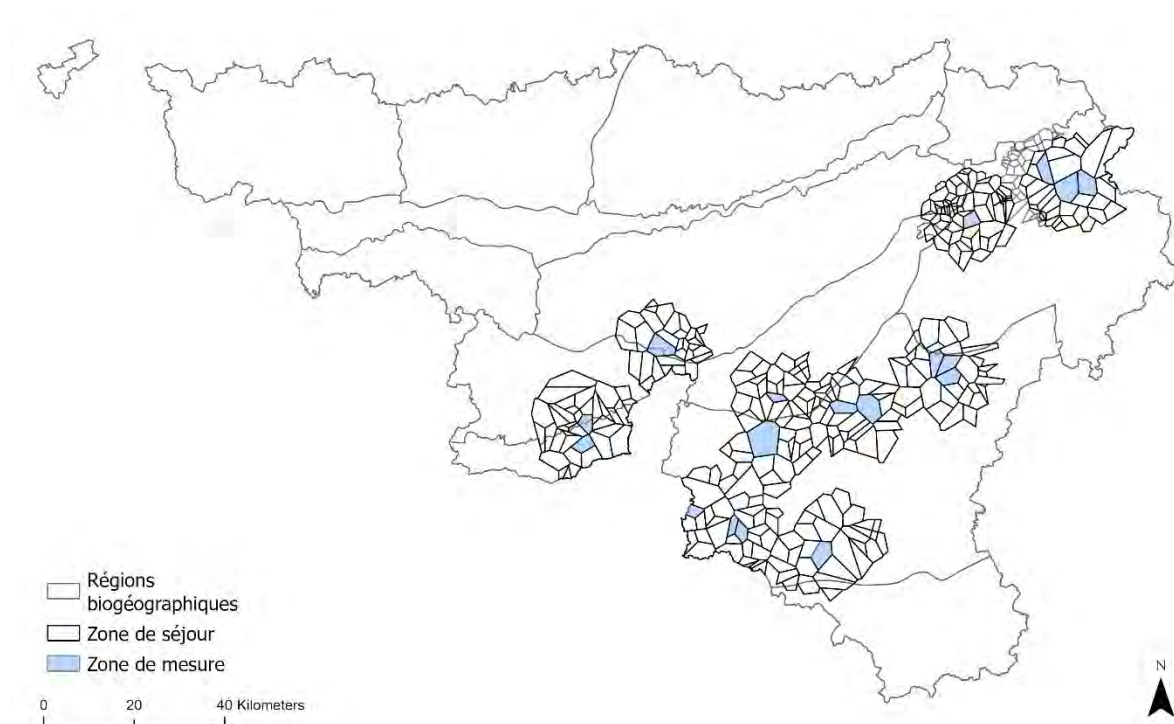


Figure 3.2.2. : *Zones de mesure des données mobiles*

3.3 Calendrier des relevés des caméras

Le **Tableau 3.3.2** présente les informations du fichier original contenant l'ensemble des données de caméras, incluant à la fois la phase de test et la phase de suivi, ainsi que les données provenant des tests des différents modèles de caméras. Au cours de toute la durée du projet, environ **1.383.500 photos** ont été prises pour près de **440.000 événements** et une estimation de **780.000 visiteurs**. Le volume total des images anonymisées s'élève à 1,7 To.

Les **Tableaux 3.3.3** et **3.3.4** détaillent les informations spécifiques à chaque caméra installée respectivement pour la phase de test et la phase opérationnelle. Les dates de début et de fin se réfèrent à la période durant laquelle les caméras étaient installées, indépendamment de leur fonctionnement. Le nombre de jours d'activité des caméras peut varier par rapport à la période d'installation en raison de dysfonctionnements (batteries déchargées, problèmes de carte SD, etc.). Le nombre de jours actifs des caméras n'équivaut pas au nombre de jours où des photos ont été prises, car il peut y avoir des jours sans détection de présence, bien que la caméra reste fonctionnelle. Ainsi, les jours actifs consécutifs peuvent inclure des interruptions de fréquentation. Les jours actifs excluent ceux où les conditions météorologiques ont rendu les données inexploitable, ainsi que ceux affectés par des problèmes techniques.

Au cours du projet, de nouvelles caméras de qualité supérieure ont été acquises. Elles ont progressivement remplacé les anciennes caméras Door et Bolycam du projet AGRETA au fil des relevés (**Tableau 3.3.1**). Trois caméras ont été volées lors du monitoring.

Tableau 3.3.1 : Description et état du stock de caméras

Modèle de caméra	Code	Nombre de caméras
Bolycam	Boly	2
Door	Door	10
Door extra	Doex	4
Dark Ops micro	Darm	5
Dark Ops normal	Dark	13
Patriot	Patr	8
SOMME		42 caméras pour 16 sites

Tableau 3.3.2 : Informations générales sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images qui en découle

Période de monitoring	Phase Test + Phase Opérationnelle	
Nombre de photos initiales	1.383.583	
Nombre d'évènements	437.223	
Nombre total de personnes identifiées	778.241	
Nombre de personnes par rafale	Moyenne	1,78
	Médiane	2
	Écart-type	1,5
	Minimum	0
	Maximum	30

Tableau 3.3.3 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images en phase « Test »

Site test	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Hermeton	Door01	04/04/2023	26/06/2023	83	1.784	893	886
Jambon	Door06	04/04/2023	21/06/2023	77	1.297	649	261
Ry de Rome	Door02	05/04/2023	22/06/2023	71	8.848	4.424	5.853
Pairées	Door05	03/04/2023	30/06/2023	89	5.168	2.584	2.070
Nisramont	Door07	02/04/2023	Volée	-	-	-	-

Tableau 3.3.4 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images en phase « opérationnelle »

Site	Lieu-dit	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Daverdisse	Droite	Patr07	30/06/2023	03/09/2024	435	28.365	9.502	21.395
	Gauche	Dark10	30/06/2023	03/09/2024	435	33.085	11.035	21.836
Fondry		Dark04	22/06/2023	04/09/2024	369	153.108	41.409	110.990
Furfooz		Patr05	30/06/2023	04/09/2024	432	50.202	15.716	26.320
Hautes - Fagnes	Botrange	Dark02	23/06/2023	06/09/2024	429	119.342	39.800	82.227
	Baraque Michel	Patr03	23/06/2023	01/08/2024	301	110.436	37.499	66.430
		Door05	01/08/2024	06/09/2024	36	16.149	5.383	9.046
	Helle amont	Dark08	23/06/2023	06/09/2024	433	39.194	11.060	19.541
	Helle aval	Deca02	23/06/2023	13/09/2023	82	4.119	4.119	1.348
		Patr08	13/09/2023	06/09/2024	357	34.098	8.474	15.199
Hermeton	Amont	Door03	26/06/2023	04/09/2024	438	15.673	5.225	6.653
	Aval	Door01	26/06/2023	20/02/2024	239	3.888	1.296	2.189
		Doex02	20/02/2024	04/09/2024	157	5.171	1.467	2.818
Herou	Ondes	Dark09	29/06/2023	05/09/2024	287	39.678	13.334	22.703
	Cheslé	Door18	29/06/2023	05/04/2024	281	10.359	3.453	7.202
		Darm05	05/04/2024	Volée	-	-	-	-
		Darm04	20/06/2024	05/09/2024	78	3.882	1.470	3.042
Jambon		Door06	21/06/2023	02/04/2024	278	2.399	800	822
		Dark12	02/04/2024	02/09/2024	158	6.188	1.536	1.641
Nisramont	Ouest	Dark03	29/06/2023	Volée	56	10.857	3.620	6.697
		Darm06	05/04/2024	05/09/2024	155	24.317	8.107	15.747
	Est	Door09	29/06/2023	05/04/2024	281	25.526	8.509	11.134
		Darm03	05/04/2024	05/09/2024	155	37.496	11.516	16.065
	Barrage	Patr06	29/06/2023	05/09/2024	414	86.837	29.366	39.439
Pairées		Door05	30/06/2023	27/03/2024	272	9.417	3.139	4.630
		Dark13	27/03/2024	03/09/2024	164	8.189	2.731	5.284
Rochehaut	Falloise	Patr02	21/06/2023	02/09/2024	363	88.316	25.736	45.009
	Laviot	Boly03	11/09/2023	02/04/2024	116	4.443	1.576	2.532
		Deca01	21/06/2023	11/09/2023	82	2.762	2.762	2.021
		Darm01	02/04/2024	02/09/2024	157	11.654	3.885	7.675
Ry de Rome		Door02	22/06/2023	04/09/2024	383	64.902	21.724	31.049
Saint Hubert	Bilaude	Dark05	28/06/2023	03/09/2024	437	56.909	17.770	23.659
	Masblette Amont	Dark06	28/06/2023	03/09/2024	163	7.344	2.090	2.960
	Masblette Aval	Door14	28/06/2023	27/03/2024	195	6.840	2.280	2.895
		Dark15	27/03/2024	03/09/2024	157	7.248	2.063	2.916
Solwa-ster	Sawe	Patr04	23/06/2023	06/09/2024	310	34.944	8.179	11.345
	Statte	Dark07	23/06/2023	06/09/2024	442	47.549	13.369	26.661
Songes		Door04	27/06/2023	04/04/2024	246	5.595	1.865	1.995
		Dark14	04/04/2024	02/09/2024	156	8.202	2.258	3.170

3.4 Relevés des capteurs Proximus

Le **Tableau 3.4.1** montre les données qui ont été récoltées par Proximus. Certains mois sont manquants car les données ne sont conservées en fait que deux mois sur la plateforme IoT. Elles n’ont pas été téléchargées par l’équipe Proximus, sauf lorsque cela a été demandé. On dispose toutefois de périodes assez longues pour faire des comparaisons.

Tableau 3.4.1 : Calendrier des installations des différents capteurs. Le capteur automatique n’a jamais produit de résultats car le panneau solaire a été volé.

	2023							2024							
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Eco-compteur (PIR)															
IM Building															
Sens Max (mm Wave)															
Site		Ry de Rome						Furfooz						Baraque Michel	Botrange Solwaster

Les données de l’*éco-compteur* se structurent en entrées et sorties par jour. Le nombre de visiteurs correspond à la somme des entrées et sorties par jour.

Les données IN et OUT du capteur *Sens Max* sont enregistrées par jour et le nombre de visiteurs correspond à leur somme.

Quant au capteur *IM bidirectionnel*, les capteurs A et B donnent le nombre de personnes détectées par heure. Le delta entre A et B est typique lorsqu’il y a d’autres entrées ou sorties à côté de l’endroit où le compteur est installé. Le nombre de visiteurs par jour est calculé par la somme des données du capteur A et B, puis en sommant les heures.

3.5 Test des caméras et autres capteurs

Les différents types de modèles de caméras ont été testés simultanément à divers endroits (**Tableau 3.5.1**), parfois en combinaison avec les différents capteurs proposés par Proximus lorsque les conditions de terrain le permettent (accès électrique, accès réseau pour la transmission, ...).

L’ensemble des différents capteurs et caméras ont été installés simultanément sur deux sites. Une première fois au barrage de Ry de Rome et deux fois à Furfooz. Les capteurs *éco-compteur*, *IM building* et *Sens Max* ont été placés à Furfooz au début de décembre 2023 (**Tableau 3.4.1**).

L’*éco-compteur* installé à Furfooz a cessé de fonctionner en janvier 2024. Les données du mois de décembre ont pu cependant être récupérées. Lors du relevé de la caméra de Furfooz, l’équipe de Gembloux a récupéré l’appareil et a constaté que sa batterie était déchargée. La maintenance par l’entreprise What The Shop n’a pas pu être effectuée, car leur fournisseur n’était plus en activité. Un nouvel *éco-compteur* a été prêté pour permettre le test sur trois nouveaux sites. Le suivi du monitoring a donc repris de fin juillet à début septembre. Les sites de Baraque Michel et de Botrange ont été sélectionnés en raison de leur forte fréquentation, tandis que le site de Solwaster Sawe a été choisi pour sa proximité avec les autres emplacements. L’*éco-compteur* a été installé aux côtés des différents modèles de caméras.

Tableau 3.5.1 : Informations sur les relevés caméras et résultats de l'analyse d'images pour les différents tests

Site test	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Hermeton	Boly03	19/05/2023	01/06/2023	13	368	184	225
	Dark01	19/05/2023	01/06/2023	13	460	252	366
	Patr01	19/05/2023	01/06/2023	13	569	285	363
	Door03	19/05/2023	01/06/2023	13	419	210	217
		04/04/2023	19/05/2023	18	912	319	321
		01/06/2023	26/06/2023	26			
	Door04	01/06/2023	26/06/2023	26	680	340	392
Ry de Rome	Boly03	15/06/2023	22/06/2023	8	960	320	426
	Dark04	15/06/2023	22/06/2023	8	1.818	395	691
	Door02	15/06/2023	22/06/2023	8	678	339	445
	Patr03	15/06/2023	22/06/2023	8	2.021	440	679
Furfooz	Boly04	20/10/2023	14/11/2023	26	2.295	772	2.178
	Dark01	20/10/2023	14/11/2023	26	3.098	836	2.456
	Door10	20/10/2023	14/11/2023	26	2.619	873	2.555
	Patr01	20/10/2023	14/11/2023	26	3.378	982	2.986
Pairees	Boly04	22/11/2023	31/01/2024	71	1.656	569	739
	Dark01	22/11/2023	31/01/2024	71	2.487	556	1.064
	Doex01	22/11/2023	31/01/2024	71	2.458	576	1.156
	Door10	22/11/2023	31/01/2024	71	1.629	543	864
	Patr01	22/11/2023	31/01/2024	71	2.325	630	1127
Furfooz	Boly04	20/02/2024	11/03/2024	6	192	68	118
	Dark01	20/02/2024	11/03/2024	20	1.700	567	1.108
	Doex01	20/02/2024	11/03/2024	20	1.808	603	1.161
	Door10	20/02/2024	11/03/2024	20	585	195	284
	Patr01	20/02/2024	11/03/2024	20	570	139	412
Ninglin-spo	Boly04	11/03/2024	04/04/2024	23	5.090	1.956	3.780
	Doex01	11/03/2024	04/04/2024	25	10.503	2.577	6.197
	Door10	11/03/2024	04/04/2024	25	7.521	2.507	5.785
	Patr01	11/03/2024	04/04/2024	25	9.165	2.851	10.224
Baraque Michel	Boly04	24/07/2024	01/08/2024	9	2.187	739	1.358
	Dark01	24/07/2024	01/08/2024	9	2.373	791	1.689
	Darm02	24/07/2024	01/08/2024	2	588	197	412
	Doex01	24/07/2024	01/08/2024	9	3.411	823	1.503
	Door10	24/07/2024	01/08/2024	9	2.577	859	1.598
	Patr01	24/07/2024	01/08/2024	9	3.726	802	1.692
Botrange	Boly04	01/08/2024	09/08/2024	9	2.641	1.063	1.651
	Dark01	01/08/2024	09/08/2024	9	2.791	931	2.035
	Darm02	01/08/2024	09/08/2024	9	2.778	926	1.762
	Doex01	01/08/2024	09/08/2024	9	2.799	933	2.070
	Door05	01/08/2024	09/08/2024	9	2.979	993	1.737
	Patr01	01/08/2024	09/08/2024	9	2.916	973	2.020
Solwaster Sawe	Boly04	09/08/2024	06/09/2024	16	1.743	730	996
	Dark01	09/08/2024	06/09/2024	29	4.816	1.095	1.822
	Darm02	09/08/2024	06/09/2024	29	2.715	905	1.624
	Doex01	09/08/2024	06/09/2024	29	5.702	1.214	1.807
	Door05	09/08/2024	06/09/2024	29	3.825	1.275	1.573
	Patr01	09/08/2024	06/09/2024	29	5.565	1.210	1.908

3.6 Comptages sur le terrain

Le comptage manuel sur le terrain vise à vérifier si les caméras détectent correctement toutes les personnes qui passent devant elles (voir §2.3). L'ensemble des données des étudiants ont été récoltées (**Tableau 3.6.1**), un encodage représente un événement et donc potentiellement plusieurs photos.

Tableau 3.6.1 : Nombre d'encodages réalisés et de personnes comptées par les étudiants

Site	Date	Nombre d'encodages	Total	Nombre de personnes comptées	Total
Fondry des chiens	07-05-24 AM	39	275	134	888
	08-05-24 PM	57		202	
	10-05-24 AM	71		224	
	11-05-24 AM	64		158	
	12-05-24 AM	44		170	
Furfooz	21-04-24 PM	8	184	32	362
	10-05-24 AM	6		9	
	11-05-24 PM	101		165	
	12-05-24 AM PM	69		156	
Nisramont (ouest)	07-05-24 PM	9	218	18	438
	08-05-24 PM	15		29	
	09-05-24 PM	78		151	
	10-05-24 PM	96		209	
	12-05-24 AM	20		31	
Rochehaut Falloises	06-05-24 PM	10	174	26	502
	07-05-24 AM	12		27	
	09-05-24 AM	52		168	
	11-05-24 AM	62		177	
	12-05-24 AM	38		104	
Ry de Rome	07-05-24 AM	17	175	36	365
	08-05-24 PM	20		35	
	09-05-24 PM	52		113	
	11-05-24 PM	53		111	
	12-05-24 PM	33		70	
Sentier des Songes	07-05-24 PM	3	26	7	63
	08-05-24 PM	3		6	
	09-05-24 PM	9		25	
	10-05-24 PM	11		25	
TOTAL		1.052		2.618	

3.7 Analyse visuelle des événements sur la plateforme AGRETA

L'un des enjeux majeurs du comptage avec les caméras est de limiter les double-comptages des mêmes personnes qui peut se produire quand les caméras ont un champ très large ou qu'elles sont placées assez parallèlement par rapport au cheminement.

Un échantillon de **9.500 photos** a été examiné par deux étudiantes, engagées pour une période de 30 heures chacune, afin de réaliser une évaluation visuelle des événements à l'aide d'une plateforme développée dans le cadre du projet AGRETA (**Figure 3.7.1 et 3.7.2**)¹². L'échantillon vise à représenter l'ensemble du jeu de données, incluant un maximum de combinaisons entre les modèles de caméra et les sites. La tâche des étudiantes consistait à identifier chaque événement, c'est-à-dire lorsqu'une personne ou un groupe de personnes passait devant la caméra, en rassemblant toutes les photos correspondant à cet événement et en précisant le nombre de personnes et certaines caractéristiques, telles que la possibilité d'un aller-retour. Ce jeu de données servira à valider la méthode d'agglomération des photos visant à correspondre aux événements.

Liste des photos à la date du 2018-07-14 2018 07 14

Requête SQL *

```
SELECT Images.ID_Images, Images.Directory, Images.Filename, Images.Date, Images.Annee, Images.Mois, Images.Jour, Images.Heure, Images.Minute, Images.Seconde, Images.Description, ID_Images, Validation, Description_Type, DescriptionNbr_personnes, DescriptionNbr_prefforts, DescriptionNbr_JL_inverses, DescriptionNbr_JL_casulites, DescriptionNbr_JL_pages, DescriptionNbr_JL
DescriptionAnimal, DescriptionVehicule, DescriptionCommentaire, DescriptionNbr_velos, DescriptionNbr_chiens, DescriptionNbr_vehicules, ImagesAutomatique, Images_PLCyclisme, Images_Libere, Images_dag, Images_harmonies, Images_meteorologie, Images_pendulion, Images_vetustite, Images_Fon, Images_cock_som, Images_Automatique_OK FROM
HF_PMI and Images.Annee = 2018 and Images.Mois = 07 and Images.Jour = 14 ORDER BY Images.Annee, Images.Mois, Images.Jour, Images.Heure, Images.Minute, Images.Seconde, Images.ID_Images
```

Photo	Selection	Code_cam	Date	Heure	Manuel	Pietons	Velos	Chiens	Autos	Chevaux	Auto OK	Automatique	Pietons	Velos	Chiens	Autos	Chevaux	Fichier
	☒	340720	HF_PMI	2018-7-14	10 h 49:23	Non	-	-	-	-	???	Auto	2	0	0	0	0	HF_PMI_2018-07-14_10-49-22.JPG
	☒	340726	HF_PMI	2018-7-14	10 h 49:23	Non	-	-	-	-	???	Auto	2	0	0	0	0	HF_PMI_2018-07-14_10-49-24.JPG
	☒	340732	HF_PMI	2018-7-14	10 h 49:33	Non	-	-	-	-	???	Auto	2	0	0	0	0	HF_PMI_2018-07-14_10-49-34.JPG
	☒	340738	HF_PMI	2018-7-14	10 h 49:33	Non	-	-	-	-	???	Auto	2	0	0	0	0	HF_PMI_2018-07-14_10-49-34_02.JPG
	☐	340744	HF_PMI	2018-7-14	11 h 17:12	Non	-	-	-	-	???	Auto	1	0	0	0	0	HF_PMI_2018-07-14_11-17-12.JPG

Figure 3.7.1 : Exemple de l'interface développée dans le projet AGRETA pour identifier les photos qui font partie d'un même événement, c'est-à-dire que ce sont les mêmes personnes qui sont passées devant la caméra. Dans le cas présent, les quatre premières photos sont sélectionnées (Source : AGRETA).

¹² Développée par Marc Dufrene sous la forme d'une BD MySQL et d'un interface web développé en PERL. Il permet de visualiser les photos d'une journée pour un site, d'identifier une série de photos qui représentent un événement unique avec les mêmes personnes (Figure 3.7.1) et de caractériser les nombres de visiteurs (Figure 3.7.2).

Description des photos sélectionnées à la date du 2018-07-14



Type de photo :

- ☒ Non défini
- ☐ Photo vide
- ☐ A supprimer
- ☐ Personnes faisant différents activités
- ☐ Animaux sauvages ou domestiques
- ☐ Véhicules divers (sauf vélos)

Nombre total de personnes : (un nombre)

Nombre total de vélo : (un nombre)

Nombre total de chiens : (un nombre)

Nombre total de chevaux : (un nombre)

Nombre total de véhicules : (un nombre)

Nombre d'enfants (< 15 ans) : (un nombre)

Hommes : Jeunes (15-25 ans):

Adultes (25-55 ans): Adultes (25-55 ans):

Agés (>55 ans): Agés (>55 ans):

Type d'activités :

- ☒ Non défini
- ☐ Promenade
- ☒ Randonnée un jour (bottines, bâtons, ...)
- ☐ Randonnée itinérante (gros sacs à dos)
- ☐ Scoutisme
- ☐ Jogging, courses à pied, ...
- ☐ VTT
- ☐ Chasse ☐ Pêche
- ☐ Professionnel
- ☐ Naturaliste, photographe, ...
- ☐ Jeux aquatiques

Direction de mouvement :

- ☐ Non défini
- ☐ Vers le haut ou la gauche de la photo
- ☒ Vers le bas ou la droite de la photo
- ☐ Aller-Retour ☐ Personne(s) à l'arrêt pendant plus de 30 secondes

Animaux domestiques ou sauvages :

- ☒ Non défini
- ☐ Chien en laisse
- ☐ Chien libre
- ☐ Chevreuil
- ☐ Cerf
- ☐ Sanglier
- ☐ Renard
- ☐ Autres

Figure 3.7.2 : Les photos sélectionnées comme appartenant à un évènement sont ensuite décrites pour servir de base de comparaison avec le traitement automatique des évènements. Cela permet d'identifier le plus correctement possible l'intervalle de temps nécessaire entre deux rafales pour qualifier un évènement distinct. Dans le cas présent, vu la disposition tout à fait parallèle à l'axe du sentier, il est nécessaire de compter au moins 10 secondes (Source : AGRETA).

Partie 4. Rapport d'analyses des tests des différentes caméras et des autres senseurs

4.1 Analyse des données caméra

Pour évaluer la fréquentation touristique quotidienne de chaque site à l'aide des caméras, il est nécessaire de valider le processus de calcul de cette fréquentation. Ensuite, les effets des aspects technologiques sur la mesure de la fréquentation sont analysés afin d'identifier d'éventuels biais systématiques. Les analyses se réalisent sur les logiciels statistiques SAS et R.

4.1.1 Analyse des images

Chaque photo dispose d'informations telles que la localisation, la date et l'heure précise de la prise de vue, ainsi que le nombre de personnes, de vélos, de chiens et d'autres catégories d'objets détectés par l'intelligence artificielle.

Cette section évalue l'efficacité de l'intelligence artificielle à travers un comptage sur un échantillon et détaille la méthode utilisée pour calculer et valider le nombre de personnes présentes lors de chaque événement.

A) Performance de l'intelligence artificielle (IA)

L'intelligence artificielle fournit un nombre de personnes présentes sur chaque photo. Sa validité est vérifiée dans le cadre de ce projet par une analyse des données de la phase test.

La classification de l'IA a été comparée à celle issue d'un comptage manuel à l'aide de matrices de confusion, d'abord sur les **photos individuelles**, puis sur base des **données agglomérées lors de l'analyse d'images**. L'objectif est multiple : valider la classification des différents objets, en particulier celle des personnes ; vérifier le dénombrement des groupes de personnes par l'IA ; et évaluer si les éventuelles différences peuvent impacter le résultat final en utilisant les résultats de l'agglomération des rafales.

Les comptages manuels consistent à compter le nombre de personnes visibles sur chaque photo de manière manuelle dans un fichier Excel. Le comptage manuel a été effectué sur un échantillonnage aléatoire des 5 caméras placées en phase test. Cet échantillonnage consiste à choisir aléatoirement 6 jours sur les 86 qui séparent le 5 avril et le 30 juin. Il s'agit du 11 avril, 12 mai, 14 mai, 26 mai, 30 mai et 6 juin. Le nombre de photos composant l'échantillon est de **1 355**.

Une première matrice de confusion repose sur la typologie des différents objets reconnus par l'IA (**Tableau 4.1.1**). L'IA reconnaît plusieurs classes d'objets sur une même photo et peut en dénombrer le nombre. Pour créer la matrice de confusion, des classes supplémentaires ont été ajoutées pour chaque combinaison d'objets détectée. Par exemple, un cycliste, identifié comme une « personne » et un « vélo » dans le fichier original, est représenté comme « personne + vélo » dans la matrice de confusion. Cela permet de vérifier que l'IA a bien reconnu

les deux catégories d'objets sur la photo et pas seulement la personne. La colonne % du tableau correspond à la proportion, en pourcentage, d'objets de la classe attendue qui a bien été classée dans la classe prédite. Par exemple, **430 sur 455 personnes** (sans vélo, chien ou sac à dos) ont été classées comme telle par l'IA et 6 n'ont pas été détectées, ce qui correspond à **94,5% de réussite**. Ou encore, aucune personne portant un sac à dos n'a été reconnue, celles-ci ayant pratiquement toutes été classées en personnes, ce qui donne 0% de réussite sur les 84 personnes identifiées manuellement.

En analysant la matrice du **Tableau 4.1.1**, on peut observer que quasi toutes les personnes sont reconnues par l'IA et sont bien classées. La majorité des personnes à vélo ont bien été identifiées comme telle (80%). Les « sacs » et « parapluies » ne sont pas détectés. Concernant les animaux, l'entière des chiens ont été mal classés et certains n'ont pas été détectés. Ils sont étonnamment classés en « chat ». Pour être totalement adapté au contexte wallon, il faudrait que l'IA puisse identifier quelques classes d'animaux supplémentaires : « gibier », « sanglier », « renard ».

Tableau 4.1.1 : Matrice de confusion de la classification de chaque image par l'intelligence artificielle comparé à la classification manuelle (attendue)

														Classes prédites	
Classes attendues		vélo	voiture	chat	chien	motorcycle	personne + sac à dos	personne + vélo	personne + chat	personne + cheval	personne	personne + mouton	rien	Somme	%
	sac à dos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
	vélo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	50
	oiseau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
	voiture	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	50
	chien	0	0	22	0	0	0	0	1	0	0	0	16	39	0
	gibier	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	0
	personne + sac à dos	0	0	0	0	0	0	2	0	0	81	0	1	84	0
	personne + vélo	6	0	0	0	3	0	136	0	0	13	0	11	169	80,5
	personne + chien	0	0	0	0	0	5	0	27	2	14	1	1	50	0
	personne	0	0	0	0	0	19	0	0	0	430	0	6	455	94,5
	personne + parapluie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0
	renard	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0
	rien	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	499	502	99,4
	sanglier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
	Somme	12	3	31	0	3	24	139	28	2	542	1	570		
%	41,7	100	0	0	0	0	97,8	0	0	79,3	0	87,5			

Si on fusionne les différentes classifications des **personnes** (**Tableau 4.1.2**) qu'elles soient avec un vélo, un chien, un sac ou un parapluie, le pourcentage de classification réussie revient à **96%**. En outre, plus de **99%** des personnes classées comme telle par l'IA sont bien des personnes.

Tableau 4.1.2 : Synthèse de la matrice de confusion de la classification de chaque image par l'intelligence artificielle (classes prédites) comparé à la classification manuelle (classes attendues)

Classes attendues	Classes prédites		Somme	%
	personnes	autre		
	personnes	734	28	762
	autre	0	593	593
	Somme	734	621	
	%	99,9	95,5	

Si on utilise cette fois la synthèse des rafales de 3 photos (voir §4.1.1.B), le **Tableau 4.1.3** montre une amélioration légère des résultats avec une classification réussie de **96,5%** et **100%** de personnes classées par l'IA étant réellement des personnes.

Tableau 4.1.3 : Matrice de confusion de la classification de chaque rafale par l'intelligence artificielle comparé à la classification manuelle (attendue)

Classes attendues	Classes prédites		Somme	%
	personnes	autre		
	personnes	389	16	405
	autre	0	270	270
	Somme	389	286	
	%	100	94,41	

Ces taux de précision sont très similaires à ceux obtenus lors du projet AGRETA (97% - [Breyne et al. 2021](#)). Sur une très faible proportion des images, l'IA n'a pas détecté des objets alors qu'on les identifie manuellement. Après vérification, il s'avère que les personnes non détectées étaient soit cachées par des arbres, soit de dos, soit dans l'obscurité ou seulement partiellement visible. Ce problème n'a pas d'incidence significative sur les résultats futurs car le nombre de personnes analysé est déterminé par le maximum présent sur une rafale de trois photos et que les erreurs restent rares.

Une seconde matrice de confusion repose sur la taille des groupes (i.e. le nombre de personnes apparaissant sur une même photo) afin de vérifier la qualité de recensement de la taille des groupes par l'IA (**Tableau 4.1.4**). L'IA arrive à percevoir les groupes mais a tendance à détecter une taille inférieure à la réalité. La **Figure 4.1.1** montre que le nombre de personnes comptabilisé par l'IA se rapproche du nombre de personnes comptabilisé manuellement après l'agrégation des rafales par le maximum du nombre de personnes avec une corrélation quasi parfaite.

On peut donc considérer que l'IA réalise un travail de comptage très performant quel que soit le modèle de caméra et permet d'analyser des jeux d'images de manière rapide en donnant une estimation du nombre de personnes très fiable.

Tableau 4.1.4 : Matrice de confusion sur la classification du nombre de personnes présentes sur une image par l'intelligence artificielle comparé au comptage manuel

Nombre de personnes comptées manuellement	Nombre de personnes comptées par l'IA								Somme	%
	0	1	2	3	4	7	8			
	0	591	2	0	0	0	0	0	593	100
	1	28	441	4	0	0	0	0	473	93
	2	0	29	221	5	0	0	0	255	87
	3	0	0	1	26	0	0	0	27	96
	4	0	0	0	2	3	0	0	5	60
	9	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Somme	619	472	226	33	3	1	1		
%	95	93	98	79	100	0	0			

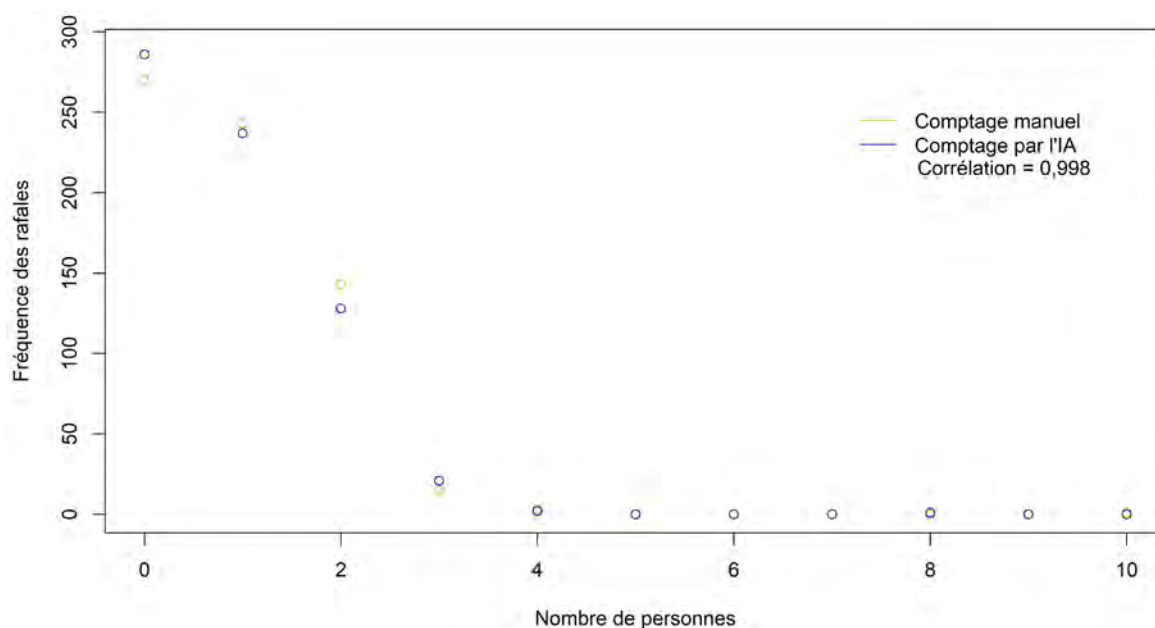


Figure 4.1.1 : Fréquence du nombre de personnes comptabilisé après agrégation des rafales pour l'échantillon test

B) Détermination des évènements

Pour rappel, chaque détection déclenche une rafale de trois photos pour assurer une photo de qualité permettant l'identification de l'objet. De plus, l'intervalle de temps minimum entre deux détections est mécaniquement fixé à 5 secondes sur les caméras. Les caméras sont placées de manière à ce qu'un objet ne soit détecté qu'une seule fois lors de son passage dans le champ de vision. Cependant, en fonction du champ de vision et du type de caméra, l'intervalle de temps est défini à 10 secondes. Enfin, la plupart des modèles de caméras encodent chaque rafale en une seule seconde, mais il peut y avoir un décalage de deux secondes avec la première ou la dernière photo. Le modèle de base Bolycam prend automatiquement deux secondes entre chaque photo d'une rafale.

Le but est d'obtenir le nombre de personnes présentes lors de chaque évènement sur la base des photos d'une ou de plusieurs rafales successives (**Figure 4.1.2**).

On calcule la différence de temps entre deux photos pour définir un évènement. A priori, vu l'utilisation de rafales, on utilise le **maximum** de personnes détectées dans un laps de temps inférieur ou égal à 2 secondes. Toutefois, en fonction du modèle ou du champ de vision, cet intervalle de 2 secondes n'est pas suffisant. Par exemple, pour certaines caméras, une agrégation par le maximum des photos prises à 10 secondes d'intervalle est effectuée. Pour détecter ces doublons, chaque dossier de photos pour les différents sites a été examiné. Pour chaque modèle de caméra et pour chaque site, le champ de vision (large/étroit), l'intervalle de temps entre deux rafales et la possibilité de doublons ont été observés pour définir le temps de latence idéal pour définir un évènement unique. Par conséquent, un évènement peut rassembler deux détections successives par l'agglomération des rafales.

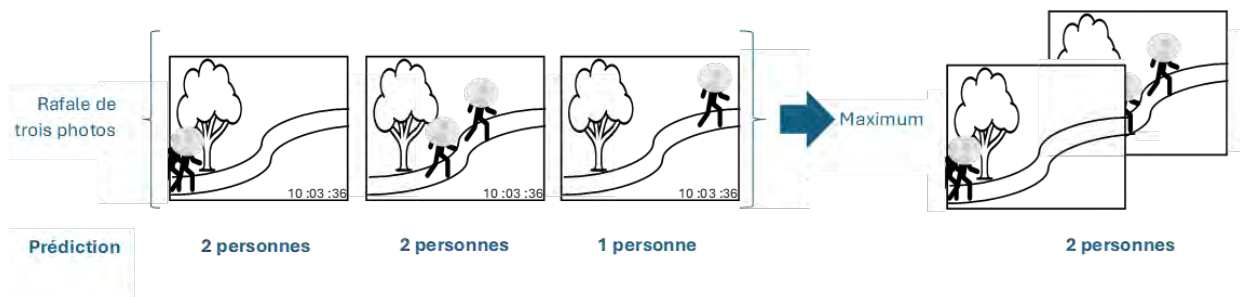


Figure 4.1.2 : Illustration de l'agglomération des images d'une même rafale (i.e. un évènement de détection) par le maximum de personnes

Les événements ainsi identifiés ont été validés de manière rétrospective grâce à une analyse visuelle sur la plateforme AGRETA (voir §3.7). Pour comparer les deux ensembles de données — (1) celui provenant de la méthode d'agglomération mentionnée précédemment et (2) celui résultant de l'analyse visuelle —, le critère retenu a été le **nombre de personnes détectées par heure**. Étant donné que ces ensembles présentent des écarts en termes de nombre d'événements et ne sont pas directement alignés, une comparaison événement par événement s'est révélée complexe. L'utilisation de l'heure comme unité de mesure va lisser les variations dues aux différences dans la détection des événements, atténuant ainsi l'impact des erreurs isolées. Cette approche reste pertinente, puisque la fréquentation touristique sera finalement estimée à une échelle journalière.

Dans un premier temps, une **comparaison directe des événements** a été effectuée en calculant la différence horaire du nombre de personnes détectées entre les deux jeux de données (Validation – Test). La précision globale des détections a été évaluée à l'aide de **l'erreur absolue moyenne** (Mean Absolute Error, MAE) et de **l'erreur quadratique moyenne** (Root Mean Squared Error, RMSE).

Ensuite, la **performance de la méthode** a été analysée en examinant les faux positifs et les faux négatifs. Les faux positifs correspondent aux événements détectés par la méthode d'agglomération mais absents lors de la validation manuelle. Les faux négatifs sont, quant à eux, les événements non détectés par la méthode mais identifiés par la validation. Ces deux paramètres permettent de calculer la **précision** et le **rappel** de la méthode d'agglomération : la précision évalue la capacité du modèle à éviter les faux positifs, tandis que le rappel mesure sa capacité à identifier tous les vrais événements. L'indicateur **F1** rassemble ces deux

paramètres et évalue à la fois la capacité à identifier correctement les vrais événements et la capacité à éviter les faux événements.

$$\text{Précision} = \text{Vrais Positifs} / (\text{Vrais Positifs} + \text{Faux Positifs})$$

$$\text{Rappel} = \text{Vrais Positifs} / (\text{Vrais Positifs} + \text{Faux Négatifs})$$

$$\text{F1} = 2 * (\text{Précision} * \text{Rappel}) / (\text{Précision} + \text{Rappel})$$

La comparaison directe et l'évaluation des performances ont été effectuées globalement, ainsi que par modèles de caméra et par site (**Tableaux 4.1.5 et 4.1.6**).

Globalement, la méthode d'agglomération des événements se révèle assez efficace, avec une estimation correcte du nombre de personnes par heure. En effet, la moyenne des différences est proche de zéro (-0,13), indiquant une très légère surestimation du nombre de personnes par cette méthode. Les erreurs observées sont généralement faibles ou proches de zéro, avec un équilibre entre les surestimations et les sous-estimations. En termes de performance, la méthode d'agglomération se montre capable d'éviter la génération de faux événements et de détecter la plupart des événements réels (**Figure 4.1.3**).

Le **Tableau 4.1.5** révèle des tendances spécifiques selon l'emplacement des caméras plutôt que selon le modèle utilisé. Cela suggère que la méthode d'agglomération a permis dans l'ensemble de bien prendre en compte de manière efficace les caractéristiques des modèles et de gérer les doubles rafales éventuelles associés aux champs de détection plus larges. Concernant le rappel, celui-ci est plus faible pour les caméras Door, indiquant que la méthode d'agglomération a une capacité réduite à identifier tous les événements réels pour ce type de caméra. Cependant, les faibles valeurs du RMSE (Root Mean Squared Error) suggèrent que les erreurs restent modérées. Quant à la précision, elle est également moins bonne pour les caméras Door extra, signifiant que la méthode d'agglomération produit parfois de faux événements pour ce modèle.

Une caméra du modèle Dark Ops, située dans les Hautes Fagnes et identifiée par le numéro 2, a enregistré une différence positive importante pendant une heure (216 personnes comptées à la place de 106). Cette surestimation du nombre de visiteurs s'explique par un stationnement prolongé de personnes devant la caméra (**Figure 4.1.4**). Bien que cette donnée ait été exclue des résultats, car elle ne permettait pas de valider le bon fonctionnement de la méthode d'agrégation, elle souligne un problème inhérent à la technique de suivi par caméra : le stationnement prolongé. Ce problème ne peut être résolu qu'en choisissant un emplacement stratégique conçu pour minimiser ce type de situation, mais il est difficile d'anticiper les comportements des visiteurs.

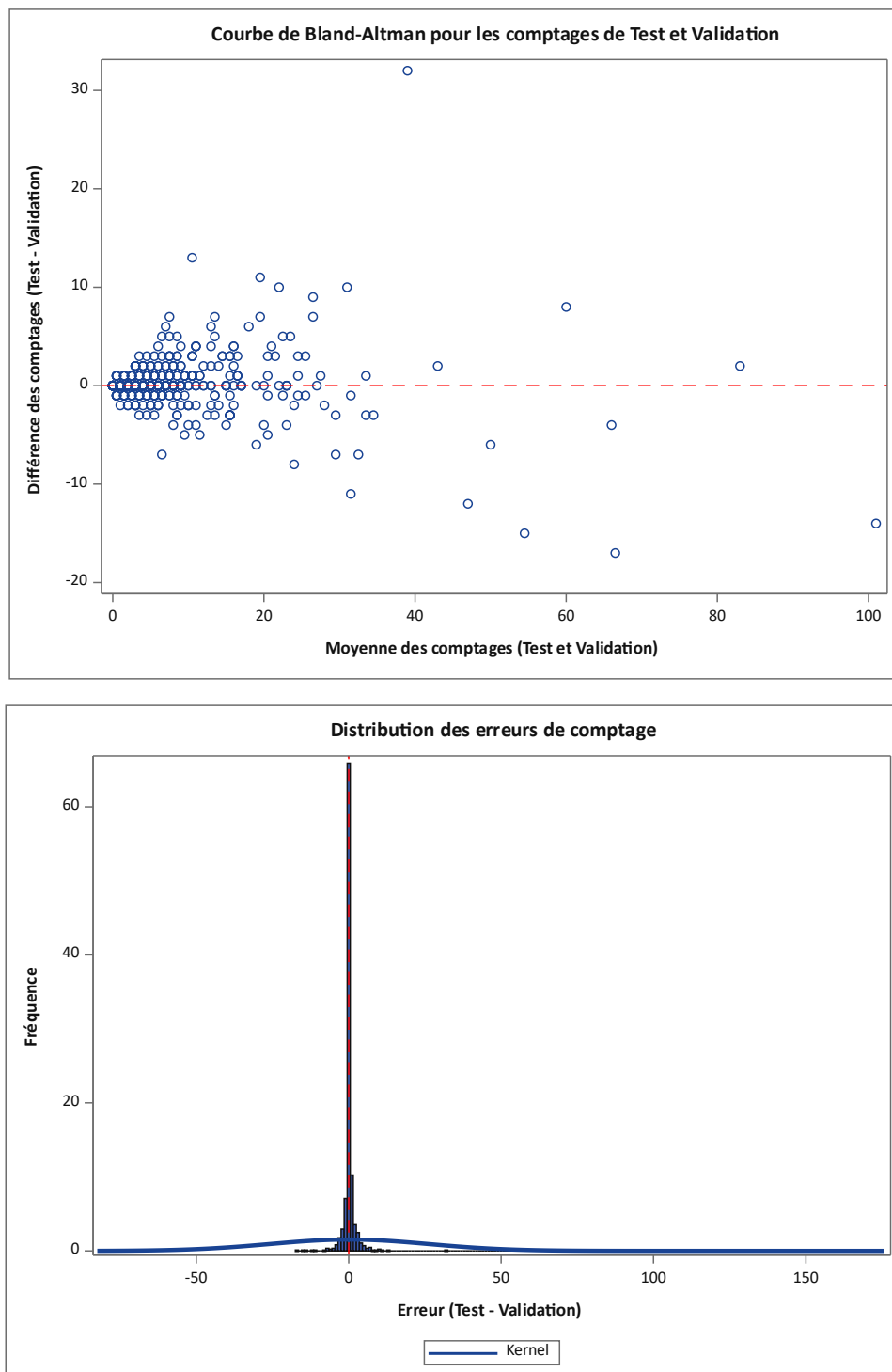


Figure 4.1.3 : En haut, différences de comptages du nombre de personnes par heure selon la méthode d'agglomération des photos et selon la validation visuelle, pour l'ensemble des données qui ont été validées. En bas, on observe la fréquence de distribution des erreurs qui dominent pour les valeurs proches de zéro.

Tableau 4.1.5 : Résultats de la comparaison directe des différences entre le jeu de données de validation et test.
Les résultats sont présentés au niveau global, par site et par modèle de caméra, et sont classés par ordre croissant de moyenne des différences.

		MAE	RMSE	Moyenne des différences (Nbre personnes / heure)	Nbre de personnes/h détectées en moyenne par la validation	Nbre total de personnes/h détectées par la validation
Global		0,98	4,41	-0,26	5,8	4.945
Site	Dark02_HautesFagnes_A	8,71	29,43	-7,86	17,5	245
	Patr05_Furfooz_A	3,00	4,01	-2,78	14,1	127
	Doex01_Botrange_test	1,60	2,10	-1,60	13,2	66
	Dark10_Daverdisse_B	1,35	3,32	-1,35	5,9	101
	Dark12_Jambon_A	1,19	3,13	-1,19	2,5	67
	Darm01_Rochehaut_B	1,59	2,10	-1,00	6,7	114
	Dark09_Herou_A	0,83	2,12	-0,83	4,8	111
	Patr08_HautesFagnes_D	0,93	2,36	-0,78	3,6	96
	Dark04_Fondry_A	1,92	2,99	-0,75	17,2	206
	Door01_Hermeton_B	1,06	4,25	-0,71	3,6	229
	Darm03_Nisramont_B	1,00	1,51	-0,64	6,5	72
	Patr06_Nisramont_C	0,56	0,88	-0,56	4,9	88
	Doex01_Pairees_test	0,52	1,00	-0,45	3,6	108
	Dark13_Pairees_A	0,48	1,20	-0,41	4,4	129
	Patr01_Pairees_test	0,64	1,29	-0,39	3,1	101
	Boly03_Rochehaut_B	0,38	1,14	-0,29	4,1	99
	Patr07_Daverdisse_A	0,52	1,34	-0,28	5,8	144
	Door06_Jambon_A	0,64	1,22	-0,21	2,4	66
	Door02_RyRome_A	0,25	0,59	-0,15	5,3	105
	Boly04_Pairees_test	0,49	1,21	-0,03	2,5	89
	Dark01_Pairees_test	0,50	1,04	0,00	3,5	109
	Darm04_Herou_B	2,00	2,00	0,00	49,5	99
	Dark06_SaintHubert_B	0,41	1,04	0,02	3,1	175
	Door10_Pairees_test	0,25	0,63	0,04	3,4	96
	Dark15_SaintHubert_C	0,30	0,63	0,04	4,3	104
	Door14_SaintHubert_C	0,25	0,68	0,18	4,1	114
	Door09_Nisramont_B	0,50	1,04	0,21	9,1	128
	Door05_Pairees_A	0,62	1,29	0,24	5,7	120
	Dark14_Songes_A	0,63	1,24	0,29	3,2	77
	Door03_Hermeton_A	0,74	1,59	0,30	3,3	90
	Door04_Songes_A	0,45	1,10	0,31	4,2	122
	Door18_Herou_B	0,78	1,64	0,43	8,0	185
	Dark05_SaintHubert_A	1,04	1,94	0,44	7,1	200
	Dark08_HautesFagnes_C	1,20	2,97	0,70	11,1	222
	Patr04_Solwaster_A	1,00	1,48	0,73	7,3	109
	Patr03_HautesFagnes_B	2,88	3,69	2,63	24,1	193
	Dark07_Solwaster_B	5,00	8,10	4,33	38,7	116
	Patr02_Rochehaut_A	7,00	8,76	4,45	26,9	323
Modèle de caméra	Dark Ops Micro	1,40	1,90	-0,80	9,5	285
	Door extra	0,68	1,22	-0,62	5,0	174
	Dark Ops	1,19	6,71	-0,52	6,0	1.862
	Bolycam	0,44	1,18	-0,14	3,2	188
	Door	0,62	2,25	-0,05	4,5	1.255
	Patriot	1,45	3,09	0,03	8,0	1.181

Tableau 4.1.6 : Résultats des performances de la méthode d'agglomération entre le jeu de données de validation et test.

		Vrais +	Faux +	Faux -	Vrais -	Préc- ision	Rappel	F1
Global		781	5	7	55	0,99	0,99	0,99
Site	Dark02_HautesFagnes_A	14	0	0	0	1	1	1
	Patr05_Furfooz_A	9	0	0	0	1	1	1
	Doex01_Botrange_test	5	0	0	0	1	1	1
	Dark10_Daverdisse_B	17	0	0	0	1	1	1
	Dark12_Jambon_A	24	0	0	2	1	1	1
	Darm01_Rochehaut_B	17	0	0	0	1	1	1
	Dark09_Herou_A	22	0	0	1	1	1	1
	Patr08_HautesFagnes_D	26	0	0	1	1	1	1
	Dark04_Fondry_A	12	0	0	0	1	1	1
	Door01_Hermeton_B	59	0	1	3	1	0,98	0,99
	Darm03_Nisramont_B	11	0	0	0	1	1	1
	Patr06_Nisramont_C	17	1	0	0	0,94	1	0,97
	Doex01_Pairees_test	26	1	0	2	0,96	1	0,98
	Dark13_Pairees_A	28	0	0	1	1	1	1
	Patr01_Pairees_test	26	1	0	6	0,96	1	0,98
	Boly03_Rochehaut_B	22	0	0	2	1	1	1
	Patr07_Daverdisse_A	25	0	0	0	1	1	1
	Door06_Jambon_A	23	0	2	3	1	0,92	0,96
	Door02_RyRome_A	19	0	0	1	1	1	1
	Boly04_Pairees_test	25	0	0	10	1	1	1
	Dark01_Pairees_test	19	0	0	5	1	1	1
	Darm04_Herou_B	2	0	0	0	1	1	1
	Dark06_SaintHubert_B	53	0	0	3	1	1	1
	Door10_Pairees_test	25	0	0	3	1	1	1
	Dark15_SaintHubert_C	19	1	0	3	0,95	1	0,97
	Door14_SaintHubert_C	28	0	0	0	1	1	1
	Door09_Nisramont_B	14	0	0	0	1	1	1
	Door05_Pairees_A	18	0	0	3	1	1	1
	Dark14_Songes_A	21	0	2	1	1	0,91	0,95
	Door03_Hermeton_A	26	0	1	0	1	0,96	0,98
	Door04_Songes_A	25	0	1	3	1	0,96	0,98
	Door18_Herou_B	22	0	0	1	1	1	1
	Dark05_SaintHubert_A	25	1	0	1	0,96	1	0,98
	Dark08_HautesFagnes_C	20	0	0	0	1	1	1
	Patr04_Solwaster_A	15	0	0	0	1	1	1
	Patr03_HautesFagnes_B	8	0	0	0	1	1	1
	Dark07_Solwaster_B	3	0	0	0	1	1	1
	Patr02_Rochehaut_A	11	0	0	0	1	1	1
Modèle de caméra	Dark Ops Micro	30	0	0	0	1	1	1
	Door extra	31	1	0	2	0,97	1	0,98
	Dark Ops	277	2	2	17	0,99	0,99	0,99
	Bolycam	47	0	0	12	1	1	1
	Door	259	0	5	17	1	0,98	0,99
	Patriot	137	2	0	7	0,99	1	0,99

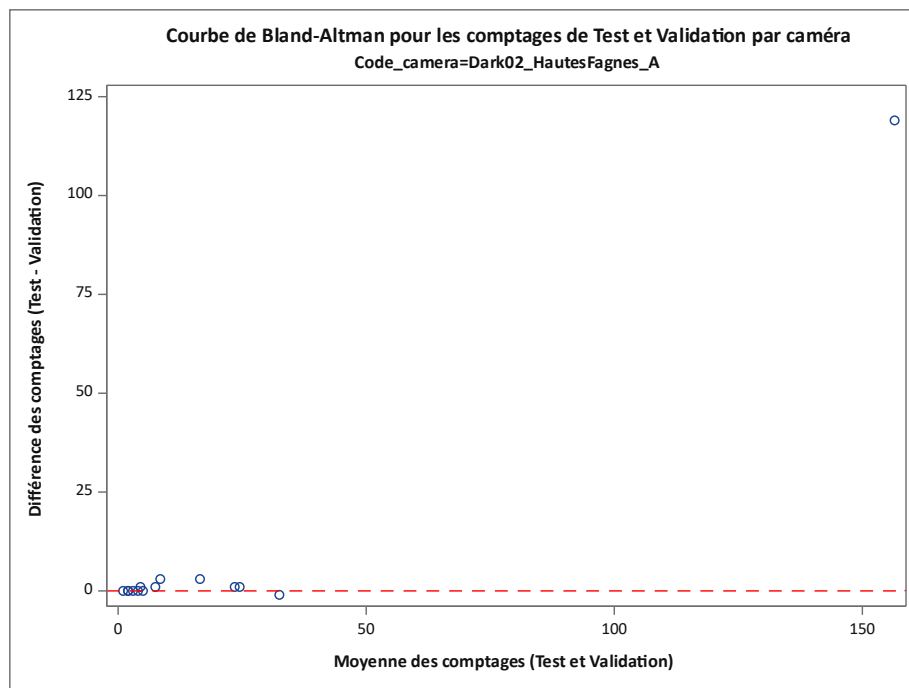


Figure 4.1.4 : Différences de comptages du nombre de personnes par heure selon la méthode d’agglomération des photos et selon la validation visuelle, pour la caméra Dark Ops 2. On observe une grande différence pour une observation qui s’explique par la stagnation des personnes devant la caméra.

C) Calcul de la fréquentation touristique

Le nombre de personnes par jour est calculé pour chaque combinaison de site, lieu-dit et modèle de caméras. Il est également possible de calculer le nombre de personnes par heure de la même manière.

4.1.2 Analyse de la fréquentation

L'objectif de cette section est d'évaluer l'efficacité de détection des caméras sur le terrain en comparant les résultats avec ceux du comptage manuel, et d'analyser les variations de fréquentation enregistrées par les différents modèles de caméras.

A) Influence du nombre de rafales par jour sur le nombre de personnes par jour

Pour l'ensemble des données recueillies, il existe une **corrélation relativement élevée (0,91)** entre le nombre de personnes par jour et le nombre de rafales effectuées pour les compter.

Cette forte corrélation s'explique par la précision des caméras, qui détectent bien les individus et non des éléments tels que de la végétation en mouvement, ainsi que par le fait que les personnes ne passent pas devant les caméras en grands groupes.

Il existe quand même des disparités au sein des sites, en témoigne les **Figures 4.1.5** et **4.1.6**. La faible corrélation entre le nombre de personnes identifiés par l'IA et le nombre d'événements de détection (i.e. rafale) s'explique probablement par le fait que la caméra a été plus sensible aux mouvements de végétation, donnant 1.141 photos « vides » sur 2.584 lors de la phase test.

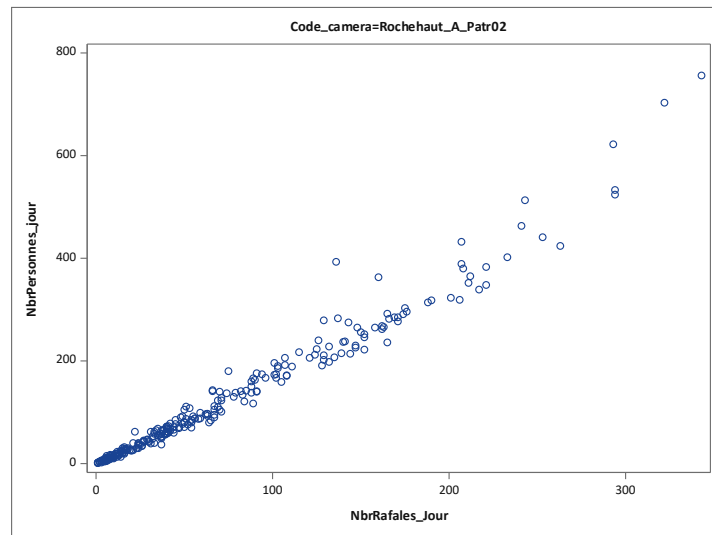


Figure 4.1.5 : *Corrélation entre le nombre de personnes par jour et le nombre de rafales par jour, pour la caméra posée à Rochehaut Falloises*

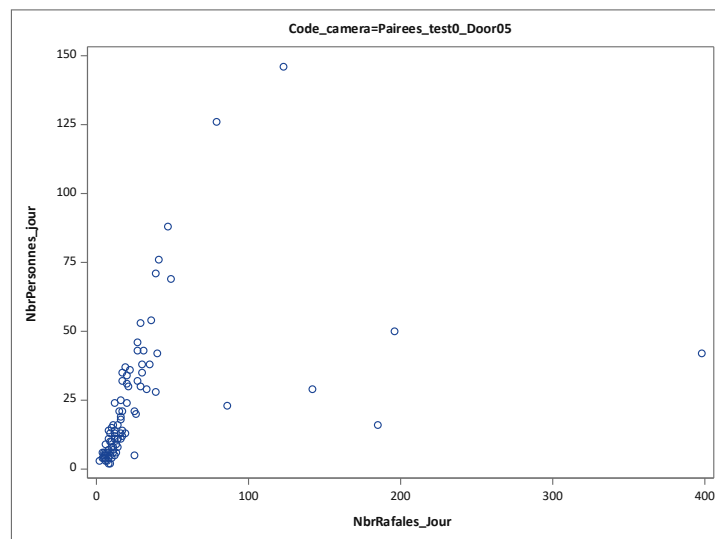


Figure 4.1.6 : *Corrélation entre le nombre de personnes par jour et le nombre de rafales par jour, pour la caméra posée à Pairées lors de la phase test*

L'intérêt de l'IA est donc de permettre d'analyser automatiquement le contenu des photos plutôt que de faire une extrapolation du nombre de visiteurs à partir du nombre de photos et d'un sondage pour définir une relation comme cela se fait dans d'autres études.

B) Influence des modèles de caméras sur le nombre de personnes par jour

a. Tests simultanés des modèles de caméra

Pour rappel, différents tests incluant divers modèles de caméras ont eu lieu durant toute la durée du projet (**Figure 4.1.7**). Ceux-ci permettent d'évaluer l'influence éventuelle des modèles de caméras sur la détermination de la fréquentation touristique.



Figure 4.1.7 : Calendrier des tests des différents modèles de caméra

Pour évaluer l'influence potentielle des différents modèles de caméras, des tests appariés au sein de chaque site ont été effectués.

Le test apparié est utilisé pour déterminer s'il existe des différences dans le **nombre de personnes détectées par jour** entre les différents modèles de caméras, étant donné que chaque modèle observe la même population aux mêmes moments. Ce test est particulièrement approprié car il permet de contrôler la variabilité entre les jours et de se concentrer spécifiquement sur les différences directes entre les mesures de chaque caméra pour chaque jour, rendant ainsi les différences plus apparentes et statistiquement significatives. Lors d'une analyse ANOVA tenant compte des effets du site et du modèle de caméra, l'effet du site s'était révélé être très significatif, avec une valeur F plus de dix fois supérieure à celle de l'effet des caméras.

En pratique, pour le test apparié, si les conditions de normalité et d'égalité des variances sont satisfaites, le test paramétrique de **Student** sera utilisé. Dans le cas contraire, des tests non paramétriques seront appliqués : le test de **Wilcoxon-Mann-Whitney** sera utilisé si les distributions ne sont pas normales, et le test de **Welch** sera choisi si les distributions sont normales mais présentent des variances inégales (exemple sur la **Figure 4.1.8**).

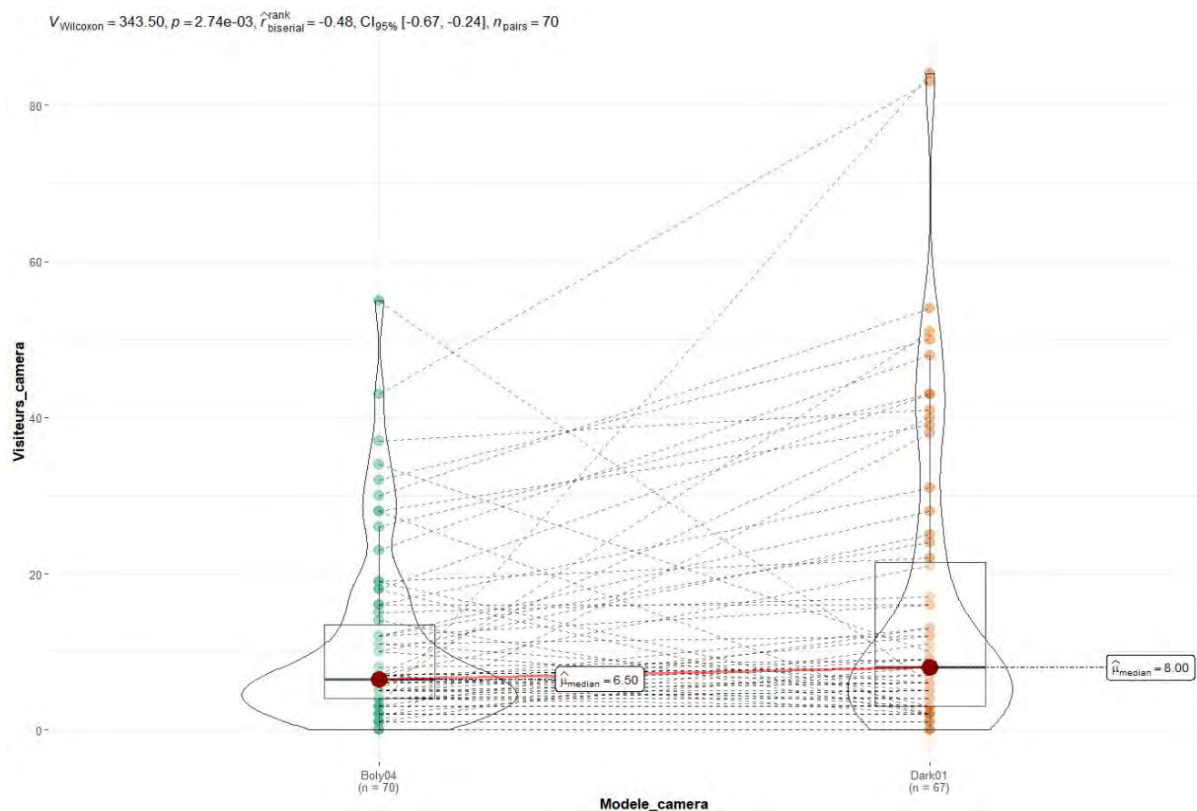


Figure 4.1.8 : Exemple d'un test de Wilcoxon réalisé pour comparer les comptages de la caméra Boly04 et de la Dark01. Le test est largement significatif avec la Dark01 bien plus régulièrement efficace que la Boly04.

Pour les sites de Baraque Michel, le modèle Dark Ops micro a été exclu de l'analyse, tandis que pour le site de Solwaster, seuls les jours où tous les modèles de caméras étaient opérationnels ont été pris en compte.

Les tableaux provenant des tests appariés doivent être interprétés ligne par ligne. Le rapport des moyennes de chaque modèle en colonne est calculé par rapport au modèle de référence indiqué sur la ligne correspondante. Par exemple, le rapport entre la Boly et la Dark Ops dans le **Tableau 4.1.7** est de « -63% », ce qui provient du calcul suivant : $((17 - 28) / 28) * 100$. Cette valeur indique une différence notable : la Boly a détecté en moyenne plus de la moitié moins de personnes par jour que la Dark Ops. De plus, la différence de mesure jour après jour entre ces modèles est très significative (**). Une absence de significativité indique que le nombre de personnes détectées jour après jour n'est pas sensiblement différent. Les corrélations du nombre de personnes détectées quotidiennement par les différents modèles de caméra sont également indiquées dans les tableaux, en diagonale des résultats des tests appariés.

Lors des premiers tests réalisés à Hermeton et au Ry de Rome, des différences de mesure claires apparaissent entre les modèles Dark Ops et Patriot d'une part, et les modèles Bolycam et Door d'autre part (**Tableaux 4.1.7 et 4.1.8**). Les résultats montrent des différences significatives entre ces deux groupes, mais pas au sein de chacun. Les Dark Ops et Patriot détectent significativement plus de personnes par jour que les Bolycam et Door. Ensuite, le test réalisé aux Pairées (**Tableau 4.1.10**), qui inclut le modèle Door extra, confirme en grande partie cette observation, en montrant que la Bolycam peut être encore moins performante que la Door. La Door Extra détecte plus de personnes, même en comparaison avec les Dark Ops et Patriot, mais cette différence est peu significative.

Tableau 4.1.7 : Comparaison des modèles de caméra sur 13 jours de test à Hermeton : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$)); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly03	Dark01	Patr01	Door03
Boly03	17		-63%**	-61%**	+4%
Dark01	28	0,99		+1%	+41%**
Patr01	28	0,99	1		+40%**
Door03	17	1	0,98	0,98	

Tableau 4.1.8 : Comparaison des modèles de caméra sur 8 jours de test au Ry de Rome : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$)); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly03	Dark04	Door02	Patr03
Boly03	53		-62%***	-4%	-59%**
Dark04	88	0,92		+36%**	+2%
Door02	56	0,91	0,77		-53%*
Patr03	85	0,86	0,99	0,74	

Tableau 4.1.9 : Comparaison des modèles de caméra sur 24 jours des premiers tests de Furfooz : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark10	Door10	Patr01
Boly04	91		-13%***	-17%***	-37%***
Dark10	102	0,98		-4%	-22%***
Door10	106	1	0,99		-17%***
Patr01	125	0,99	1	0,99	

Tableau 4.1.10 : Comparaison des modèles de caméra sur 71 jours de test à Pairées : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Boly04	11		-43%***	-56%***	-17%***	-52%***
Dark01	15	0,95		-9% *	+18%***	-7%
Doex01	17	0,96	0,97		+25%***	+2%
Door10	12	0,98	0,96	0,98		-30%***
Patr01	16	0,97	0,97	0,98	0,98	

Les tests effectués au Ninglinspo révèlent des différences significatives dans le nombre de personnes détectées quotidiennement par l'ensemble des modèles de caméra (**Tableau 4.1.11**). Ces résultats s'expliquent principalement par la largeur du champ de détection des différents modèles de caméras. La caméra Patriot, possédant le champ de détection le plus large, a pu détecter un plus grand nombre de personnes, couvrant une plus grande partie du sentier et détectant les visiteurs plus tôt. Le Ninglinspo est un site particulier, avec de nombreux sentiers, ce qui rend difficile la sélection d'un chemin où l'on peut être certain que tous les visiteurs passent, permettant ainsi une estimation fiable de la fréquentation. Le sentier le plus prometteur étant très large, les visiteurs n'étaient pas obligés de passer précisément au centre du champ de détection de la majorité des caméras (**Figure 4.1.9**).

Tableau 4.1.11 : Comparaison des modèles de caméra sur 22 jours de test au Ninglinspo : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Doex01	Door10	Patr01
Boly04	171		-44%***	-35%***	-143%***
Doex01	247	0,99		+6% **	-69%***
Door10	231	0,99	1		-80%***
Patr01	416	0,99	1	1	



Figure 4.1.9 : Emplacement des modèles de caméra pour le test du Ninglinspo. De haut en bas : Door extra, Patriot, Door, Bolycam, Dark ops (qui n'a pas fonctionné).

Lors des seconds tests effectués à Furfooz, il est surprenant de constater que la caméra Patriot ne montre pas les mêmes tendances que lors des autres essais (**Tableau 4.1.12**). Ce modèle détecte ici moins de personnes que les modèles Dark Ops et Door extra.

Également, on retrouve deux groupes de caméras selon les corrélations, avec les caméras Door extra et Dark ops d'un côté, et Bolycam, Door et Patriot de l'autre. Les tests appariés indiquent que les modèles Bolycam et Door se distinguent significativement de la Dark Ops et de la Door Extra en détectant moins de personnes.

A posteriori et suite à l'analyse des images, on s'est rendu compte que cette différence s'explique par leur position d'installation : comme le montre la **Figure 4.1.10**, les caméras Door et Patriot sont installées plus bas que les caméras Dark Ops et Door Extra. Les caméras positionnées plus en hauteur ont ainsi pu capter des personnes descendant d'un chemin adjacent. La **Figure 4.1.10** illustre bien la difficulté de cibler exactement les mêmes zones avec les différentes caméras sur le terrain, surtout dans des zones isolées où les caméras sont très visibles, exposées aux risques de disparition, influencés par la topographie et la configuration des supports.

Tableau 4.1.12 : Comparaison des modèles de caméra sur 8 jours du deuxième test de Furfooz : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p_v < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p_v < 0,01$), *** hautement significatif ($p_v < 0,001$)); et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Boly04	15		-145%*	-155%*	-23%	-108%
Dark01	36	0,73		-4%	+50%*	+15%
Doex01	38	0,7	1		+52%**	+18%
Door10	18	0,97	0,87	0,84		-70%
Patr01	31	0,96	0,89	0,87	1	



Figure 4.1.10: Emplacement des modèles de caméra pour le deuxième test de Furfooz. De haut en bas : Door extra, Dark ops, Patriot, Bolycam, Door.

Le test réalisé à la Baraque Michel montre de très bons résultats, avec pour seule exception la Bolycam, qui détecte moins de personnes que les autres modèles (**Tableau 4.1.13**). Cette fois-ci, la Door, qui placée en position centrale (**Figure 4.1.11**, ne présente pas de signes de faiblesse.

Tableau 4.1.13 : Comparaison des modèles de caméra sur 7 jours de test à la Baraque Michel : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$)) ; et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Boly04	188		-25%*	-11%	-18%*	-25%*
Dark01	234	1		+11%	+5%	0%
Doex01	207	0,95	0,93		-7%	-13%
Door10	222	0,98	0,98	0,9		-5%
Patr01	234	1	1	0,92	0,99	



Figure 4.1.11 : Emplacement des modèles de caméra pour le test à la Baraque Michel. De haut en bas : Dark ops, Door extra, Door, Dark ops micro, Patriot, Bolycam.

Les résultats des tests effectués à Botrange et Solwaster montrent des tendances similaires, bien que les niveaux de significativité puissent varier (**Tableaux 4.1.114 et 4.1.15**). On observe une distinction claire entre deux groupes : d'un côté, la Bolycam, la Dark Ops Micro et la Door, et de l'autre, la Door Extra, la Dark Ops et la Patriot. À Botrange, cette séparation ne semble pas liée à l'installation, car les modèles sont répartis de manière aléatoire (**Figure 4.1.12**). En revanche, à Solwaster, la Door Extra se distingue de la Patriot, et il est possible que ces tendances soient influencées par la disposition des caméras, car les caméras du premier groupe sont placées côte à côte, tandis que la Door Extra, qui présente un comportement légèrement différent, est installée à l'écart des autres caméras de son groupe. Le modèle Dark ops micro possède un champ de détection étroit, caractéristique semblable à celle du modèle Bolycam et Door.

Tableau 4.1.14 : Comparaison des modèles de caméra sur 7 jours de test à Botrange : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$)) ; et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Boly04	230		-23%*	-7%	-25%*	-5%	-22%*
Dark01	283	0,85		+13%***	-2%	+14%**	+1%
Darm02	245	0,87	0,99		-17%**	+1%	-15%**
Doex01	288	0,84	0,99	0,98		+16%**	+2%
Door05	243	0,91	0,98	0,99	0,97		-16%**
Patr01	281	0,8	0,99	0,99	0,98	0,97	



Figure 4.1.12 : Emplacement des modèles de caméra pour le test à Botrange. De haut en bas : Bolycam, Door extra, Patriot, Door, Dark ops, Dark ops micro.

Tableau 4.1.15 : Comparaison des modèles de caméra sur 14 jours de test à Solwaster : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$)) ; et corrélations du nombre de personnes par jour entre les modèles de caméra

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Boly04	66		-18%**	-4%	-17%**	-1%	-25%**
Dark01	78	0,99		+12%**	+1%	+15%**	-6%
Darm02	69	0,99	0,99		-12%***	+3%	-20%**
Doex01	77	0,99	0,99	1		+14%**	-7%*
Door05	67	0,99	1	0,99	0,99		-24%**
Patr01	83	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	



Figure 4.1.13 : Emplacement des modèles de caméra pour le test à Solwaster. De haut en bas : Patriot, Dark ops, Dark ops micro, Bolycam, Door, Door extra.

b. Analyse des comptages manuels sur le terrain

Les comptages manuels permettent d'évaluer la détectabilité des différents modèles de caméras. Seules les données des caméras correspondant aux plages horaires des étudiants ont été retenues : les heures de début et de fin de chaque journée ont été minutieusement vérifiées, ainsi que leur correspondance exacte. Si nécessaire, les horaires ont été synchronisés entre les caméras et les observations des étudiants. Des tests appariés ont été réalisés pour comparer ces deux ensembles de données, avec le **nombre de personnes par heure** comme unité de comparaison.

Le **Tableau 4.1.16** montre les résultats des corrélations et tests appariés entre les données de comptage manuel et celles des caméras. Les valeurs issues de la colonne *Test apparié* indiquent la proportion en pourcentage du nombre de personnes par heure en moyenne entre le comptage manuel et les données caméra. Par exemple pour le modèle Patriot, le calcul s'effectue ainsi : $((26-24)/26)*100 = +8\%$. L'astérisque présente la significativité des différences des jeux de données selon le test apparié. Les résultats sont très encourageants, montrant une excellente corrélation entre le nombre de personnes par heure pour chaque site. La différence entre les heures au sein des sites n'est significative que pour Fondry et Nisramont. Le comptage manuel révèle un nombre de personnes détectées inférieur au Fondry et supérieur à Nisramont. Au Fondry, la fréquentation est très élevée et sur un chemin assez large et mal délimité, ce qui permet d'avoir des doublons des mêmes personnes dans le comptage des caméras. En revanche, à Nisramont, la Dark Ops Micro montre une tendance légère à manquer certaines détections.

Tableau 4.1.16 : Comparaison des données de comptage manuel et les données caméra : corrélation et pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par heure et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Localisation	Modèle caméra	Personnes par heure en moyenne manuel	Personnes par heure en moyenne camera	Corrélation nbre personnes par heure	Test apparié (%)
Rochehaut	Patriot	26	24	0,99	+8%
Nisramont	Dark ops micro	20	18	0,91	+10%*
Fondry	Dark ops	44	63	0,96	-43%***
Furfooz	Patriot	19	19	0,99	0%
Ry de Rome	Door	17	15	0,97	+12%
Songes	Dark ops	6	6	0,99	0%
Global		23	23	25	0,94

c. Analyse comparative des performances de détection des modèles de caméras par rapport à un nombre réel de personnes visibles sur les photos

Afin de vérifier si les écarts dans le nombre de personnes détectées entre les modèles de caméra proviennent en partie d'une capacité de détection réduite de certaines (comme la Bolycam et la Door) et non uniquement d'un problème de détermination des événements, on a estimé le nombre réel de personnes visibles sur l'ensemble des modèles dans un échantillon tiré des tests de Paires. Chaque événement a ensuite été numéroté pour permettre une analyse plus détaillée des écarts à travers des tests appariés et des erreurs, en **utilisant l'événement comme unité de comparaison**, ce qui constitue une approche plus fine que l'analyse par heure. Cet échantillon comprend 6 jours de données avec 330 photos, représentant 63 événements réels. Lorsque deux rafales successives concernaient un même événement, elles ont été attribuées à des numéros différents, afin de différencier la deuxième rafale en tant que faux événement.

Les résultats (**Tableau 4.1.17**) montrent que les modèles Patriot et Dark Ops ont détecté les personnes de manière similaire. Des absences ont été observées pour les modèles Door et Bolycam et dans une moindre mesure pour la Door Extra. Ces différences se reflètent dans les résultats, où le rappel — indicateur de la capacité à identifier correctement les événements réels — est plus faible pour ces caméras. Les modèles Door et Bolycam ont parfois totalement échoué à détecter les personnes en raison de leur lenteur, les empêchant de capturer les propriétaires de chiens passant devant les caméras. Le modèle Door Extra a manqué des visiteurs lors d'un événement spécifique, mais a tout de même réussi à détecter le groupe dans son ensemble, ce qui explique son rappel parfait.

Les modèles Patriot et Door Extra ont une tendance accrue à générer des faux positifs à cause des rafales multiples, et la méthode d'agglomération n'est pas toujours suffisante pour éliminer ces faux positifs, conduisant ainsi à une surestimation de la fréquentation.

En outre, la manière dont les caméras capturent les individus (distance, visibilité du corps entier) et la méthode employée pour déterminer les événements entraînent des différences significatives dans les mesures selon les tests appariés.

Tableau 4.1.17 : Résultats de la comparaison des différences et des tests appariés entre le nombre de personnes réels visibles par événement et le comptage estimé par les modèles de caméra. Le nombre réel de personnes en moyenne par événement est de 1,67. (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Modèle	Patriot	Dark	Doex	Door	Boly
Vrais positifs	59	44	59	57	54
Faux positifs	5	0	4	1	1
Faux négatifs	0	0	0	2	5
Vrais négatifs	3	2	4	7	7
Précision	0,92	1,00	0,94	0,98	0,98
Rappel	1,00	1,00	1,00	0,97	0,92
F1	0,96	1,00	0,97	0,97	0,95
Nbre de personnes en moyenne par événement	1,81	1,38	1,97	1,51	1,43

Moyenne des différences (réel - modèle)	-0,14	-0,04	-0,14	0,15	0,23
Test apparié	*		*		*

Cette analyse a ainsi confirmé que les erreurs de fréquentation peuvent effectivement être attribuées à une faiblesse de détection des caméras.

d. Synthèse des résultats des tests

Les variations dans le nombre de personnes détectées quotidiennement peuvent être attribuées à des différences techniques entre caméras comme la sensibilité et le champ de détection des caméras. L'expérience acquise avec le projet AGRETA avait déjà montré qu'il était important de mettre les caméras (Door à l'époque) entre 45° et 60° pour limiter les doubles comptages des mêmes personnes prises sur des rafales successives.

Dans le cadre de ce projet, où on a combiné différentes caméras, certaines avec un champ de détection très large (comme les Patriot et Dark) et une bonne sensibilité qui permet de détecter des personnes assez loin (idem) et d'autres moins efficaces (comme les Door et Dark Ops Micro) voire peu efficaces (comme les Bolycam), il est nécessaire d'adapter la période de latence entre deux rafales de photos pour définir un évènement unique.

Comme cette adaptation dépend aussi de la position de la caméra sur le terrain où on est parfois contraint par la présence de support pour placer la caméra. Il est alors nécessaire de calibrer la période de latence sur la base de l'analyse manuelle d'un échantillon de photos. La manière de définir les événements uniques (soit la longueur de l'intervalle entre deux rafales successives avec des personnes) peut du coup être utilisée pour corriger des situations où une caméra avec un champ large (comme les Patriot et Dark) couvre des espaces où les visiteurs peuvent être observés sur plusieurs plans. Le fait de disposer des photos anonymisées permet de vérifier les problèmes. C'est ce qui a été réalisé dans le cadre de ce projet.

Le rapport moyen entre les modèles de caméras a été calculé de la manière suivante : pour chaque site-test, à l'exception du Ninglinspo et du deuxième test de Furfooz qui se sont révélés ne pas être des comparaisons standardisées, le rapport entre les modèles de caméras et la caméra la plus performante (Dark Ops) a été déterminé. Ensuite, la moyenne des rapports pour chaque modèle a été calculée (**Tableau 4.1.18**).

Tableau 4.1.18 : Rapport moyen entre les modèles de caméra, avec la Dark ops comme référence

Modèle de caméra	Rapport en fonction de la Dark Ops
Bolycam	1,26
Door	1,12
Patriot	0,94
Door extra	1,01
Dark Ops Micro	1,15

En ignorant 1/3 des visiteurs, les résultats de synthèse montrent que les **Bolycam sont les moins efficaces**. Les caméras **Door** de bas de gamme (75 €) qui avaient été utilisées lors du projet AGRETA **manquent aussi plus de 10% des visiteurs**.

Les **Dark Ops Micro** sont moins efficaces (-15%) que les trois modèles les plus performants (**Dark Ops, Door extra et Patriot**) qui sont assez équivalents dans leur capacité à détecter les visiteurs. A cause de son très large champ de vision et sa très bonne sensibilité, la Patriot a tendance toutefois à générer des doublons qui ne sont pas tous éliminés par les règles de définition d'évènements.

4.2. Comparaison des données caméras / éco-compteur

Pour chaque test de comparaison entre les différents capteurs et modèles de caméra, une analyse de corrélation des données ainsi qu'un test apparié ont été réalisés.

4.2.1 Comparaison au barrage de Ry de Rome

Le **Tableau 4.2.1** et la **Figure 4.2.1** montrent de bonnes corrélations entre les 3 systèmes de mesures « Proximus » mais des corrélations plus faibles de ces 3 systèmes de mesures avec les données des caméras. Pour les capteurs IM Building et éco-compteurs, on utilise la somme nombres de personnes détectées dans les deux sens. Pour le capteur Sens Max, on utilise les chiffres de la zone IN (seule donnée disponible).

Malgré de bonnes corrélations, les tests appariés montrent des différences significatives entre les outils de mesure (**Tableau 4.2.2**).

Tableau 4.2.1 : Corrélation entre les technologies locales utilisées, à Ry de Rome sur une durée de 56 jours.

Matériel de monitoring	Eco- compteur	SensMax	IM	Camera Door
Eco-compteur	1	0,96	0,98	0,86
Sens Max	0,96	1	0,96	0,85
IM	0,98	0,96	1	0,87
Camera	0,86	0,85	0,87	1
Nbr de personnes détectées	8.880	2.460	9.249	4.878

Les tableaux provenant des tests appariés doivent être interprétés ligne par ligne. Le rapport des moyennes de chaque capteur ou modèle de caméra en colonne est calculé par rapport au capteur ou modèle de référence indiqué sur la ligne correspondante. Par exemple, le rapport entre l'éco-compteur et le capteur Sens Max dans le **Tableau 4.2.2** est de « +72 », ce qui provient du calcul suivant : $((159-44)/159) * 100$. Cette valeur indique que l'éco-compteur a détecté en moyenne plus de 2/3 de plus de personnes par jour que le capteur Sens Max. De plus, la différence de mesure jour après jour entre ces capteurs est hautement significative (***). Une absence de significativité indique que le nombre de personnes détectées jour après jour n'est pas sensiblement différent.

Tableau 4.2.2: Comparaison des technologies locales utilisées sur 56 jours de test au Ry de Rome : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Eco-compteur	Sens Max	IM	Camera Door
Eco-compteur	159		+72%***	-4%*	+45%***
Sens Max	44			-276%***	-98%***
IM	165				+47%***
Camera Door	87				

La différence dans le nombre de personnes détectées s'explique d'abord par le fait que les différents systèmes n'ont pas pu être placés strictement au même endroit et qu'ils sont distants de plus de 500 m. Comme au moins un des deux systèmes placés par Proximus dépend d'un accès électrique, ils ont été placés à l'entrée du parcours qui fait le tour du lac, au niveau d'une barrière empêchant le passage des véhicules. Pour répondre aux contraintes de placement (support, position, ...) et de discrétion des caméras, elles ont été placées plus loin sur le parcours dans un espace boisé.

Visiblement, on mesure à l'entrée une série de visiteurs qui viennent voir le lac et profiter de l'entrée de la randonnée sans se lancer dans le tour du lac. On a pratiquement autant de personnes mesurées avec l'éco-compteur qu'avec le capteur IM mais seulement 50% des personnes sont comptées sur la caméra Door de 1^{ère} génération. Ce modèle utilisé pour AGRETA est moins efficace que les nouvelles. Par contre pour le capteur Sens Max, on a un nombre très inférieur de visiteurs comptés à cause du manque de données.

Il est donc logique d'avoir des différences entre les différents systèmes. Si on élimine les quatre journées avec bien plus de visiteurs sur les caméras que sur les autres senseurs « Proximus », les corrélations sont bien améliorées (**Figure 4.2.2**). Cette différence s'explique très probablement par l'ouverture de la barrière (deux fois deux jours de suite) qui empêche tant les véhicules que les piétons de passer et qui, lorsqu'elle est fermée, obligeait ces derniers à passer sous les senseurs Proximus.

On peut observer un effet de seuil sur les différents graphiques (« intercept à l'origine »), d'environ 20 personnes, qui ne sont pas vues sur les caméras. Cela peut s'expliquer par des personnes qui restent près des barrières et des jeux pour enfants. Mais on voit aussi qu'il y a plus de visiteurs sur les capteurs que sur les caméras sauf pour le capteur Sens Max.

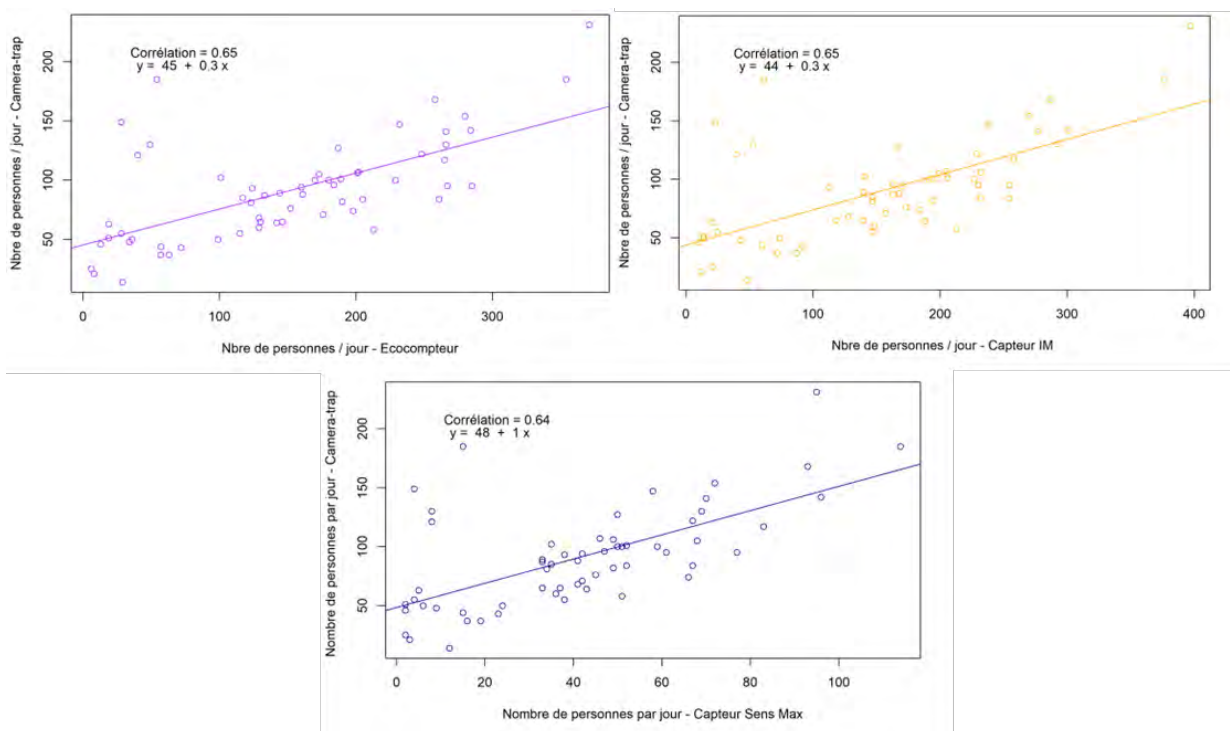


Figure 4.2.1 : Nombre de visiteurs détectés par les caméras en relation avec le nombre de personnes détectés par les différents capteurs avant d'enlever les observations extrêmes

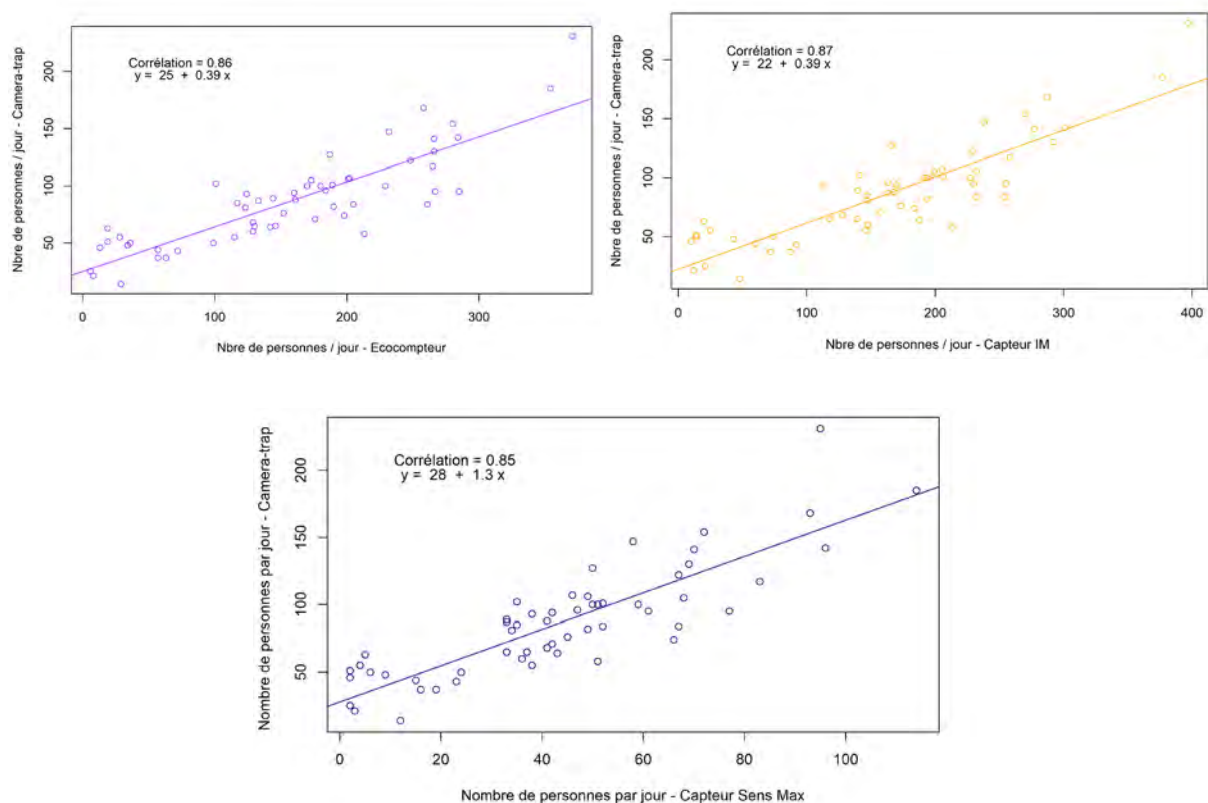


Figure 4.2.2 : Nombre de visiteurs détectés par les caméras en relation avec le nombre de personnes détectés par les différents capteurs après avoir enlevé les observations extrêmes

4.2.2 Comparaison à Furfooz en phase de test et de suivi

Sur le **Tableau 4.2.3**, on peut voir qu'il existe bien des différences d'efficacité de comptage et une corrélation plus ou moins forte entre les caméras. Les résultats pour la Bolycam de bas de gamme montrent bien une faible capacité de détection, du même ordre d'ailleurs que les capteurs SensMax et IM. Les corrélations entre les caméras et capteurs sont bien meilleures qu'au Ry de Rome, grâce au fait que les caméras étaient placées à proximité des capteurs.

Les capteurs Sens Max et IM Building présentent une corrélation plus marquée avec le groupe de modèles Patriot et Door. Ensemble, ils ne détectent que les personnes circulant sur le chemin sélectionné, sans inclure celles passant sur le chemin adjacent, contrairement aux modèles Dark Ops et Door Extra. Étonnamment, les différences entre appareils de mesure ne semblent pas significatives (**Tableau 4.2.4**)

Tableau 4.2.3: Corrélation entre les différents capteurs et modèles de caméras à Furfooz pour la deuxième période de test, sur une durée de 8 jours

Matériel de monitoring	Sens Max	IM	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Sens Max	1	0,98	0,51	0,94	0,95	0,69	0,72
IM	0,98	1	0,41	0,91	0,93	0,6	0,64
Boly04	0,51	0,41	1	0,73	0,7	0,97	0,96
Dark01	0,94	0,91	0,73	1	1	0,87	0,89
Doex01	0,95	0,93	0,7	1	1	0,84	0,87
Door10	0,69	0,6	0,97	0,87	0,84	1	1
Patr01	0,72	0,64	0,96	0,89	0,87	1	1
Nbr de personnes détectées	144	110	118	289	301	145	246

Tableau 4.2.4 : Comparaison des différents capteurs et modèles de caméra sur 8 jours des deuxièmes tests de Furfooz : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p_v < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p_v < 0,01$), *** hautement significatif ($p_v < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Sens Max	IM	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Sens Max	18		+24%	+18%	-101%	-109%*	-1%	-71%
IM	14			-7%	-163%	-174%	-32%	-124%

Pour le mois de décembre 2023 où tous les capteurs étaient en activité à Furfooz, on peut observer des corrélations proches de 1 (**Tableau 4.2.5**). Les capteurs Sens Max et IM building perçoivent quand même deux fois moins de personnes que l'éco-compteur et la caméra. Tous les capteurs mesurent un nombre de personnes différent (**Tableau 4.2.6**).

Tableau 4.2.5 : Corrélation entre les différents capteurs et modèles de caméras à Furfooz pour le mois de décembre 2023, sur une durée de 18 jours

Matériel de monitoring	Eco-compteur	Sens Max	IM	Camera Patriot
Eco-compteur	1	0,99	0,98	0,98
Sens Max	0,99	1	0,99	0,98
IM	0,98	0,99	1	0,97
Camera	0,98	0,97	0,97	1
Nbr de personnes détectées	1.046	494	571	782

Tableau 4.2.6 : Comparaison des différents capteurs et modèles de caméra sur 18 jours du mois de décembre 2023 à Furfooz : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Eco-compteur	Sens Max	IM	Camera Patriot
Eco-compteur	58		+53%***	+45%**	+25%**
Sens Max	27			-16%**	-58%**
IM	31				-37%*

Pour la phase de suivi à Furfooz où les capteurs Sens Max et IM Building étaient encore présents, on peut observer des corrélations semblables pour chaque appareil (**Tableau 4.2.7**). Cette fois-ci, les capteurs placés sur le même arbre, mesurent le même nombre de personnes chaque jour (**Tableau 4.2.8**). Et la caméra mesure un nombre de personnes différent, supérieur aux autres capteurs. On aurait pu s'attendre à une tendance inverse à cause du chemin adjacent qui permettent aux personnes de passer devant les capteurs sans passer devant la caméra.

Tableau 4.2.7 : Corrélation entre les capteurs et la caméra en place à Furfooz en phase de Suivi, sur une durée de 70 jours

Matériel de monitoring	Sens Max	IM	Camera Patriot
Sens Max	1	0,95	0,95
IM	0,95	1	0,95
Camera	0,95	0,95	1
Nbr de personnes détectées	1.540	1.507	2.116

Tableau 4.2.8 : Comparaison des capteurs et de la caméra en place à Furfooz en phase de suivi, sur 70 jours : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Sens Max	IM	Camera Patriot
Sens Max	22		2%	-37%***
IM	22			-40%***

4.2.3 Comparaison à la Baraque Michel

L'éco-compteur enregistre un nombre de personnes par jour qui diffère uniquement de celui des caméras Dark Ops et Patriot (**Tableau 4.2.9**), révélant ainsi une détection inférieure. L'éco-compteur présente une bonne corrélation avec toutes les caméras (**Tableau 4.2.10**).

La **Figure 4.2.4**, qui illustre la relation entre le nombre de personnes comptées par l'éco-compteur et chaque caméra, montre des valeurs d'intercept positives. De plus, le facteur multiplicatif étant proche de 1, cela suggère que l'éco-compteur pourrait compter systématiquement un plus petit nombre de personnes.

Tableau 4.2.9 : Comparaison de l'éco-compteur et des modèles de caméra sur 7 jours de test à la Baraque Michel : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Eco-compteur	198	+5%	-18%*	-5%	-12%	-18%*

Tableau 4.2.10 : Corrélation entre l'éco-compteur et les différents modèles de caméra sur le site Baraque Michel, sur une durée de 7 jours

Matériel de monitoring	Eco-compteur	Boly04	Dark01	Doex01	Door10	Patr01
Eco-compteur	1	0,99	0,98	0,97	0,94	0,97
Boly04	0,99	1	1	0,95	0,98	1
Dark01	0,98	1	1	0,93	0,98	1
Doex01	0,97	0,95	0,93	1	0,9	0,93
Door10	0,94	0,98	0,98	0,9	1	0,99
Patr01	0,97	1	1	0,93	0,99	1
Nbr de personnes détectées	1.387	1.313	1.637	1.456	1.555	1.646

Nombre de personnes par jour - Camera-trap

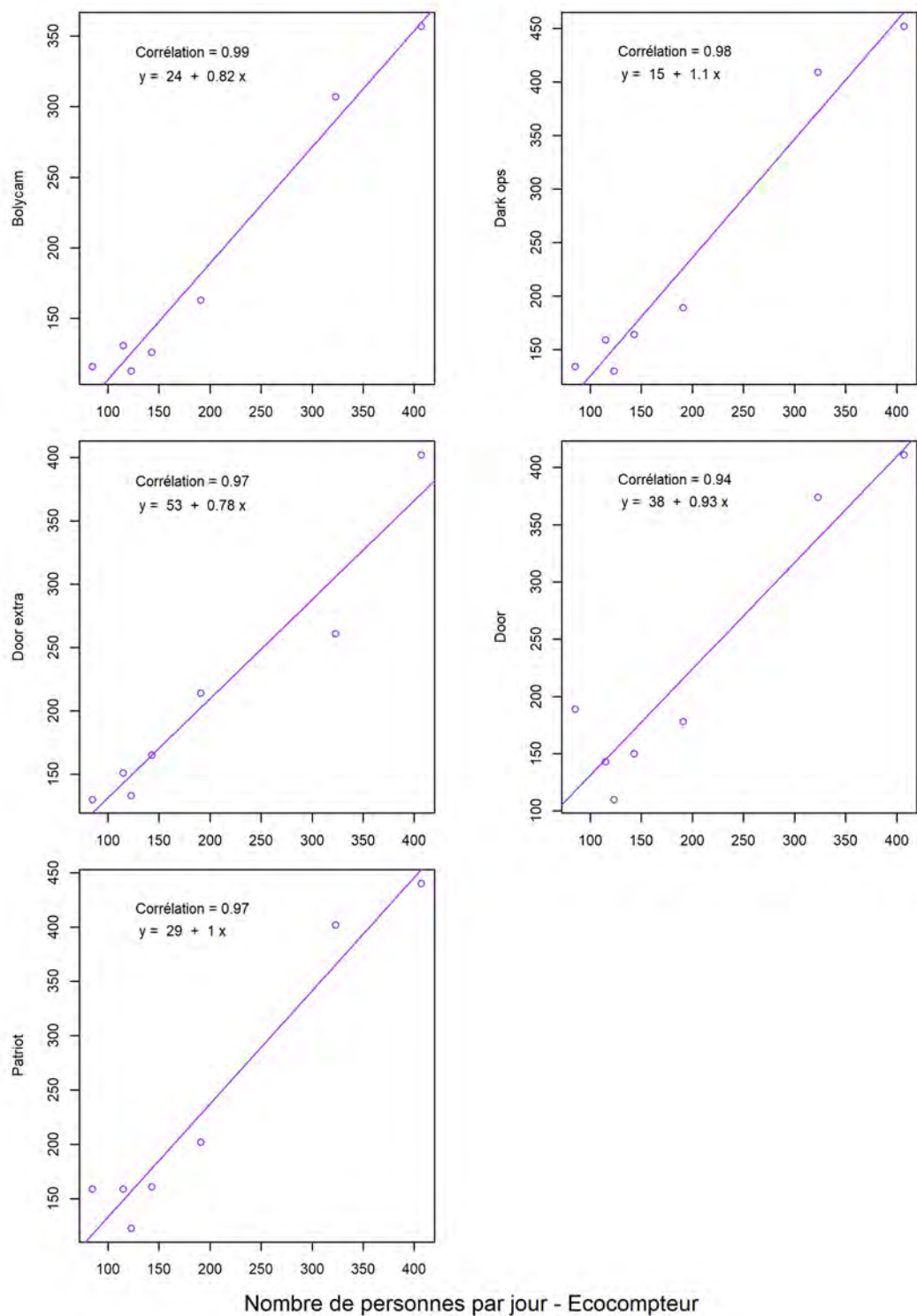


Figure 4.2.4: Nombre de visiteurs détectés par les caméras en relation avec le nombre de personnes détectés par l'éco-compteur à la Baraque Michel

4.2.4 Comparaison à Botrange

L'éco-compteur enregistre un nombre de personnes par jour qui diffère uniquement de celui des caméras Dark ops, Door extra et Patriot (**Tableau 4.2.11**), révélant ainsi une détection inférieure. Ce constat accentue la distinction entre les différents groupes de modèles de caméras. L'éco-compteur présente une forte corrélation avec la Bolycam, tandis qu'elle est nettement plus faible avec les autres caméras (**Tableau 4.2.12**). Il est probable que l'éco-compteur et la Bolycam n'aient pas réussi à détecter tous les individus des groupes passant sur le chemin.

La **Figure 4.2.5**, qui illustre la relation entre le nombre de personnes comptées par l'éco-compteur et chaque caméra, montre des valeurs d'intercept négatives. De plus, le facteur multiplicatif étant proche de 1, cela suggère que l'éco-compteur pourrait compter systématiquement un plus grand nombre de personnes.

Tableau 4.2.11 : Comparaison de l'éco-compteur et des modèles de caméra sur 7 jours de test à Botrange : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p_v < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p_v < 0,01$), *** hautement significatif ($p_v < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Eco-compteur	233	+1%	-21%*	-5%	-23%*	-4%	-20%*

Tableau 4.2.12 : Corrélation entre l'éco-compteur et les différents modèles de caméra sur le site de Botrange, sur une durée de 7 jours

Matériel de monitoring	Eco-compteur	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Eco-compteur	1	0,99	0,81	0,83	0,81	0,88	0,77
Boly04	0,99	1	0,85	0,87	0,84	0,91	0,8
Dark01	0,81	0,85	1	0,99	0,99	0,98	0,99
Darm02	0,83	0,87	0,99	1	0,98	0,99	0,99
Doex01	0,81	0,84	0,99	0,98	1	0,97	0,98
Door05	0,88	0,91	0,98	0,99	0,97	1	0,97
Patr01	0,77	0,8	0,99	0,99	0,98	0,97	1
Nbr de personnes détectées	1.633	1.613	1.984	1.718	2.015	1.698	1.967

Nombre de personnes par jour - Camera-trap

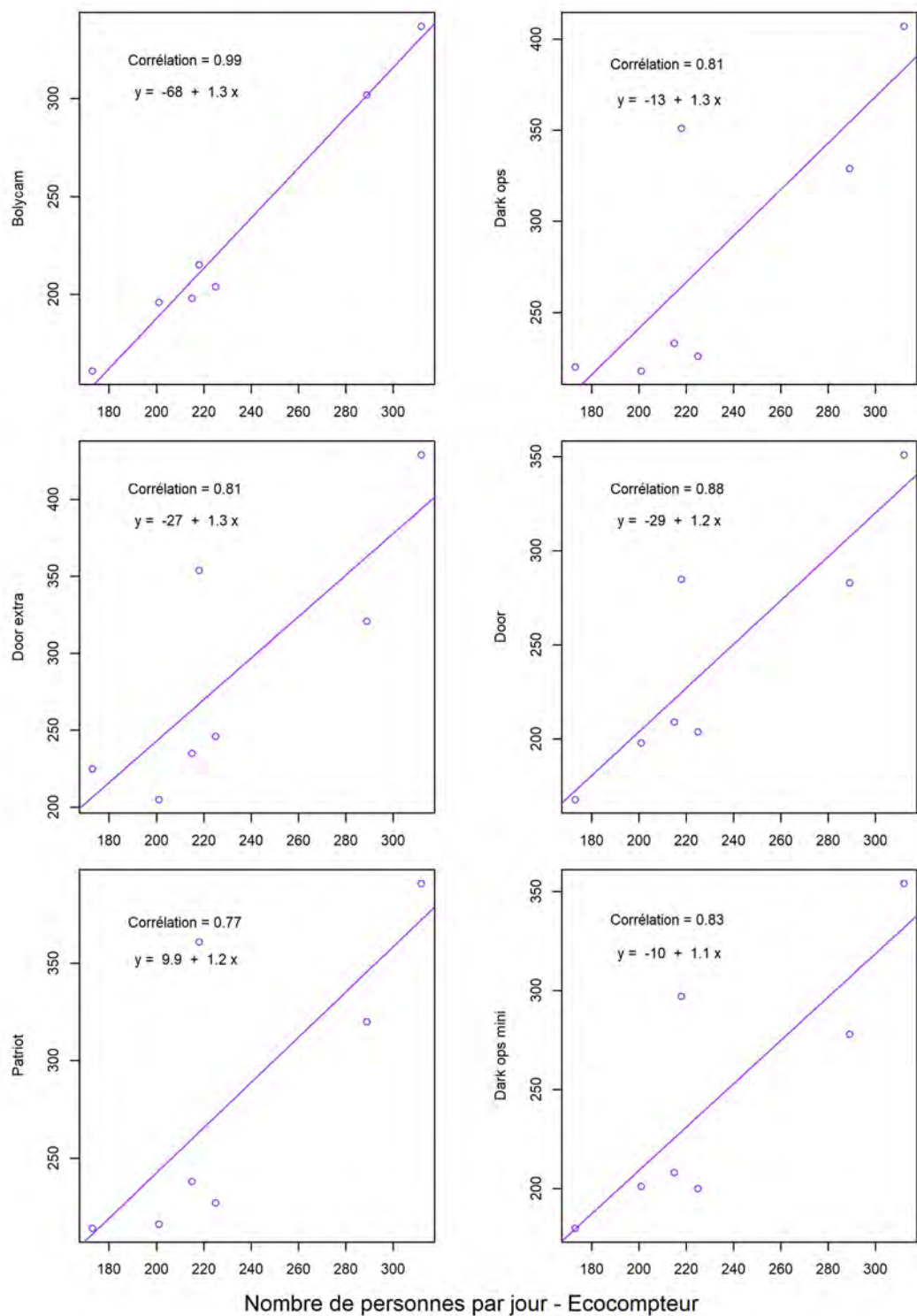


Figure 4.2.5 : Nombre de visiteurs détectés par les caméras en relation avec le nombre de personnes détectés par l'éco-compteur à Botrange

4.2.5 Comparaison à Solwaster

L'éco-compteur mesure un nombre de personnes par jour différent des caméras (**Tableau 4.2.13**). Il détecte un plus grand nombre de personnes que la Bolycam, la Dark Ops Micro et la Door, mais moins que la Dark Ops, la Door Extra et la Patriot. Ce constat renforce la distinction entre les différents groupes de modèles de caméras. L'éco-compteur présente une corrélation moins forte avec la Bolycam et la Patriot, qui sont respectivement les modèles ayant les taux de détection les plus bas et les plus élevés par rapport à lui (**Tableau 4.2.14**).

Dans la **Figure 4.2.6**, représentant la relation entre le nombre de personnes comptées par l'éco-compteur et chaque caméra, les valeurs des intercepts sont relativement faibles, et le facteur multiplicatif est proche de 1, indiquant que l'éco-compteur était capable de percevoir correctement les individus. Le chemin plus étroit a permis à l'éco-compteur de mieux détecter les personnes.

Tableau 4.2.13 : Comparaison des modèles de caméra sur 15 jours de test à Solwaster : pourcentage de différence du nombre moyen de personnes par jour et significativité des tests appariés (* significatif ($0,01 < p < 0,05$), ** très significatif ($0,001 < p < 0,01$), *** hautement significatif ($p < 0,001$))

Matériel de monitoring	Moyenne Nbre Pers/jour	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Eco-compteur	73	+13% *	-9%*	+6%**	-6%*	+8%**	-13%**

Tableau 4.2.14 : Corrélation entre l'éco-compteur et les différents modèles de caméra sur le site de Solwaster, sur une durée de 15 jours

Matériel de monitoring	Eco-compteur	Boly04	Dark01	Darm02	Doex01	Door05	Patr01
Eco-compteur	1	0,99	0,99	1	0,99	0,99	0,98
Boly04	0,99	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Dark01	0,99	0,99	1	0,99	0,99	1	0,99
Darm02	1	0,99	0,99	1	1	0,99	0,98
Doex01	0,99	0,99	0,99	1	1	0,99	0,99
Door05	0,99	0,99	1	0,99	0,99	1	0,99
Patr01	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	1
Nbr de personnes détectées	1.025	927	1.096	965	1.084	937	1.162

Nombre de personnes par jour - Camera-trap

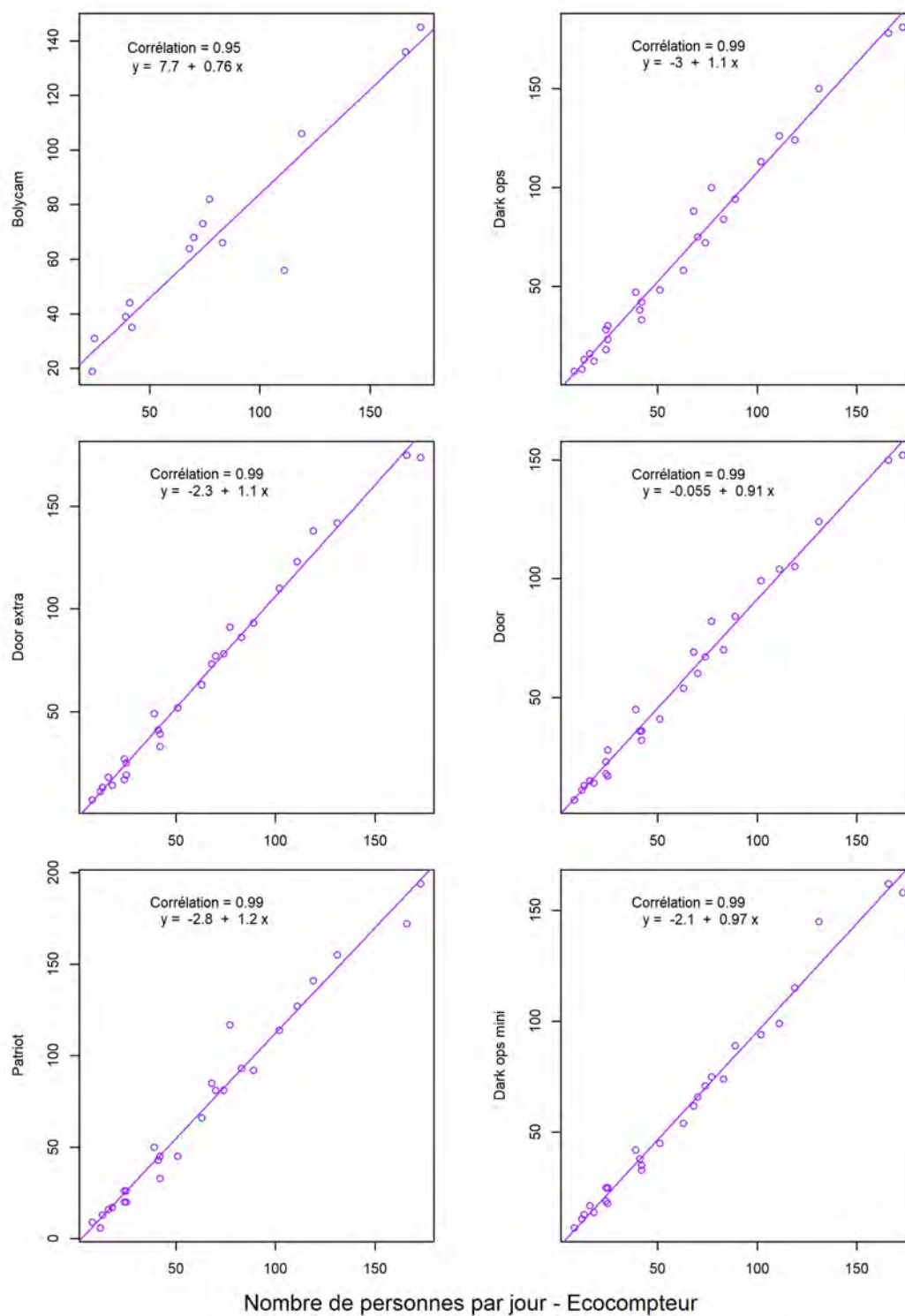


Figure 4.2.6 : Nombre de visiteurs détectés par les caméras en relation avec le nombre de personnes détectés par l'éco-compteur à Solwaster

4.2.6 Synthèse de la comparaison des caméras et des autres compteurs

Parmi les systèmes proposés par Proximus, si les corrélations entre eux et les caméras sont très bonnes, on a de fortes différences dans les niveaux de détection.

Le système de mesure IM se révèle être le moins performant avec les plus de différences avec les autres systèmes de mesures et surtout les différents types de caméras. Il identifie moins de 50% des passages identifiés sur une caméra performante comme la Patriot.

Le système de mesure Sens Max se révèle être plus efficace tout en restant **inférieur aux autres systèmes (éco-compteur et caméras)**.

L'éco-compteur reste une technologie assez efficace mais légèrement moins performante (environ -20%) que la caméra Dark Ops.

Globalement moins cher que le coût de l'ensemble du monitoring par caméra, **les éco-compteurs se révèlent donc efficaces** lorsqu'ils sont bien placés sur des cheminements qui isolent bien les visiteurs les uns des autres mais les caméras offrent la possibilité de revoir ce qui s'est passé pour analyser des événements particuliers et pour récolter des informations sur les types de visiteurs en fonction de leur équipement et sur leur comportement (chien en laisse ou non par exemple).

Grâce au système de suivi en direct ou journalier, les éco-compteurs permettent de suivre la fréquentation des sites de manière assez fine tout en avertissant quand ils ne fonctionnent plus ou qu'il y a une forte variation de la fréquentation. Les caméras ne permettent qu'une lecture ex-post de ce qui s'est passé dans un site, en gardant une trace très précise.

Partie 5. Rapport d'analyse globale de la phase opérationnelle sur les 16 sites suivis

5.1 Rappel de la structure des jeux de données mobilisés

Les données mobiles sont exportées des trois tableaux de bord réalisés par Proximus grâce aux « table-pivot » disponibles pour construire des tableaux croisés de données en fonction des critères demandés (voir **Annexe 4** présentant le mode d'emploi et le contenu des tableaux de bord par site).

Les données mobiles sont structurées en 3 requêtes différentes pour identifier :

- Les **origines des visiteurs** qui sont déclinées par commune, puis par province, puis par région, puis par nationalité en fonction du seuil d'anonymisation ;
- Le **comportement au séjour** pour identifier si les visiteurs vont passer une nuit sur place (arrivée), ont dormi la veille et vont encore dormir (séjour) ou s'ils vont quitter la zone après y avoir dormi (départ) ;
- Les **distances parcourues** avec des buffers de 30 km en fonction de leur origine.

Dans ces trois tableaux de bord, les visiteurs sont déclinés en différents profils avec :

- Les **visiteurs en transit** qui traversent la zone TAC ou qui y restent moins de 30 minutes ;
- Les **visiteurs fonctionnels** qui restent plus longtemps dans la zone TAC mais qui y viennent régulièrement notamment pour y travailler et sont supposé ne pas la visiter ;
- Les **visiteurs d'une journée** qui correspondent aux profils attendus du « touriste » et de l'« excursionniste » qui restent plus de 30 minutes dans la zone TAC.

On dispose aussi d'une origine standardisée pour les différents tableaux avec l'identification :

- Des **résidents** qui habitent dans la zone ;
- Des **locaux** qui habitent dans un rayon de 10 km ;
- Des **nationaux** qui habitent en Belgique ;
- Des **internationaux** qui habitent hors Belgique.

Ces critères ont été définis après plusieurs échanges et tests avec les équipes de Proximus pour maximiser une information de qualité et limiter les contraintes du seuil de 30 personnes minimum lorsque les combinaisons des requêtes sont trop limitantes.

Les données caméras ont été synthétisées en un nombre de personnes par jour pour chaque emplacement. Ce nombre de visiteurs journaliers est ajusté à l'aide d'un facteur multiplicatif, déterminé en fonction du modèle de caméra utilisé et établi sur la base des résultats des tests.

5.2 Bilan général

Au cours d'une année de monitoring, ce sont respectivement **plus de 4.3 millions et 650.000 visiteurs qui ont respectivement été identifiés par les données mobiles et les caméras dans les 16 sites étudiés.**

Pour éviter toute surestimation, on ne prend pas en compte les données mobiles de Laviot et de Furfooz qui ciblent des zones avec une très forte fréquentation touristique suite à la présence d'attractions qui ne relèvent pas des ENF.

Le **Tableau 5.2.1** ci-dessous détaille la répartition dans les 17 sites (16 + Ninglinspo sans caméra) avec des sites très fréquentés (Rochehaut, le Hérrou, Nisramont, Hautes-Fagnes Baraque-Michel) et d'autres beaucoup moins (Hermeton, Ry de Rome, Songes) pour les données mobiles ou le Jambon pour les caméras.

Tableau 5.2.1 : Répartition des nombres absolus de visiteurs et des moyennes journalières dans les 17 sites sur l'ensemble du monitoring pour les données mobiles et les données des caméras

Données mobiles					Données caméra				
Site	Nombre de jours	Nombre de visiteurs absolu	Moyenne journalière	Ecart-type	Site	Nombre de jours	Nombre de visiteurs absolu	Moyenne journalière	Ecart-type
Rochehaut Laviot	-	-	-	-	Laviot	336	11 403	43	42
Herou	486	646 016	1 329	921	Herou Nadrin	273	20 172	74	78
					Herou Cheslé	341	8 707	26	28
Nisramont	486	611 818	1 259	785	Barrage	408	36 315	89	83
					Est	423	29 389	69	80
					Ouest	201	23 420	117	93
Hautes-Fagnes Baraque	489	601 104	1 229	772	Botrange	411	76 983	187	148
					Baraque Michel	322	70 149	218	171
Solwaster	486	392 043	807	335	Statte	424	25 426	60	59
					Sawe	299	9 799	33	34
Rochehaut Falloises	487	340 941	707	574	Falloises	351	41 350	118	132
Jambon	482	267 648	558	452	Jambon	422	1 772	4	7
Saint-Hubert	483	251 553	521	282	Bilaude	420	22 045	52	44
					Masblette amont	321	4 909	15	14
					Masblette aval	346	6 043	17	18
Ninglinspo	487	196 748	426	322	-	-	-	-	-
Fondry	487	196 623	404	239	Fondry	358	108 455	303	260
Daverdisse	485	180 007	371	186	Rive gauche	422	20 918	50	44
					Rive droite	423	19 512	46	40
Hautes-Fagnes Helle	487	175 328	364	273	Helle amont	413	18 341	44	47
					Helle aval	420	13 016	38	53
Pairees	481	162 153	337	175	Pairees	425	9 640	23	23
Hermeton	485	152 871	315	124	Amont	422	7 112	17	19
					Aval	382	5 059	13	18
Ry de Rome	478	128 902	270	103	Ry de Rome	365	32 720	90	63
Songes	227	27 666	122	84	Songes	385	4 776	12	15
Furfooz	-	-	-	-	Furfooz	421	22 902	54	51

5.2 Origine des visiteurs¹³

Les 17 sites étudiés sont fréquentés par **75% de belges, 15% d'étrangers** et 10% inconnus dont l'origine n'a pas pu être déterminée. Ces pourcentages ont un écart-type moyen de l'ordre de 7%. L'origine inconnue des visiteurs peut varier de 1% à 50% mais avec un écart-type moyen de 9% (**Tableau 5.2.2**).

Parmi les visiteurs étrangers, les **Néerlandais et les Français sont les nationalités les plus représentées**, présents sur presque tous les sites. D'autres pays limitrophes comme l'Allemagne, surtout dans les Hautes-Fagnes et le Luxembourg figurent également parmi les origines identifiées.

Tableau 5.2.2 : Répartition des visiteurs selon leur origine, sur toute la période du monitoring – pour la période allant d'automne 2023 à septembre 2024 ; ou de l'été 2023 au printemps 2024 pour Baraque Michel, Herou et Solwaster ; ou de janvier à septembre 2024 pour Songes

Site	Proportion de belge (%)	Proportion de visiteurs étrangers (%)	Proportion Autre (%)	Pays étranger le plus représenté (%)
Saint-Hubert	88	11	2	-
Fondry	83	6	11	-
Solwaster	81	12	7	Pays-Bas (2)
Rochehaut Laviot	80	16	3	France (7) Pays-Bas (5)
Daverdisse	79	10	11	Pays-Bas (2)
Rochehaut Falloises	79	17	5	France (5) Pays-Bas (6)
Jambon	78	11	11	France (4) Pays-Bas (2)
Herou	77	21	3	Pays-Bas (15)
Nisramont	76	20	4	Pays-Bas (14)
Hautes-Fagnes Baraque Michel	76	23	1	Allemagne (8) Pays-Bas (7)
Ninglinspo	70	18	11	Pays-Bas (15)
Pairées	70	12	18	Pays-Bas (6)
Hermeton	68	2	31	-
Ry de Rome	67	5	28	France (2)
Hautes-Fagnes Helle	55	32	14	Allemagne (24) Pays-Bas (2)
Songes	49	1	50	-
Les 16 sites	77	16	7	-

¹³ L'origine des visiteurs porte sur l'ensemble des visiteurs, car elle est issue de l'onglet *Visitor* du Dashboard (**Annexe 4**), lequel ne distingue pas les comportements liés aux séjours.

Parmi les visiteurs belges des 16 sites, environ **50 % sont des Wallons**, tandis que **40 % proviennent de la Flandre (Tableau 5.2.3)**. Peu de visiteurs proviennent de la région Bruxelles-Capitale (2%). La catégorisation régionale est très précise, avec seulement 6 % de visiteurs dont la région n'est pas déterminée. Ces données régionales s'appuient sur les visites enregistrées entre janvier et décembre 2024 car elles ont été recalculées de manière fine en fin de projet alors qu'avant elles étaient dérivées d'une typologie par province qui générait bien plus d'indéterminés.

Certains sites se distinguent par **une forte proportion de visiteurs wallons (70-80 %)**, comme Solwaster et le Ry de Rome. D'autres affichent des proportions plus équilibrées, comme Rochehaut, Jambon et Daverdisse. Enfin, certains sites sont majoritairement fréquentés par des Flamands (environ 60 %), notamment le Ninglinspo et Nisramont.

Tableau 5.2.3 Répartition des visiteurs belges selon leur région d'origine – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Site	Proportion de wallons (%)	Proportion de flamands (%)	Proportion de bruxellois (%)	Proportion Autre (%)
Solwaster	83	12	0	5
Ry de Rome	79	2	0	19
Pairées	77	14	0	9
Saint-Hubert	72	19	3	6
Hermeton	71	9	0	20
Baraque Michel	68	27	3	2
Fondry	60	29	1	10
Rochehaut Laviot	55	40	3	2
Rochehaut Falloises	54	41	2	3
Jambon	50	44	0	6
Daverdisse	48	40	5	7
Songes	48	5	0	47
Helle	45	25	1	29
Herou	38	57	3	2
Nisramont	36	58	3	3
Ninglinspo	29	60	0	11
Les 16 sites	55	37	2	6

5.3 Comportement au séjour

Les visites des sites naturels touristiques en Wallonie révèlent deux types de comportement au séjour principaux. D'une part, certaines zones comme le Ry de Rome, l'Hermeton, la Baraque Michel, Helle, Pairées, Songes et Ninglinspo enregistrent majoritairement des visites à la journée, avec **une proportion de séjours inférieure à 15 %**, voire parfois à 5 % (**Tableau 5.3.1**). D'autre part, dans d'autres zones comme Rochehaut Laviot, Hérou, Daverdisse, Nisramont, Fondry, Rochehaut Falloises et Solwaster, les **séjours prolongés représentent plus de 30 % des visites** et peuvent même atteindre **jusqu'à 50 %**.

Ces différences s'expliquent notamment par la fréquence des hébergements et le nombre de lits pour les sites avec la plus grande proportion de séjours sauf pour le site de Fondry et de Daverdisse avec finalement peu d'hébergements et de lits à proximité alors que la proportion de visiteurs qui passent la nuit est importante. Ces deux sites sont donc une réelle attraction pour ceux qui font un séjour sur place comme le sont aussi les autres sites avec une proportion de séjour élevée.

Tableau 5.3.1 : Répartition des visiteurs selon leur comportement au séjour (Arrivée = visiteurs qui vont passer une nuit sur place ; Séjour = visiteurs qui ont dormi la veille et vont encore dormir ; Départ = visiteurs qui vont quitter la zone après avoir dormi) et informations sur les **hébergements** – pour la période allant d'automne 2023 à septembre 2024 ; ou de l'été 2023 au printemps 2024 pour Baraque Michel, Hérou et Solwaster ; ou de janvier à septembre 2024 pour Songes. Le nombre absolu de visiteurs est ici plus faible suite aux contraintes d'anonymisation.

Site	Visites à la journée (%)	Arrivée (%)	Séjour (%)	Départ (%)	Nombre d'hébergements	Somme des capacités en lits
Rochehaut Laviot	44	18	20	18	273	3.517
Hérou	48	17	18	17	137	2.239
Daverdisse	56	14	16	14	119	1.203
Nisramont	63	8	18	11	158	1.698
Rochehaut Falloises	68	10	11	11	231	2.936
Fondry	68	12	10	10	100	1.275
Solwaster	71	11	9	9	160	1.860
Jambon	84	1	13	2	204	2.208
Saint-Hubert	84	6	5	5	79	1.449
Ry de Rome	93	0	7	0	65	1.107
Hermeton	94	0	6	0	87	1.553
Baraque Michel	95	3	0	2	179	2.075
Helle	95	2	1	2	129	1.484
Pairées	96	0	4	0	135	3.017
Ninglinspo	94	0	6	0	184	1.766
Songes	100	0	0	0	116	1.261
Total (%)	70	9	11	9		
Nbre absolu	2.337.684	311.340	383.062	317.239	2.356	30.648

Globalement, sur les seize sites étudiés, **environ 30 % des visiteurs, soit plus d'un million de personnes, ont passé une nuit** à proximité de ces espaces naturels entre l'automne 2023 et l'été 2024.

5.4 Effets des WE, vacances et saisons sur la fréquentation

Les effets des weekends, vacances scolaires, saisons et jours de pluie sont évalués avec un test d'ANOVA classique, soit un facteur à la fois, soit en interaction pour les données mobiles et les données caméras.

5.4.1 Données des périodes de vacances scolaires

Une recherche des dates des vacances de différents pays limitrophes aux zones d'étude a été réalisée. Les régions concernées sont la Wallonie et la Flandre (**Annexe 5**) les régions Rhénanie du Nord Westphalie et Rhénanie-Palatinat de l'Allemagne (**Annexe 6**), la région sud du Pays-Bas (**Annexe 7**) et la zone B de la France (**Annexe 8**).

Les périodes de vacances scolaires de printemps, d'automne et d'hiver diffèrent entre la Wallonie et la Flandre depuis 1997, mais des écarts plus significatifs sont apparus à partir de 2023. En Flandre, les vacances d'été 2023 et 2024 commencent une semaine plus tôt qu'en Wallonie. Les vacances d'automne 2023 sont plus courtes d'une semaine, tandis que les vacances d'hiver sont identiques dans les deux régions. Le congé de détente (Carnaval) en 2024, qui dure une semaine en Flandre, est complètement décalé par rapport aux deux semaines wallonnes. De même, les congés de printemps 2024, qui durent deux semaines, ne coïncident pas avec ceux de la Wallonie.

Les vacances de la zone B en France sont très similaires à celles de la Wallonie, à l'exception des vacances d'été 2023 qui, bien qu'elles commencent à la même date, sont légèrement plus longues de quelques jours.

Pour les néerlandophones, les vacances d'été 2023 débutent deux semaines après celles des Flamands et une semaine après celles des Wallons, et se terminent en même temps que ces derniers. Les vacances d'automne, en revanche, diffèrent de celles des Belges : elles commencent une semaine plus tôt et ne durent qu'une semaine. Les vacances d'hiver sont identiques pour tous. Les vacances de détente correspondent à celles des Flamands. Quant aux vacances de printemps, elles débutent à la même date que celles des Belges mais ne s'étendent que sur une semaine. Enfin, les vacances d'été 2024 débutent en même temps pour tout le monde, mais elles se terminent le 18 août pour la zone B, contre le 27 août pour les Wallons et le 1er septembre pour les Flamands.

En Allemagne, deux régions frontalières, la Rhénanie-du-Nord-Westphalie (RW) et la Rhénanie-Palatinat (RP), présentent des calendriers de vacances différents. Les vacances d'été sont décalées par rapport à celles de la Belgique. En 2023, celles de RW ont commencé une semaine avant les vacances flamandes et deux semaines avant celles des Wallons, et se sont terminées la première semaine d'août. En RP, elles ont débuté un mois plus tard, le 22 juillet, et se sont achevées le 3 septembre. Les vacances d'automne, qui durent deux semaines, sont également décalées par rapport aux autres pays et se succèdent entre les deux régions. En RW,

elles se sont déroulées lors de la première moitié du mois d'octobre, tandis qu'en RP, les vacances débutent en même temps que celles des Pays-Bas. Les vacances d'hiver sont identiques à celles des autres pays. Par contre, il n'y a pas de vacances de détente en Allemagne. Les vacances de printemps, quant à elles, ont lieu plus tôt dans l'année que dans les autres pays et se chevauchent légèrement avec celles des Flamands. Elles commencent le 23 mars pour les deux régions, avec une durée de deux semaines en RW, contre une semaine et demie en RP. La région RP bénéficie d'une semaine de vacances supplémentaires lors de la dernière semaine de mai. Enfin, en 2024, les vacances d'été en RW se sont déroulées du 6 juillet au 20 août, tandis qu'en RP, elles ont eu lieu du 15 juillet au 23 août.

Les pays ont de nombreux jours fériés en commun, tels que le Jour de l'An, le Lundi de Pâques, la Fête du Travail, l'Ascension, la Pentecôte, l'Assomption, la Toussaint, l'Armistice (sauf aux Pays-Bas) et Noël. En plus, l'Allemagne et les Pays-Bas célèbrent également le lendemain de Noël ainsi que le Vendredi Saint précédant le Lundi de Pâques. Aux Pays-Bas, deux fêtes supplémentaires sont observées : la Fête du Roi, le 27 avril, et le Jour de la Libération, le 5 mai. En Allemagne, on ajoute la Fête-Dieu, le 30 mai, et la Journée de l'Unité allemande, le 3 octobre. En Belgique, la Fête nationale est célébrée le 21 juillet, tandis qu'en France, elle a lieu le 14 juillet. Les Wallons célèbrent la Fête de la Communauté française le 27 septembre, et les Flamands, la Fête de la Communauté flamande le 11 juillet. Enfin, en France, la Fête de la Victoire est célébrée le 8 mai.

5.4.2 Les saisons

La définition des saisons est établie de manière à inclure uniquement des semaines complètes.

- **Printemps 2023** : avant le 01/07/2023 ;
- **Été 2023** : entre le 01/07/2023 et le dimanche 03/09/2023 inclus ;
- **Automne 2023** : entre le 04/09/2023 et le dimanche 03/12/2023 inclus ;
- **Hiver 2023** : entre le 04/12/2023 et le dimanche 31/03/2024 inclus ;
- **Printemps 2024** : entre 01/04/2024 et le dimanche 30/06/2024 inclus ;
- **Été 2024** : entre 01/07/2024 et le dimanche 01/09/2024.

5.4.3 Données climatiques

Les données climatiques de l'Institut Royal Météorologique (IRM) ont été mobilisées. Elles peuvent être téléchargées sur le site Open Data de l'IRM pour la recherche scientifique¹⁴. Ces données climatiques consistent en un produit d'interpolation journalière des observations

¹⁴ <https://www.meteo.be/fr/infos/actualite/lancement-de-donnees-climatiques-historiques-en-opendata-en-collaboration-avec-le-belgian-climate-centre>

météorologiques et elles sont cartographiées sur une grille de 5x5 km couvrant l'ensemble de la Belgique. Chaque point de la grille fournit les informations journalières suivantes :

La température maximale (°C)	Température maximale journalière
La température minimale (°C)	Température minimale journalière
La température moyenne (°C)	Température moyenne (moyenne entre la température maximale et minimale)
La quantité de précipitation (mm)	Quantité de précipitation
La durée d'ensoleillement (heure/jour)	Durée d'ensoleillement moyenne journalière
Humidité relative (%)	Humidité relative moyenne
Pression (hPa)	Pression au niveau de la mer
Onde courte depuis le ciel (kWh/m²/jour)	Moyenne journalière du rayonnement solaire mondial
Évapotranspiration de référence (mm)	Évapotranspiration de référence

Les données pour toute la grille sont téléchargeables par mois et un fichier complémentaire précise la latitude et la longitude de chaque point. Tous les fichiers ont été assemblés à l'aide du logiciel R, avec les coordonnées associées à chaque point de la grille. Ensuite, le fichier csv est converti en couche de points sur ArcGis Pro, permettant l'intersection des données climatiques avec chaque zone GSM ou avec un tampon de 10km autour de la caméra placée à Furfooz. Il est à noter que certaines zones GSM se recouvrent, ce qui signifie qu'un même point peut apparaître dans plusieurs zones GSM.

Pour chaque zone et chaque jour, la moyenne des données de tous les points IRM est calculée. Les jours de pluie, de neige ou secs sont également identifiés comme suit : si la quantité moyenne de précipitations dans la zone est supérieure ou égale à 0,5 mm et que la température moyenne est supérieure à 0°C, alors la date est considérée comme jour de pluie. Si la quantité moyenne de précipitations est supérieure ou égale à 0,5 mm et que la température moyenne est inférieure à 0°C, alors la date est classée comme jour de neige. Dans tous les autres cas, il s'agit d'un jour sec.

5.4.4 Les périodes de congé

Le facteur "**Périodes de congé**" regroupe les jours de la semaine selon les catégories suivantes.

- **Jours de semaine hors vacances**
- **Weekends hors vacances, weekends coïncidant avec des jours fériés, ou jours fériés en semaine**
- **Jours de semaine pendant les vacances**
- **Weekends pendant les vacances**

Les périodes de vacances sont les périodes de congés scolaires de l'enseignement obligatoire en Belgique.

5.4.5 Résultats des analyses

Le facteur congé explique à lui seul près de la moitié de la variabilité observée dans la fréquentation (Tableau 5.4.1) avec des R^2 très importants. Cela souligne l'importance de structurer et d'analyser les données en fonction des interactions entre les jours de la semaine et les périodes de vacances.

L'analyse montre que les **week-ends versus jours de la semaine exercent l'influence la plus importante** sur la fréquentation des 16 sites (Tableau 5.4.1), à l'exception de quatre d'entre eux (Helle, Hermeton, Jambon et Pairées). Ils sont suivis des **périodes de vacances et des saisons**, et enfin de l'**occurrence des jours de pluie** particulièrement importants cette année.

Lorsqu'on combine ces facteurs, l'impact des week-ends est toujours prépondérant, surpassant de loin celui des saisons et des précipitations. En moyenne, les **jours de week-end concentrent 44 % des visites** dans le cadre du monitoring des zones TAC des 16 sites, avec un écart-type de 3 %. Cette proportion atteint **52 %, avec une variation similaire**, dans le monitoring local avec les caméras.

Les résultats sont très similaires pour les données caméras avec un effet des « périodes de congés » ou des WE très importants. On remarque également une tendance à une hausse de fréquentation les jours de semaine lors des étés/vacances d'été dans les deux systèmes de monitoring.

Tableau 5.4.1 : Impacts des facteurs sur les données mobiles. A gauche, évaluation avec des ANOVA de l'influence individuelle (un facteur) des facteurs saison, jour de la semaine, jour de pluie, vacances (wallonnes, flamandes, belges), congés (variable combinant jours de semaine et période de vacances ; wallons, flamands, belges) sur la fréquentation touristique issue des données mobiles. Les couleurs intenses en rouge pour les R^2 ou en vert pour les tests de F montrent que le facteur « périodes de congé » est dominant dans quasi tous les sites. A droite, évaluation similaire de 3 facteurs (saisons, pluie et WE) et de leurs interactions. Ce sont les WE (couleur intense en bleu) qui expliquent le plus les différences de fréquentation dans les 16 sites

Site	Modèle à 1 facteur	Saison	Jour de semaine	Jour de pluie	VAC W	VAC F	VAC B	CO W	CO F	CO B	Modèle à 3 facteurs	Saison	Pluie	Saison * pluie	Weekend	Saison * weekend	Weekend * pluie	Saison * pluie * weekend
Daverdisse	R ²	18	36	3	18	18	19	53	56	54	R ²	52						
	F	21	46	5	106	105	115	180	206	184	F	13,91	5,38	1,17	33,92	4,57	0,16	0,73
		***	***	**	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0049	0,3202	<.0001	0,0004	0,8550	0,5983
Fondry	R ²	23	33	3	15	14	16	54	56	54	R ²	58						
	F	28	40	8	84	17	91	191	203	192	F	28,38	6,14	0,41	38,29	2,24	0,21	1,10
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0023	0,8418	<.0001	0,0498	0,8141	0,3608
Hautes Fagnes Baraque Michel	R ²	17	42	8	4	2	3	48	50	47	R ²	55						
	F	36	58	20	20	11	13	149	162	141	F	4,10	30,45	0,96	132,28	1,87	5,15	0,47
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0012	<.0001	0,4492	<.0001	0,0973	0,0062	0,7963
Hautes Fagnes Helle	R ²	27	15	4	0	2	0	18	19	17	R ²	50						
	F	36	14	9	0	8	2	35	37	34	F	41,21	18,67	0,11	38,99	0,84	2,09	1,04
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,9949	<.0001	0,5195	0,1253	0,3952
Hermeton	R ²	25	20	10	7	7	6	29	28	27	R ²	52						
	F	32	20	27	35	34	33	65	64	60	F	36,41	19,33	1,96	114,69	1,61	1,59	1,22
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,0833	<.0001	0,1566	0,2081	0,2981
Herou	R ²	26	38	5	18	21	20	58	66	60	R ²	65						
	F	33	49	13	107	131	121	226	310	241	F	30,83	9,49	0,51	95,55	5,32	0,53	0,38
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,7979	<.0001	<.0001	0,5918	0,8638
Jambon	R ²	52	17	6	21	24	22	40	44	40	R ²	71						
	F	104	16	14	125	148	137	104	126	108	F	96,84	5,63	0,90	34,76	2,12	0,08	0,82
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0038	0,4978	<.0001	0,0618	0,9262	0,5379
Ninglinspo	R ²	14	28	7	14	9	14	49	47	48	R ²	50						
	F	15	30	18	76	45	74	146	138	140	F	13,36	15,97	1,35	180,59	4,05	1,42	0,56
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,2422	<.0001	0,0013	0,2337	0,6910
Nisramont	R ²	24	44	3	20	24	22	63	71	64	R ²	66						
	F	30	62	8	120	150	135	275	387	292	F	32,99	4,91	0,50	78,44	4,53	0,40	0,72
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0078	0,8070	<.0001	0,0005	0,6730	0,6122
Pairées	R ²	43	11	2	25	24	22	40	38	36	R ²	57						
	F	70	10	6	159	146	138	105	100	91	F	64,29	1,50	0,81	54,92	1,16	9,50	0,25
		***	***	**	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,2234	0,5415	<.0001	0,3274	<.0001	0,9375
Rochehaut Falloise	R ²	25	37	4	24	22	25	66	67	66	R ²	65						
	F	31	47	11	152	133	160	312	326	314	F	32,15	9,39	0,85	70,77	6,84	1,60	0,59
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0001	0,5322	<.0001	<.0001	0,2035	0,7100
Rochehaut Laviot	R ²	29	33	6	23	22	24	59	60	59	R ²	65						
	F	39	40	15	146	133	153	234	243	233	F	35,28	11,83	1,87	104,88	6,07	2,60	0,64
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,0839	<.0001	<.0001	0,0755	0,6664
Ry de Rome	R ²	4	33	2	5	3	5	39	40	40	R ²	37						
	F	4	38	3	25	12	28	102	106	103	F	2,73	2,99	0,39	18,50	2,72	0,57	0,35
		**	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0194	0,0514	0,8588	<.0001	0,0194	0,5669	0,8843
Saint Hubert	R ²	20	34	4	10	10	10	43	45	41	R ²	54						
	F	24	41	10	54	21	54	118	128	111	F	16,88	7,03	1,45	47,59	1,42	1,41	1,35
		***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0010	0,1932	<.0001	0,2141	0,2442	0,2419
Solwaster	R ²	8	53	4	4	4	4	55	58	55	R ²	63						
	F	8	91	10	19	18	19	199	223	193	F	9,73	20,26	1,44	151,63	2,84	3,99	0,49
		***	***	***	***	**	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,1987	<.0001	0,0154	0,0192	0,7805

Tableau 5.4.2 : Impacts des facteurs sur les données caméras. A gauche, évaluation avec des ANOVA de l'influence individuelle (un facteur) des facteurs saison, jour de la semaine, jour de pluie, vacances (wallonnes, flamandes, belges), congés (wallons, flamands, belges) sur la fréquentation touristique issue des données caméras. Les couleurs intenses en rouge pour les R² ou en vert pour les tests de F montrent que le facteur « périodes de congé » est dominant dans quasi tous les sites. A droite, évaluation similaire de 3 facteurs saisons, pluie et WE) et de leurs interactions. Ce sont les WE (couleur intense en bleu) qui expliquent le plus les différences de fréquentation.

Site	Modèle à 1 facteur	Saison	Jour de semaine	Jour de pluie	VAC W	VAC F	VAC B	CO W	CO F	CO B	Modèle à 3 facteurs	Saison	Pluie	Saison * pluie	Weekend d	Saison * weekend	Weekend * pluie	Saison * pluie * weekend
Daverdisse rive droite	R²	14	27	5	18	16	21	48	49	50	R²	48						
	F	17	26	12	95	82	110	131	133	137	F	11,40	9,24	0,85	38,76	4,84	1,35	0,53
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0001	0,5168	<.0001	0,0008	0,2611	0,7122
Daverdisse rive gauche	R²	15	26	8	17	17	20	47	48	48	R²	49						
	F	18	25	18	88	83	102	122	129	126	F	12,71	14,51	0,68	43,54	3,66	2,39	0,82
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,6381	<.0001	0,0061	0,0933	0,5128
Fondry	R²	41	16	8	25	20	26	46	45	48	R²	65						
	F	62	11	16	120	88	125	101	97	108	F	48,25	12,10	0,20	29,44	7,61	0,96	0,32
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,9379	<.0001	<.0001	0,3843	0,8658
Furfooz	R²	20	21	13	10	11	14	32	36	36	R²	52						
	F	26	18	30	48	50	69	66	79	77	F	21,26	21,70	0,53	18,55	4,26	0,76	0,22
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,7127	<.0001	0,0022	0,4674	0,9299
Hautes Fagnes Botrange	R²	8	31	12	7	4	6	42	42	40	R²	52						
	F	8	31	27	33	19	28	99	97	90	F	2,02	29,94	0,62	31,43	5,28	0,08	0,45
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0911	<.0001	0,6873	<.0001	0,0004	0,9204	0,7692
Hautes Fagnes Baraque	R²	12	27	14	11	12	14	40	43	41	R²	52						
	F	11	19	51	40	45	50	70	81	75	F	7,05	29,86	0,75	96,85	4,85	0,00	0,61
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,5606	<.0001	0,0008	0,9507	0,6555
Hautes Fagnes Helle	R²	6	20	13	5	2	4	29	31	28	R²	41						
	F	6	17	30	22	10	17	57	61	53	F	3,12	26,09	2,14	26,93	2,06	0,88	0,40
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0152	<.0001	0,0605	<.0001	0,0858	0,4164	0,8085
Hautes Fagnes Helle aval	R²	9	29	7	5	4	6	36	40	38	R²	45						
	F	11	23	12	91	13	23	64	76	69	F	6,59	11,14	1,95	42,66	1,65	1,42	0,21
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0002	<.0001	0,1026	<.0001	0,1767	0,2441	0,8906
Hermeton Amont	R²	14	29	6	10	13	15	40	47	44	R²	48						
	F	17	28	14	49	63	72	92	122	108	F	13,77	8,62	0,95	170,92	2,07	1,43	0,39
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0002	0,4371	<.0001	0,0834	0,2322	0,8160
Hermeton Aval	R²	15	23	5	9	17	16	33	43	40	R²	43						
	F	17	19	10	39	76	74	63	96	82	F	14,03	6,36	0,16	112,13	2,74	0,00	1,05
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0019	0,9569	<.0001	0,0284	0,9539	0,3820
Herou Nadrin	R²	13	28	5	20	21	24	47	51	53	R²	48						
	F	13	17	7	68	74	89	81	95	100	F	7,32	10,99	0,19	39,51	9,41	0,69	0,45
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,9002	<.0001	0,0001	0,5029	0,6393
Herou Cheslé	R²	22	25	4	13	23	20	36	50	43	R²	53						
	F	24	18	7	50	104	83	63	111	86	F	14,74	3,64	1,00	27,33	6,12	0,47	0,70
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0274	0,4177	<.0001	<.0001	0,6238	0,5940
Jambon	R²	9	17	3	14	9	16	33	31	33	R²	30						
	F	11	14	6	70	43	83	68	62	70	F	8,43	7,25	0,31	22,57	1,13	2,56	0,36
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0008	0,9086	<.0001	0,3427	0,0784	0,8344
Nisramont ouest	R²	24	22	11	25	26	28	49	55	50	R²	61						
	F	32	9	25	65	71	78	63	82	64	F	34,32	20,83	1,44	75,32	10,33	1,26	3,38
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,2393	<.0001	<.0001	0,2638	0,0360
Nisramont est	R²	31	24	8	19	21	23	45	51	48	R²	63						
	F	48	22	18	99	110	127	113	148	131	F	47,87	19,84	0,27	37,43	5,19	0,71	0,83
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,9267	<.0001	0,0004	0,4939	0,5092
Nisramont barrage	R²	22	27	7	19	22	24	48	56	53	R²	56						
	F	28	25	15	95	114	132	125	168	152	F	19,59	11,56	0,16	46,90	5,47	1,60	0,57
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,9782	<.0001	0,0003	0,2037	0,6825
Pairées	R²	8	24	8	16	10	20	42	40	44	R²	42						
	F	10	22	17	79	48	105	103	95	111	F	5,92	11,33	0,17	23,40	4,73	1,05	2,09
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0001	<.0001	0,9552	<.0001	0,0010	0,3518	0,0815
Rochehaut Falloises	R²	21	24	8	20	20	26	49	52	53	R²	54						
	F	23	18	15	89	89	118	112	127	133	F	17,56	11,62	1,56	42,44	4,82	0,37	0,93
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,1703	<.0001	0,0009	0,6906	0,4443
Rochehaut Laviot	R²	21	23	4	20	21	31	44	47	52	R²	47						
	F	23	13	6	68	70	116	68	77	92	F	15,47	5,09	0,61	29,09	4,74	0,05	0,67
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0068	0,5468	<.0001	0,0096	0,9526	0,5149
Ry de Rome	R²	15	9	14	15	9	13	42	41	42	R²	53						
	F	16	24	29	68	35	53	89	85	84	F	9,31	35,11	0,91	64,28	3,98	6,81	1,40
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	<.0001	0,4566	<.0001	0,0036	0,0013	0,2321
Saint Hubert Bilaude	R²	12	28	11	8	7	9	38	38	37	R²	51						
	F	14	27	26	38	32	40	86	86	82	F	5,73	26,30	1,45	43,98	3,15	0,88	0,19
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0002	<.0001	0,2043	<.0001	0,0143	0,4157	0,9440
Saint Hubert Masblette	R²	24	25	7	18	19	26	46	50	52	R²	58						
	F	25	18	11	72	73	115	90	105	115	F	19,55	7,99	1,38	50,39	7,00	1,95	0,86
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0004	0,2332	<.0001	<.0001	0,1446	0,4876
Saint Hubert Masblette	R²	7	32	8	10	8	11	45	48	44	R²	50						
	F	6	27	31	28	31	41	94	105	81	F	4,15	31,58	0,27	186,86	5,09	0,08	1,31
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0027	<.0001	0,8943	<.0001	0,0005	0,7829	0,2652
Solwaster Sawe	R²	8	34	7	10	9	13	45	50	47	R²	52						
	F	6	25	11	35	29	45	81	97	88	F	4,18	13,50	2,02	55,66	3,93	0,92	0,88
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0026	<.0001	0,0912	<.0001	0,0040	0,3998	0,4787
Solwaster Statte	R²	7	37	9	15	14	19	55	59	58	R²	55						
	F	8	41	21	75	68	100	169	201	197	F	4,95	25,01	0,35	83,47	4,93	1,11	0,80
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		0,0007	<.0001	0,8840	<.0001	0,0007	0,3303	0,5227
Songes	R²	18	24	4	13	11	15	41	41	42	R²	48						
	F	21	20	8	57	46	68	87	91	91	F	20,26	4,88	1,36	145,37	5,28	0,17	0,40
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		<.0001	0,0081	0,2472	<.0001	0,0004	0,6800	0,8121

5.5 Fréquentation selon les congés belges

De manière générale, la **fréquentation moyenne quotidienne est nettement plus faible pendant les semaines hors vacances**. Elle augmente de manière significative **pendant les semaines de vacances** et atteint **son maximum lors des week-ends**, qu'ils soient en période de vacances ou non. Cette tendance se vérifie, que l'on considère les congés belges dans leur ensemble (Fédération Wallonie-Bruxelles et Flandre) ou que l'on distingue entre congés wallons et flamands.

La répartition temporelle du nombre total de visiteurs met en évidence des tendances plus marquées dans le monitoring local, basé sur les données des caméras installées sur les chemins de randonnée, comparées à celles observées dans le monitoring global à partir des données mobiles (**Tableaux 5.5.1 et 5.5.2**).

Sur la période allant du début de l'**automne 2023 à la fin de l'été 2024** :

- **Répartition week-end/semaine hors vacances** : Les données mobiles montrent une fréquentation les **week-ends représente 2 à 5 fois (moyenne de 2,7 globalement) la fréquentation pendant la semaine hors vacances**. En revanche, les données issues des caméras révèlent que les **week-ends enregistrent près de 3 à 7 fois (moyenne 4,4 globalement) plus visiteurs par rapport aux semaines hors vacances**.
- **Fréquentation pendant les semaines de vacances** : D'après les données mobiles, la fréquentation des semaines de vacances est **1 à 3 fois (moyenne de 1,9 globalement) plus élevée** que celle des semaines hors vacances. Cependant, les données des caméras indiquent une augmentation bien plus marquée, avec **une fréquentation atteignant en moyenne 3 x celle observée hors vacances**.
- **Week-ends en vacances** : Les données mobiles montrent **un nombre de visiteurs total similaire** un peu plus élevé par rapport aux semaines ou au WE hors vacances. En revanche, les données des caméras montrent que les **week-ends en vacances attirent près de 5 x plus de visiteurs que les semaines hors vacances**, et environ 15 % de plus que les week-ends hors vacances.

Cette différence entre les variations pour les données mobiles et les données caméras montrent bien que **les visiteurs qui viennent en Ardenne vont bien au cœur des espaces naturels les plus sauvages de Wallonie** et que les **espaces naturels peuvent être considérés comme de véritables attractions**.

Vu la taille des zones TAC, il y a en effet souvent un doute potentiel sur ce que les visiteurs font en dehors des zones urbanisées. Le fait que les variations entre les types de congé sont bien plus grandes pour les caméras placées sur le terrain pendant les WE ou les jours de vacances par rapport aux jours de semaine est un bon indicateur que **les visiteurs ne sont pas par hasard dans les espaces naturels. Il y a une réelle attractivité des espaces naturels pour développer le tourisme, même dans des zones où les hébergements sont limités**.

Tableau 5.5.1 : Nombre de visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges pour les *données mobiles* – pour la période allant d'automne 2023 à septembre 2024 ; ou de l'été 2023 au printemps 2024 pour Hautes-Fagnes Baraque Michel, Herou et Solwaster ; ou de janvier à septembre 2024 pour Songes. Les ratios sont calculés par rapport aux données de fréquentation moyenne des semaines hors vacances.

Site		Semaines	Weekends	Semaines en vacances	Weekends en Vacances	WE/ SE	SE VAC / SE	WE VAC / SE
Daverdisse	Moyenne	212	507	384	584	2,4	1,8	2,8
	Ecart-type	84	173	144	146	2,1	1,7	1,7
Fondry	Moyenne	213	570	403	599	2,7	1,9	2,8
	Ecart-type	88	217	191	216	2,5	2,2	2,4
Hautes-Fagnes Baraque Michel	Moyenne	840	2177	1094	1749	2,6	1,3	2,1
	Ecart-type	309	1462	485	482	4,7	1,6	1,6
Hautes-Fagnes Helle	Moyenne	266	607	268	479	2,3	1,0	1,8
	Ecart-type	146	396	170	341	2,7	1,2	2,3
Hermeton	Moyenne	236	360	305	388	1,5	1,3	1,6
	Ecart-type	63	123	87	149	1,9	1,4	2,4
Herou	Moyenne	571	1854	1370	2107	3,2	2,4	3,7
	Ecart-type	220	717	731	845	3,3	3,3	3,8
Jambon	Moyenne	220	581	627	860	2,6	2,8	3,9
	Ecart-type	131	344	440	518	2,6	3,4	4,0
Ninglinspo	Moyenne	175	566	422	684	3,2	2,4	3,9
	Ecart-type	94	258	303	309	2,7	3,2	3,3
Nisramont	Moyenne	563	1760	1257	2107	3,1	2,2	3,7
	Ecart-type	221	519	547	688	2,3	2,5	3,1
Pairees	Moyenne	204	338	373	429	1,7	1,8	2,1
	Ecart-type	71	128	172	206	1,8	2,4	2,9
Rochehaut Falloises	Moyenne	215	1099	758	1284	5,1	3,5	6,0
	Ecart-type	106	518	484	469	4,9	4,6	4,4
Rochehaut Laviot	Moyenne	692	2192	1753	2532	3,2	2,5	3,7
	Ecart-type	357	748	828	704	2,1	2,3	2,0
Ry de Rome	Moyenne	202	369	253	368	1,8	1,3	1,8
	Ecart-type	62	99	83	101	1,6	1,3	1,6
Saint-Hubert	Moyenne	341	668	506	771	2,0	1,5	2,3
	Ecart-type	107	260	289	398	2,4	2,7	3,7
Solwaster	Moyenne	600	1148	744	1136	1,9	1,2	1,9
	Ecart-type	118	353	205	339	3,0	1,7	2,9
Pour les 16 sites	Moyenne	5.550	14.900	10.550	15.900	2,7	1,9	2,9
	Ecart-type	1.500	4.000	4.500	4.400	2,7	3,0	2,9

Tableau 5.5.2 : Nombre de visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges pour les *données caméras* – pour la période allant d’automne 2023 à septembre 2024 ; ou de l’été 2023 au printemps 2024 pour Baraque Michel, Botrange, Herou et Solwaster ; ou de janvier à sept. 2024 pour Songes.
Les ratios sont calculés par rapport aux données de fréquentation moyenne des semaines hors vacances.

Site		Semaines	Weekends	Semaines en vacances	Weekends en Vacances	WE/SE	SE VAC / SE	WE VAC / SE
Daverdisse rive droite	Moyenne	17	74	45	87	4,5	2,7	5,2
	Ecart-type	15	45	31	42	3,0	2,0	2,7
Daverdisse rive gauche	Moyenne	17	80	52	98	4,7	3,0	5,7
	Ecart-type	14	41	36	50	2,9	2,5	3,5
Fondry	Moyenne	100	407	388	518	4,1	3,9	5,2
	Ecart-type	93	235	280	289	2,5	3,0	3,1
Furfooz	Moyenne	21	80	58	112	3,8	2,8	5,3
	Ecart-type	20	46	48	67	2,3	2,4	3,3
Hautes-Fagnes Botrange	Moyenne	96	368	162	285	3,8	1,7	3,0
	Ecart-type	59	204	110	122	3,4	1,9	2,1
HautesFagnes Baraque Michel	Moyenne	101	385	199	361	3,8	2,0	3,6
	Ecart-type	73	202	129	179	2,8	1,8	2,5
HautesFagnes Helle amont	Moyenne	21	94	42	79	4,5	2,0	3,8
	Ecart-type	18	74	39	45	4,2	2,2	2,6
HautesFagnes Helle aval	Moyenne	15	91	30	66	6,2	2,0	4,5
	Ecart-type	14	101	28	43	7,1	2,0	3,0
Hermeton amont	Moyenne	5	29	17	35	5,6	3,3	6,7
	Ecart-type	5	29	14	18	5,3	2,7	3,3
Hermeton aval	Moyenne	3	23	13	31	7,7	4,5	10,4
	Ecart-type	5	24	14	27	5,0	2,8	5,6
Herou Nadrin	Moyenne	19	126	82	160	6,5	4,3	8,3
	Ecart-type	18	78	58	101	4,4	3,3	5,7
Herou Cheslé	Moyenne	7	41	24	47	5,9	3,4	6,7
	Ecart-type	8	33	19	28	3,9	2,2	3,3
Jambon	Moyenne	1	7	5	10	9,3	7,3	14,1
	Ecart-type	1	8	6	11	5,6	4,0	8,2
Nisramont Ouest	Moyenne	32	129	121	233	4,0	3,8	7,3
	Ecart-type	25	57	90	105	2,3	3,6	4,2
Nisramont Est	Moyenne	18	98	87	156	5,4	4,8	8,5
	Ecart-type	15	62	91	112	4,1	6,1	7,4
Nisramont Barrage	Moyenne	29	136	91	171	4,7	3,1	5,9
	Ecart-type	24	76	73	97	3,2	3,0	4,0
Pairees	Moyenne	8	34	27	47	4,1	3,3	5,8
	Ecart-type	10	20	25	31	2,1	2,6	3,2
Rochehaut Falloises	Moyenne	27	181	143	241	6,7	5,3	8,8
	Ecart-type	23	101	166	174	4,3	7,1	7,4
Rochehaut Laviot	Moyenne	11	60	51	88	5,5	4,7	8,1
	Ecart-type	10	40	34	46	3,9	3,4	4,6
Ry de Rome	Moyenne	46	145	94	144	3,2	2,1	3,2
	Ecart-type	22	78	53	72	3,5	2,4	3,2
Saint-Hubert Bilaude	Moyenne	28	98	46	81	3,4	1,6	2,8
	Ecart-type	26	74	27	34	2,9	1,1	1,3
Saint-Hubert Masblette amont	Moyenne	4	22	17	32	4,9	3,8	7,2
	Ecart-type	5	10	12	18	2,2	2,6	3,9
Saint-Hubert Masblette aval	Moyenne	6	33	16	33	5,5	2,6	5,6
	Ecart-type	6	20	19	16	3,5	3,3	2,9
Solwaster Sawe	Moyenne	10	57	26	68	5,6	2,5	6,5
	Ecart-type	11	28	25	41	2,6	2,3	3,7
Solwaste Statte	Moyenne	16	108	58	128	6,8	3,7	8,1
	Ecart-type	13	46	49	69	3,6	3,8	5,4
Songes	Moyenne	4	23	13	25	5,8	3,1	6,2
	Ecart-type	5	24	14	15	4,8	2,9	3,1
Pour les 16 sites	Moyenne	550	2.400	1.100	2.050	4,4	2,0	3,7
	Ecart-type	320	1.000	900	1.050	3,1	2,8	3,3

Partie 6. Rapport d'analyses sur les 16 sites

Chaque site est d'abord présenté à travers ses attractions, ses hébergements, et ses randonnées reconnues. Ces données ont été partagées par le CGT et sont décrites en **Annexes 9, 10 et 11**. S'ensuivent une présentation des données mobiles puis des données caméras, accompagnées de mises en garde préalables à l'interprétation des résultats. Ces sections incluent une analyse temporelle générale ainsi qu'une étude du comportement des visiteurs, réalisée en fonction du type données. En raison de la forte proportion de touristes belges visitant les sites et de la variation significative de la fréquentation en fonction des périodes de congés (définies par les jours de la semaine selon les périodes de vacances), la fréquentation est généralement présentée selon les congés belges, qui regroupent les congés des Wallons et des Flamands. Enfin, une comparaison des résultats des deux méthodes de monitoring est effectuée et des recommandations de monitoring du site sont proposées.

Au sein de chaque site, des événements extraordinaires ont été identifiés à partir des résultats de la fréquentation estimée à partir des données caméras et des données mobiles. Dans les espaces naturels, ces événements sont par exemple des marches ADEPS, des trails, des courses de VTT, ... ou des activités culturelles qui viennent augmenter la fréquentation normale des sites étudiés. Cela peut concerner aussi une diminution drastique de la fréquentation liée par exemple à la fermeture d'un sentier pour travaux, suite à des inondations ou à des activités de chasse. S'ils participent évidemment à la fréquentation d'un site, ils peuvent perturber la recherche de variables explicatives des variations de fréquentation. Il est donc important de les identifier pour les éliminer lors des analyses.

Le calcul est effectué uniquement pendant la phase opérationnelle, sur chaque site pour les données caméras (en associant la localisation et le lieu-dit) et sur chaque zone GSM pour les données mobiles.

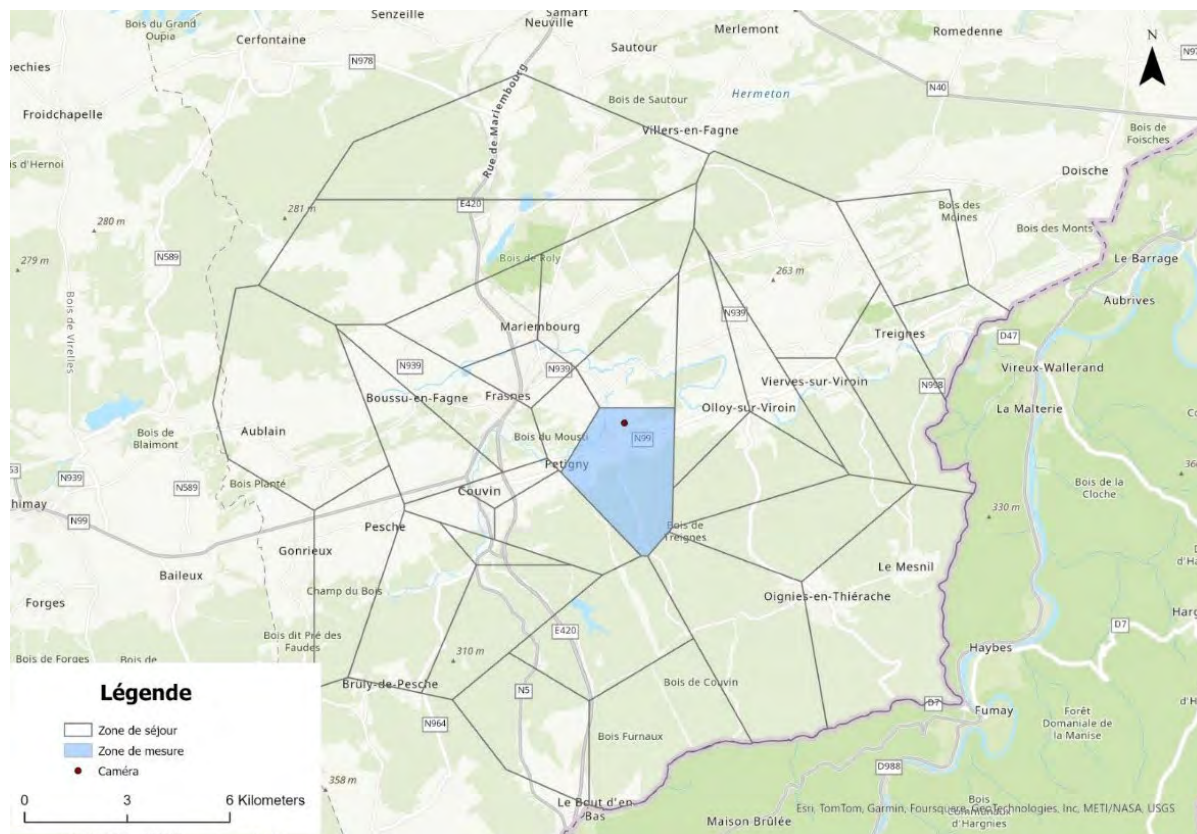
Sur base des analyses réalisées dans le projet AGRETA, on sait qu'il y a potentiellement au moins trois critères temporels qui jouent de manière plus ou moins significative sur la fréquentation des espaces naturels :

- Les jours de **weekend** versus **jour de semaine** ;
- Les **périodes de vacances scolaires** versus **hors périodes de vacances scolaires**
- Le fait d'être en **saison estivale (avril-septembre)** versus **saison hivernale (octobre à mars)**.

Les événements extraordinaires sont identifiés comme étant ceux où, pour chacune de ces catégories, on observe un nombre de personnes par jour supérieur à la moyenne plus trois fois l'écart-type ou inférieur à la moyenne moins trois fois l'écart-type.

6.1 Synthèse du monitoring pour le Fondry des Chiens (Nismes)

6.1.1 Description du site



6.1.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Les données récoltées ne montrent pas de caractéristiques particulières. Cinq jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 19/05/2023 – 09/05/2024
- Jours de pont (conservés) : 10/05/2024
- Autres jours atypiques : 17/02/2024 – 16/06/2024 dont la correspondance est inconnue.

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **200.000 visiteurs**. Sur une année complète (septembre 2023 à août 2024), on y a observé **135.000 visiteurs, soit 370 visiteurs/jour**. La forte fréquentation du site a permis une bonne catégorisation de l'origine des visiteurs, équivalent à 90% des visiteurs (voir plus loin).

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.1.1**). On peut remarquer qu'une proportion significative de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances.

Tableau 6.1.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	158	33.660	25	213	88
Weekends	54	30.805	23	570	217
Semaines en vacances	100	40.308	30	404	191
Weekends en vacances	50	29.953	22	599	216

Les **Figures 6.1.2** et **6.1.3** montrent les variations temporelles très fortes pendant la semaine mais aussi pendant les périodes de congés scolaires avec plus du double de la fréquentation par rapport à un jour de semaine standard.

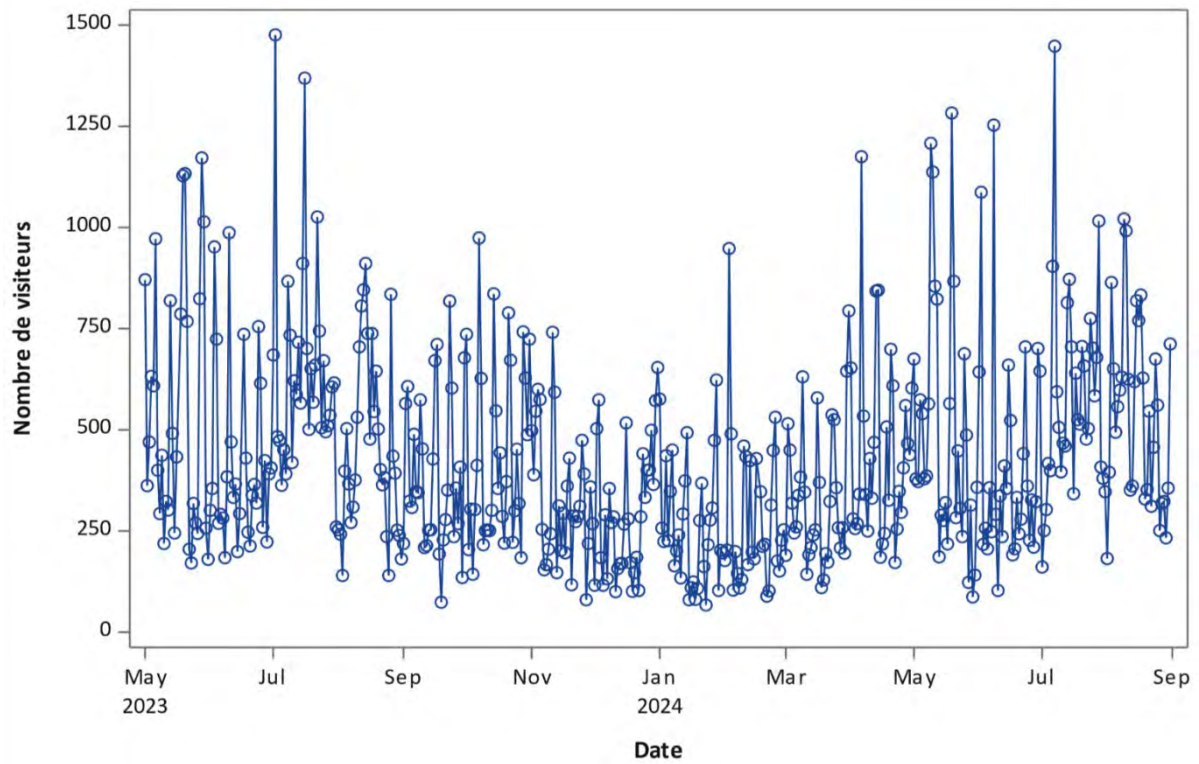


Figure 6.1.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM du Fondry au cours du temps

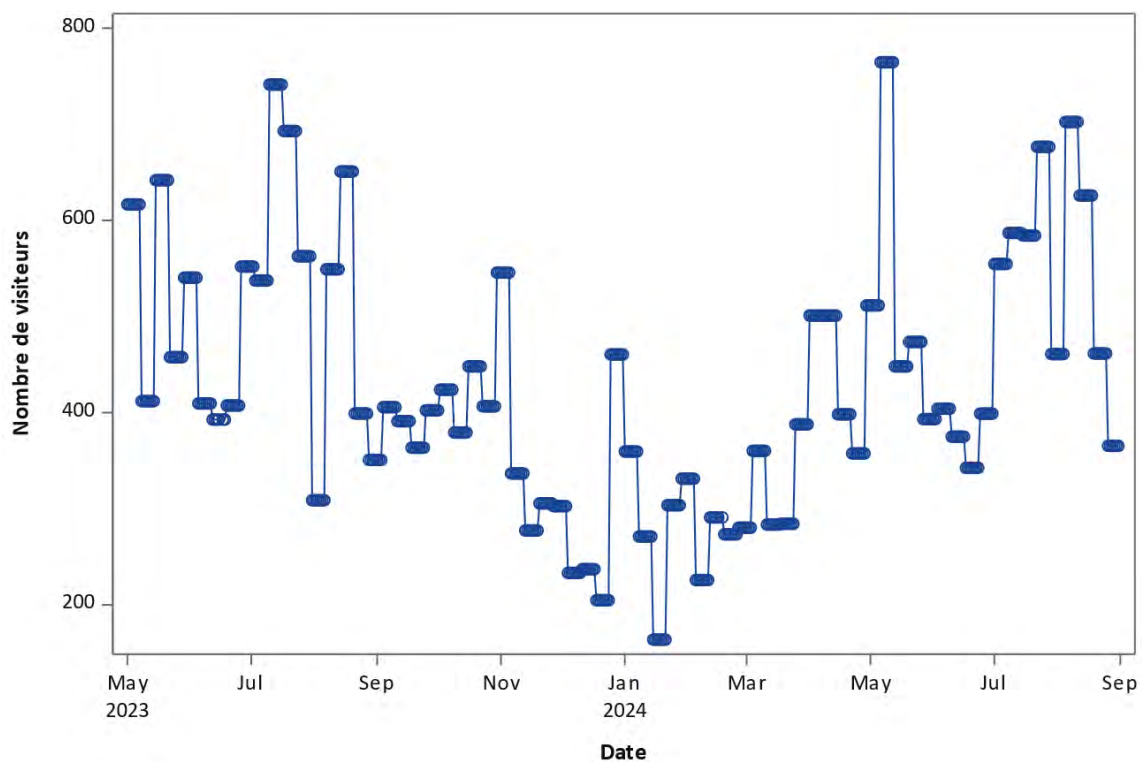


Figure 6.1.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM du Fondry au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Le Fondry des chiens fait partie des sites où 30% des visiteurs ont réalisé un séjour aux alentours du site naturel.

Que ce soit pour les visites à la journée ou les séjours, la différence de moyenne journalière de visiteurs selon les périodes de vacances est plus prononcée en semaine qu'en weekend (**Tableau 6.1.2**). Par ailleurs, on observe très peu de variation de la moyenne journalière durant les weekends en fonction des périodes de vacances pour les visites à la journée.

Tableau 6.1.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	158	4.611	12	29	40
	Départ	158	1.937	5	12	29
	Séjour	158	3.037	8	19	37
	Visites à la journée	158	27.569	74	174	68
Weekend	Arrivée	54	2.845	9	53	51
	Départ	54	3.721	12	69	55
	Séjour	54	2.206	7	41	48
	Visites à la journée	54	22.896	72	424	187
Semaine de vacances	Arrivée	100	6.048	14	60	47
	Départ	100	4.023	9	40	48
	Séjour	100	5.608	13	56	56
	Visites à la journée	100	26.987	63	270	142
Weekend en vacances	Arrivée	50	3.484	10	70	50
	Départ	50	4.191	12	84	51
	Séjour	50	4.203	12	84	44
	Visites à la journée	50	21.785	65	436	165

Origine des visiteurs

La proportion de visiteurs belges du Fondry des chiens est supérieure au schéma général et atteint 83%. Les 6% de visiteurs étrangers n'ont globalement pas pu être catégorisé selon leur pays d'origine. Les internationaux venant à Fondry ne montrent pas de tendance prononcée selon les congés belges, ou des weekends (**Tableau 6.1.3**).

Tableau 6.1.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l’automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Autre	2	168	0	84	23
	Nationale	Belgique	157	27.431	81	175	61
	Autre	Autre	158	6.061	18	38	55
Weekend	Internationale	France	1	113	0	113	.
		Autre	16	1.544	5	97	23
	Nationale	Belgique	54	26.753	87	495	196
	Autre	Autre	54	2.395	8	44	50
Semaine de vacances	Internationale	France	3	286	1	95	32
		Pays-Bas	1	120	0	120	.
		Autre	18	2.027	5	113	24
	Nationale	Belgique	100	32.322	80	323	150
	Autre	Autre	100	5.553	14	56	62
Weekend en vacances	Internationale	France	1	95	0	95	.
		Autre	26	2.555	9	98	23
	Nationale	Belgique	50	25.750	86	515	182
	Autre	Autre	50	1.553	5	31	48

La majorité des belges visitant le Fondry des chiens sont wallons (60%), soit deux fois plus que le nombre de visiteurs flamands (29%). Le rapport entre wallons et flamands reste stable en fonction des congés, sauf en semaine hors vacances, où moins de 5 % de Flamands sont recensés (**Tableau 6.1.4**).

Tableau 6.1.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	7	720	5	103	26
	Wallons	88	10.099	76	115	40
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	23	2.487	19	108	25
Weekend	Flamands	25	4.551	34	182	75
	Wallons	29	7.627	56	263	136
	Bruxellois	2	200	1	100	6
	Autre	13	1.200	9	92	18
Semaine de vacances	Flamands	55	8.232	33	150	71
	Wallons	85	14.467	58	170	68
	Bruxellois	1	95	0	95	.
	Autre	20	2.018	8	101	18
Weekend en vacances	Flamands	37	7.309	35	198	72
	Wallons	40	11.405	55	285	129
	Bruxellois	6	590	3	98	14
	Autre	12	1.436	7	120	23

Tableau 6.1.5 : Synthèse des origines présentes au Fondry en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	83				5	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	60	29	1	10		

6.1.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le suivi local par caméra **Dark04** du Fondry des Chiens s’est déroulé de fin juin 2023 à début septembre 2024, avec la caméra installée à 100 m de l’entrée du site.

Bien que le monitoring ait été continu, un mauvais positionnement de la caméra entre le 20 février et le 19 avril 2024 a faussé le comptage des visiteurs durant cette période. Cette portion de données a été exclue, ce qui a entraîné l’absence de relevés pour les vacances de printemps et de détente 2024 des Flamands. Malgré cette interruption, la caméra a permis de suivre près de **110.000 visiteurs et d’enregistrer 40.500 événements** au cours de 360 jours de suivi (**Tableau 6.1.5**). Aucun facteur multiplicatif n’a été appliqué aux résultats de la caméra.

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés selon les règles établies. Les 9 et 10 mai 2024 ont été retenus, car ils correspondaient à un jour férié et un jour de pont, et aucune autre activité n’a été détectée sur les images. Les 4 et 17 octobre 2023 ont également été signalés comme jours atypiques, probablement en raison de stationnements de personnes devant la caméra.

La caméra détecte non seulement les promeneurs visitant le site du Fondry des chiens, mais également les passagers du petit train de Nîmes. Ce dernier circule les weekends à 15h du 30 mars au 30 juin, ainsi que tous les jours à 15h (sauf le jeudi à 11h) du 1^{er} au 29 septembre ; et du 1^{er} juillet au 31 août. Il fonctionne également les jours fériés suivants : 01/04, 01/05 à 15h et 09/05 à 11h. Le train effectue une halte sur le site après l’emplacement de la caméra pour une balade de 10 minutes ¹⁵. La caméra détecte donc au maximum deux passages par jour de circulation, à condition que le train ne soit pas trop rapide, capturant ainsi la partie visible des passagers.

Au-delà de l’influence saisonnière observée sur les données mobiles, il est notable que le niveau de fréquentation minimale a été plus élevé après le repositionnement de la caméra en avril 2024 (**Figure 6.1.4**). La saison montre ainsi une influence singulière sur la fréquentation du site.

¹⁵ <https://www.cm-tourisme.be/fr/a/petit-train-touristique-de-nîmes>

Tableau 6.1.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring du Fondry des chiens

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Fondry	Dark04	22/06/2023	04/09/2024	360	150.063	40.528	108.906

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.1.7**). Par rapport aux jours de semaine standard hors congé, il y **4 fois plus de visiteurs le WE ou en période de vacances** et même **5 fois plus de visiteurs les WE en périodes de vacances** !

Tableau 6.1.7. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	133	13.200	12	99	93
Weekend	52	21.600	20	416	236
Semaine de vacances	119	45.500	42	382	248
Weekend de vacances	54	28.100	26	521	255

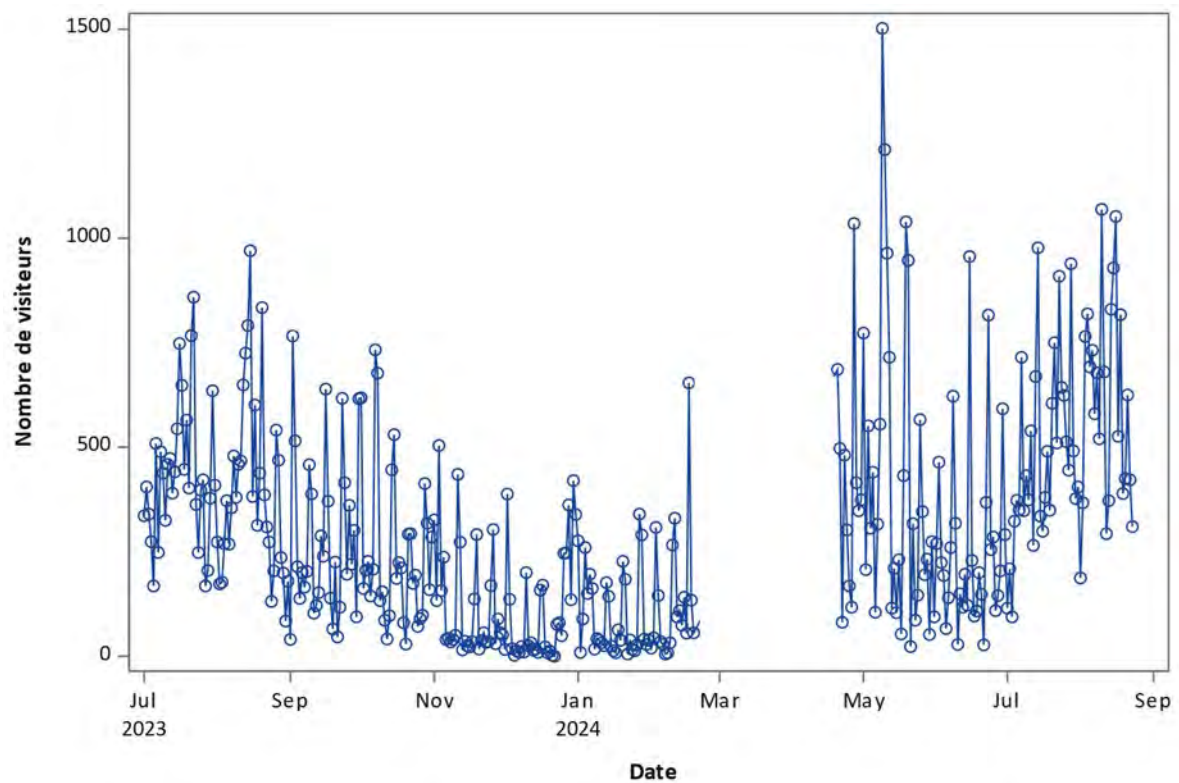


Figure 6.1.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Fondry des chiens

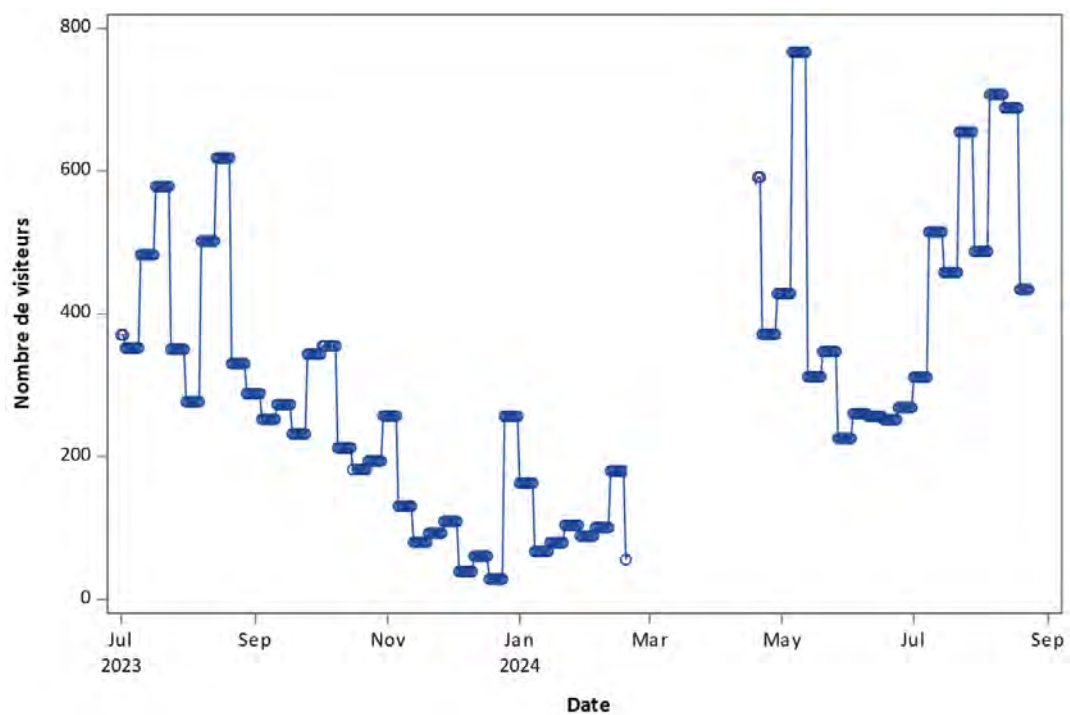


Figure 6.1.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Fondry des chiens

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Le site du Fondry des chiens suit globalement le schéma général, avec une influence des vacances et des saisons un peu plus marquée. L'impact des week-ends y est légèrement inférieur à celui des autres sites, avec **45 % des visites concentrées pendant le week-end**, un chiffre légèrement inférieur à la moyenne.

6.1.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre les données mobiles et celles des caméras est très élevée avec une variance commune (R^2) de 85 % (**Figure 6.1.6**). Ce site est l'un des rares où le nombre de visiteurs détectés par les deux systèmes est particulièrement similaire (voir la pente de la droite, qui est proche de 1). Cela confirme la pertinence du choix de la zone TAC, qui permet un suivi efficace des visiteurs du Fondry des chiens. Les biais ont été évités, car les personnes mesurées dans cette zone se rendaient réellement sur le site naturel, et non dans d'autres attractions, celles-ci étant soit inexistantes, soit peu nombreuses.

Il convient toutefois d'interpréter ces résultats avec prudence, car l'emplacement de la caméra, située près de l'entrée du parking, entraîne des doubles-comptages à cause des allers-retours pour entrer et sortir du site. De plus, elle enregistre une partie des passagers du train touristique qui viennent visiter le site, mais pas la totalité.

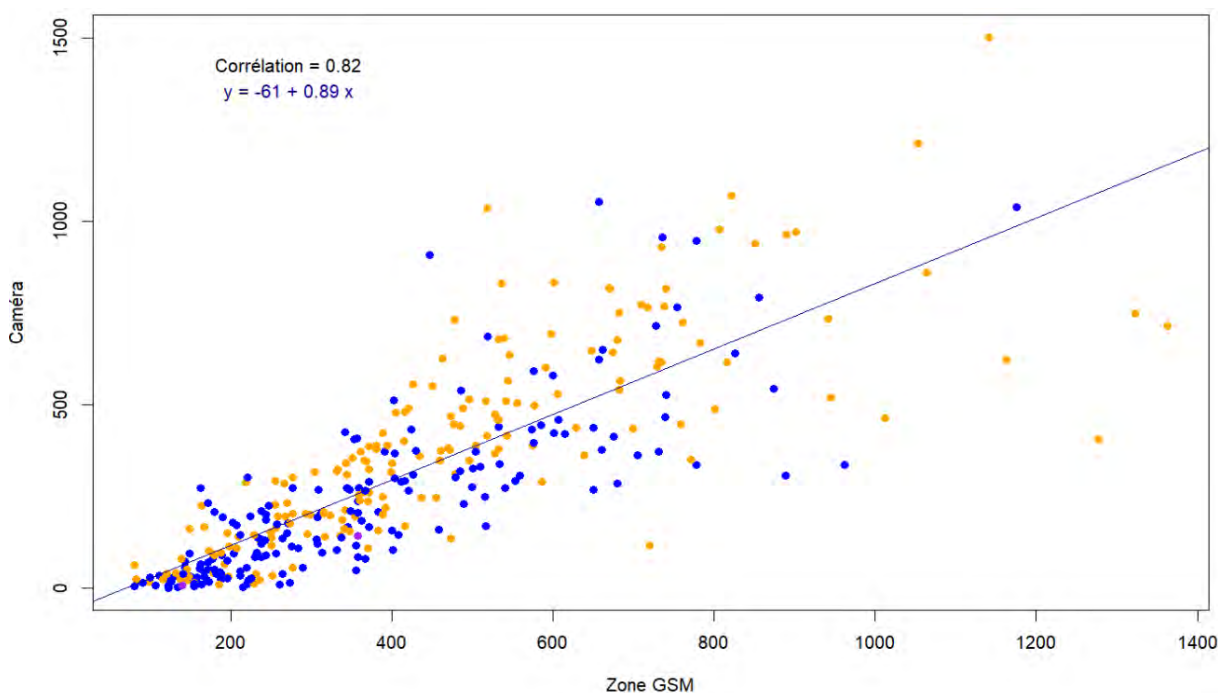


Figure 6.1.6 : Relation entre les données caméra du Fondry des chiens et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.1.5 Recommandations pour le monitoring du Fondry des chiens

Pour le monitoring local, il est difficile de choisir un emplacement optimal pour le matériel permettant de mesurer précisément la fréquentation du site. Dès l'entrée, plusieurs chemins peuvent être empruntés. La caméra a donc été placée à l'embranchement des sentiers près du parking, mais cet emplacement entraîne des doubles-comptages.

Le monitoring basé sur les données mobiles semble toutefois corroborer étroitement les résultats du monitoring local. Avec une zone TAC bien positionnée sur le site, captant les visiteurs de l'espace naturel et des zones forestières plus au sud mais qui sont moins fréquentées en évitant les zones urbanisées toutes proches, il pourrait être pertinent de s'appuyer sur ce type de monitoring pour évaluer la fréquentation. Lorsque le site sera réaménagé dans le cadre des projets du PN ESEM, il faudra vérifier dans quel mesure un système local sur un ou plusieurs points de passage obligés ne serait pas plus efficace pour ne suivre que ce site très ouvert.

L'influence des congés, à la fois les weekends et les périodes de vacances, fait du Fondry un excellent reflet de l'attractivité de l'espace naturel pour les touristes. Ce site est donc bien pertinent à monitorer pour suivre la fréquentation touristique des espaces naturels de Wallonie.

6.2. Synthèse du monitoring pour Daverdisse

6.2.1. Description du site

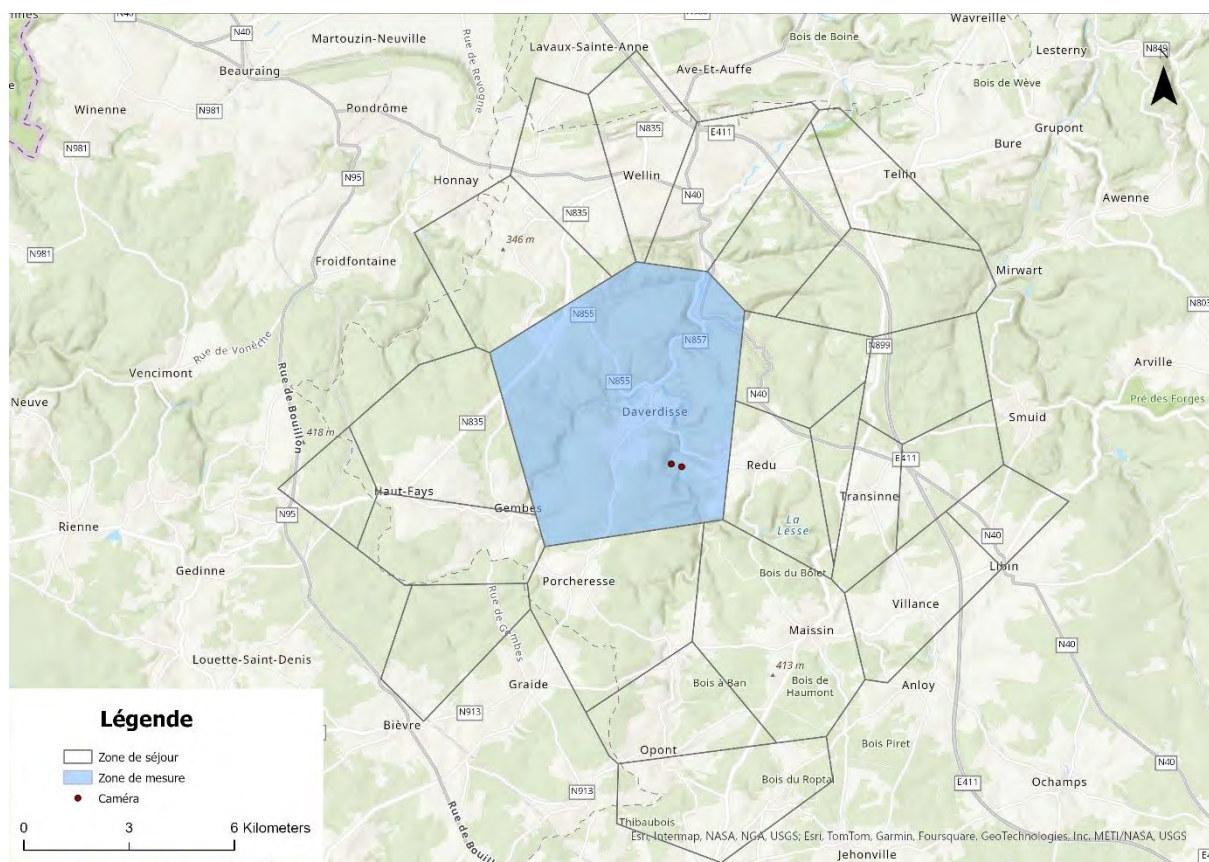


Figure 6.2.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Daverdisse

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense trois attractions ouvertes et connues sur les communes de Tellin et Libin, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Euro Space center (4), MUDIA (2), Ancienne fonderie des cloches (1).

La zone compte également **83 randonnées reconnues totalisant 615 km**, dont 15 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **119 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1 200 lits**. Une dizaine de logements se situent directement dans la zone de mesure, offrant 230 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **190 habitants en 2022 et prend en compte le village de Daverdisse** (source : Proximus).

Situé en plein massif forestier et au cœur de plusieurs sites Natura 2000, la proportion d'ENF dans la zone TAC « **84DVD_000** » (4.400 ha) est de près de 70%.

Concernant le monitoring local, deux caméras ont été installées pour surveiller la promenade de la Lesse, positionnées de chaque côté du pont des Barbouillons.

6.2.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Quatre jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours de pont (conservés) : 19/05/2023
- Trails identifiés : 28/05/2023
- Autres jours atypiques : 15/03/2024 – 24/05/2024 dont la correspondance n'a pas été déterminée

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **180.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **130.000 visiteurs, soit 350 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.2.1**). L'effet des périodes de vacances (été, automne, hiver, printemps) est très net sur la **Figure 6.2.3**.

Tableau 6.2.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges - pour la période allant d'automne 2023 à l'été 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	156	33.050	26	212	84
Weekends	54	27.358	21	507	173
Semaines en vacances	99	38.064	30	384	144
Weekends en vacances	51	29.765	23	584	146

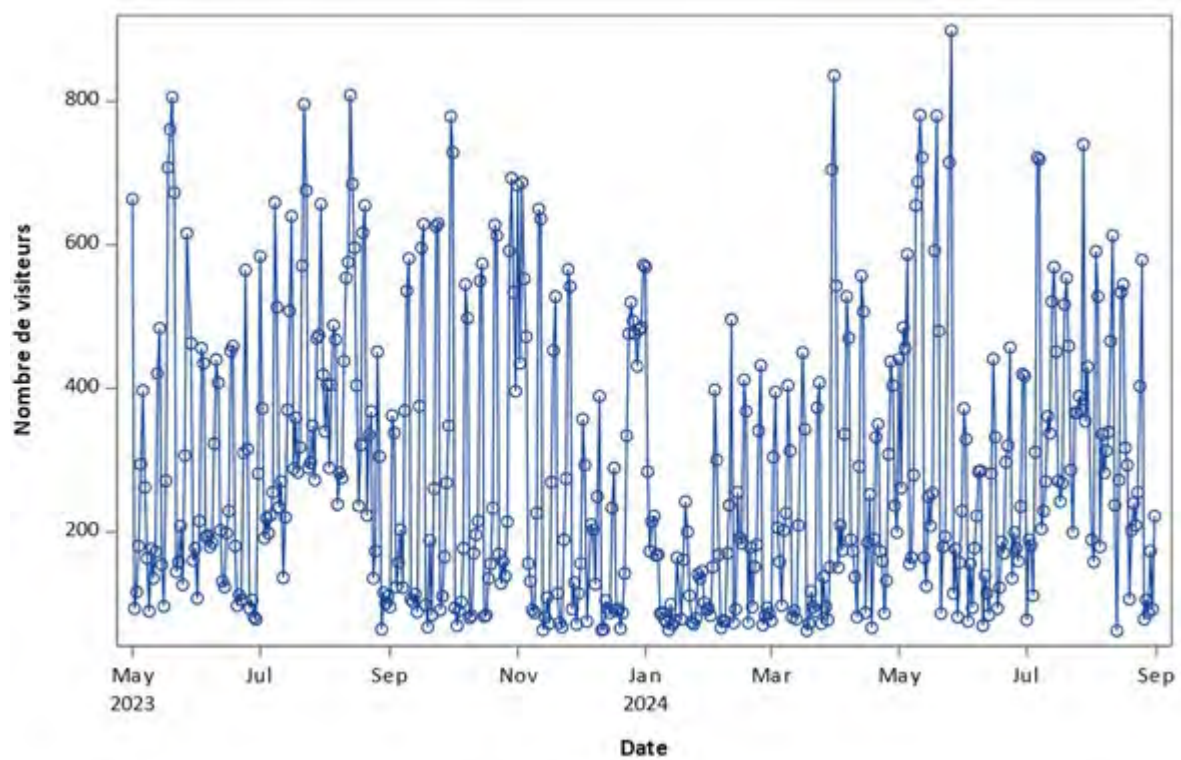


Figure 6.2.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Daverdisse au cours du temps

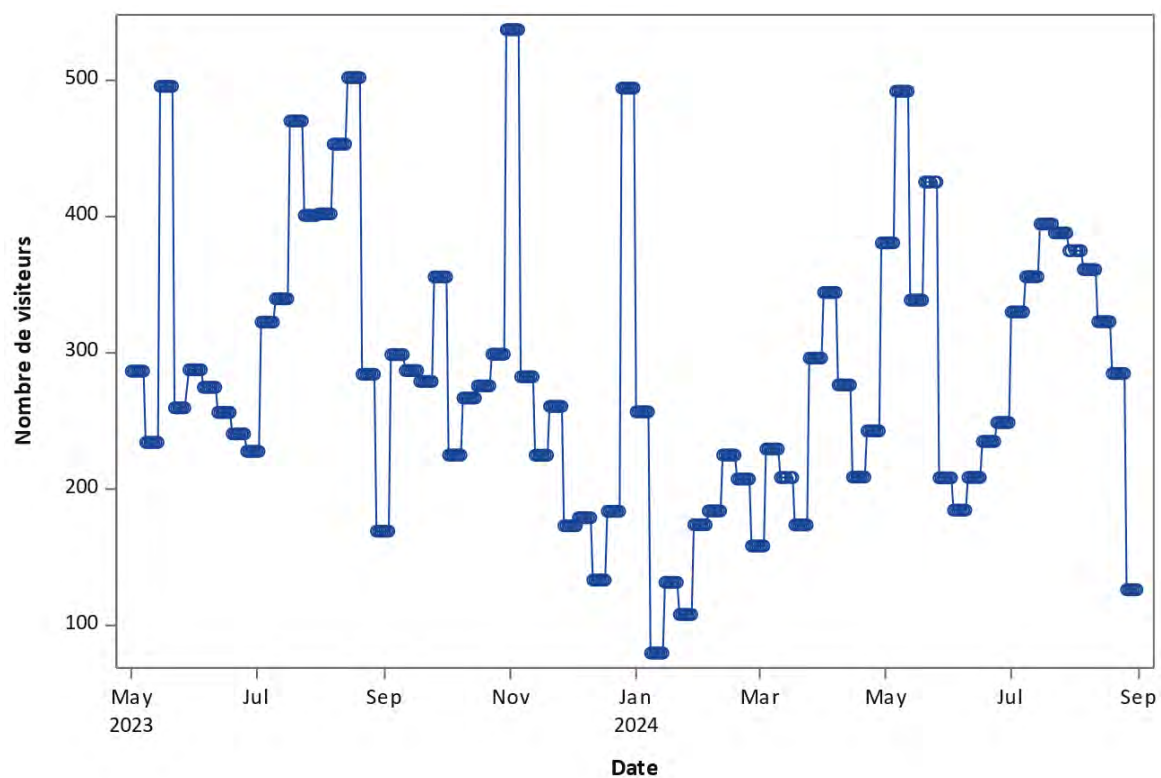


Figure 6.2.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Daverdisse au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Daverdisse fait partie des sites où une plus grande proportion des visiteurs (43%) réalise un séjour aux alentours du site naturel.

Concernant les séjours, la différence de moyenne journalière de visiteurs selon les périodes de vacances est plus prononcée en semaine qu'en weekend (**Tableau 6.2.2**).

Tableau 6.2.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	155	2.934	14	19	43
	Départ	156	384	2	2	14
	Séjour	154	130	1	1	8
	Visites à la journée	156	17.410	83	112	45
Weekend	Arrivée	54	3.466	15	64	83
	Départ	54	5.507	23	102	122
	Séjour	54	2.971	13	55	74
	Visites à la journée	54	11.544	49	214	95
Semaine de vacances	Arrivée	81	2.825	11	35	52
	Départ	78	2.020	8	26	56
	Séjour	92	6.884	26	75	64
	Visites à la journée	99	15.020	56	152	65
Weekend en vacances	Arrivée	47	4.182	17	89	89
	Départ	48	5.131	20	107	109
	Séjour	48	4.959	20	103	84
	Visites à la journée	51	10.943	43	215	71

Origine des visiteurs

La proportion de visiteurs belges à Daverdisse est supérieure au schéma général et atteint 80%. Parmi les 10% de visiteurs étrangers, on retrouve 2% de visiteurs venant des Pays-Bas, le pays étranger le plus représenté sur le site. La forte fréquentation du site a permis une bonne catégorisation de l'origine des visiteurs, équivalent à 90% des visiteurs.

Tableau 6.2.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l’automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Pays-Bas	7	252	1	36	10
		Autre	37	2.555	8	69	22
	Nationale	Belgique	153	23.789	72	155	68
	Autre	Autre	156	6.454	20	41	41
Weekend	Internationale	Pays-Bas	10	507	2	51	9
		Autre	20	1.230	4	62	18
	Nationale	Belgique	54	23.603	86	437	154
	Autre	Autre	54	2.018	7	37	41
Semaine de vacances	Internationale	Pays-Bas	17	977	3	57	17
		Autre	43	2.858	8	66	19
	Nationale	Belgique	99	29.198	77	295	135
	Autre	Autre	99	5.031	13	51	49
Weekend en vacances	Internationale	France	1	22	0	22	.
		Pays-Bas	18	959	3	53	19
		Autre	24	1.529	5	64	20
	Nationale	Belgique	51	25.236	85	495	123
	Autre	Autre	51	2.019	7	40	41

La moitié (48%) des Belges visitant Daverdisse sont **Wallons**, 40% sont Flamands et 5% sont Bruxellois. Peu de flamands ont été détectés les jours de semaine hors vacances (**Tableau 6.2.4**).

Tableau 6.2.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	11	1.136	11	103	21
	Wallons	77	7.011	68	91	24
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	23	2.203	21	96	20
Weekend	Flamands	25	4.398	43	176	56
	Wallons	28	4.631	46	165	102
	Bruxellois	6	589	6	98	11
	Autre	5	513	5	103	18
Semaine de vacances	Flamands	62	9.142	43	147	59
	Wallons	85	10.356	49	122	43
	Bruxellois	3	331	2	110	14
	Autre	13	1.328	6	102	22
Weekend en vacances	Flamands	40	9.204	49	230	61
	Wallons	41	7.041	38	172	57
	Bruxellois	19	2.291	12	121	35
	Autre	2	234	1	117	21

Tableau 6.2.5 : Synthèse des origines présentes à Daverdisse en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	79				8	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	48	40	5	7		

6.2.3 Analyse des données caméras – Rive droite

A) Analyse préalable du monitoring

La première caméra a été placée sur la rive droite de la Lesse, à proximité d'un banc de repos. Le monitoring y a été continu depuis fin juin 2023 à début septembre 2024, représentant 428 jours de suivi. Le modèle de caméra utilisé sur ce site est **Patriot**. Il nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 sur le nombre de personnes décomptées car son large champ de vision a tendance à créer des doubles rafales (**Tableau 6.2.6**).

Six événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, le 1er novembre 2023, un jour férié, a été conservé, ainsi que d'autres journées atypiques dont la cause n'a pas pu être déterminée : 11/10/2023 - 17/10/2023 - 06/11/2023 - 25/01/2024 - 07/06/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.2.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de la rive droite de la Lesse à Daverdisse

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Daverdisse droite	Patr07	30/06/2023	03/09/2024	428	28.22	9.447	21.269

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation de la rive droite de Daverdisse reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.2.7**). Par rapport aux jours de semaine standard hors congé, il y **3 fois plus en période de vacances, 4 fois plus de visiteurs le weekend** et même **5 fois plus de visiteurs les weekends en périodes de vacances**.

Tableau 6.2.7. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	153	2.531	16	17	15
Weekend	54	4.014	26	74	45
Semaine de vacances	100	4.471	29	45	31
Weekend de vacances	51	4.417	29	87	42

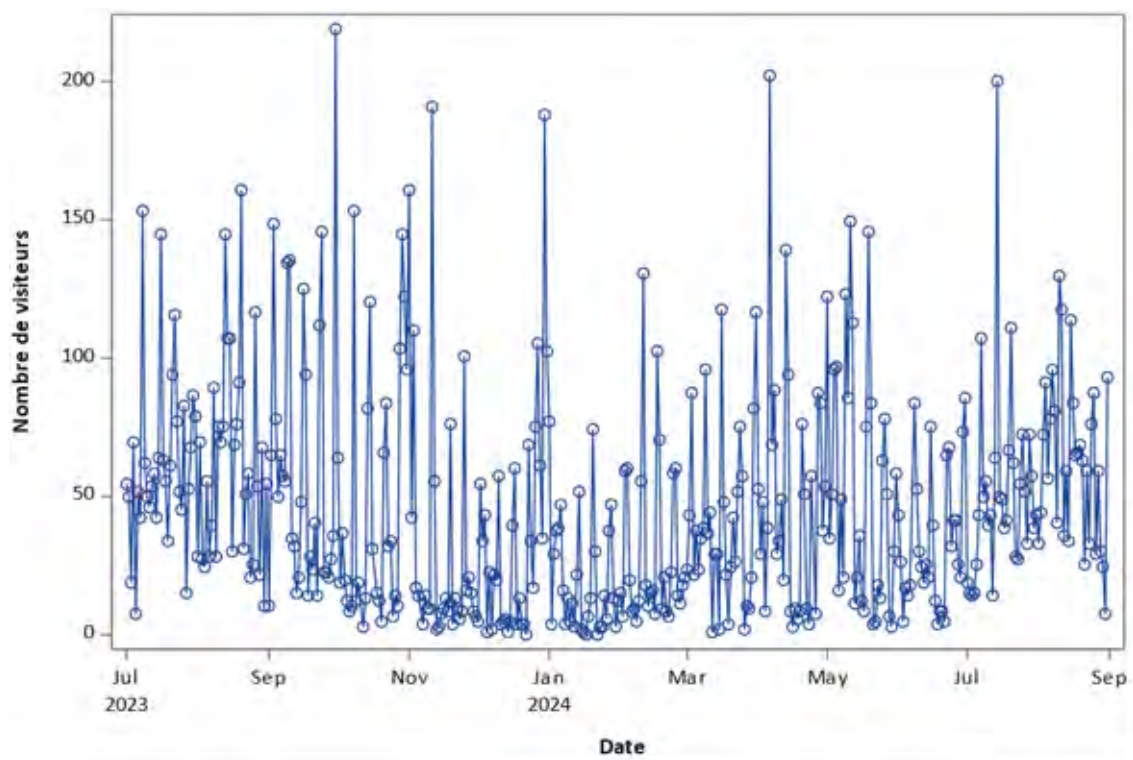


Figure 6.2.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de la rive droite de la Lesse à Daverdisse

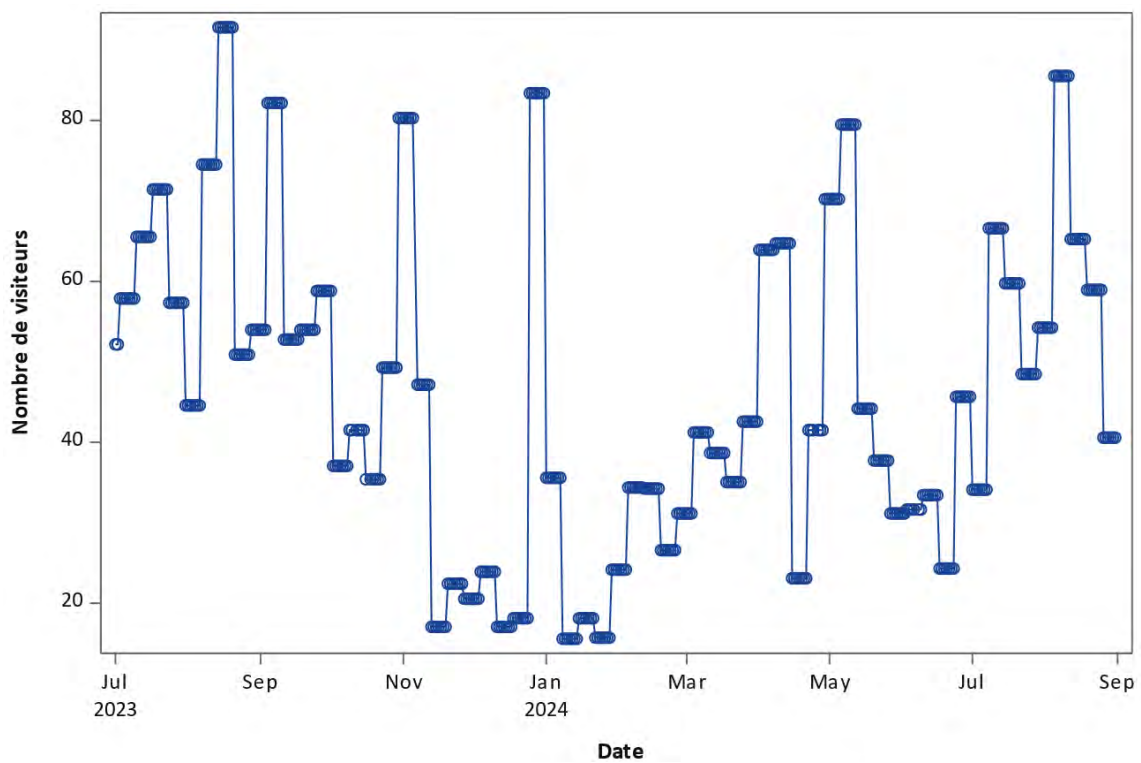


Figure 6.2.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de la rive droite de la Lesse à Daverdisse

6.2.4 Analyse des données caméras – Rive gauche

A) Analyse préalable du monitoring

Une deuxième caméra de modèle **Dark Ops** a été placée sur la rive Gauche de la Lesse. Le monitoring y a été continu depuis fin juin 2023 à début septembre 2024, représentant 428 jours de suivi (**Tableau 6.2.8**).

Six événements extraordinaires, dont la cause n’a pas pu être déterminé, ont été identifiés sur base des règles établies : 09/07/2023 - 05/10/2023 - 17/10/2023 - 06/11/2023 - 07/06/2024 - 06/08/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.2.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring de la rive gauche de la Lesse à Daverdisse

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Daverdisse gauche	Dark10	30/06/2023	03/09/2024	428	32.899	10.972	21.710

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation de la rive gauche de Daverdisse est semblable à celui de la rive droite, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.2.9**). Par rapport aux jours de semaine standard hors congé, il y **3 fois plus en période de vacances, 4 fois plus de visiteurs le weekend** et même **5 fois plus de visiteurs les weekends en périodes de vacances**.

Tableau 6.2.9 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	154	2.614	15	17	14
Weekend	54	4.319	25	80	41
Semaine de vacances	99	5.117	30	52	36
Weekend de vacances	51	4.976	29	98	50

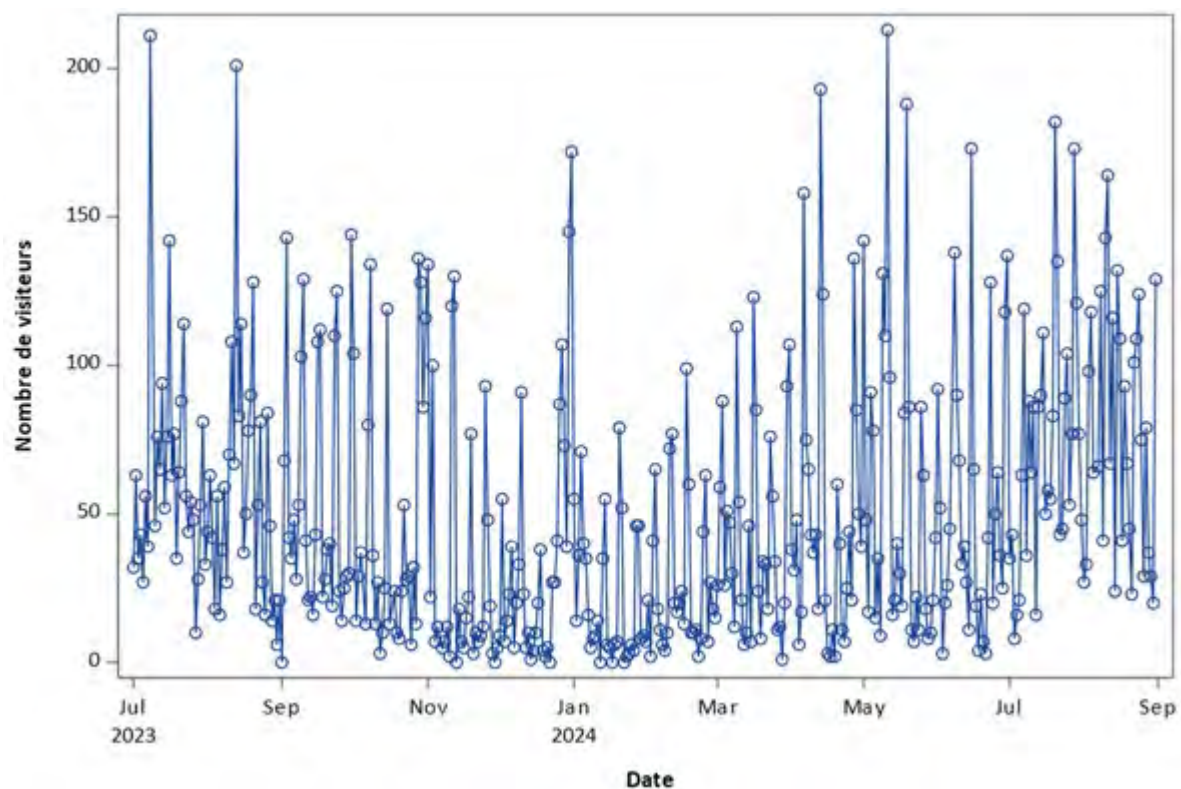


Figure 6.2.6: Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de la rive gauche de la Lesse à Daverdisse

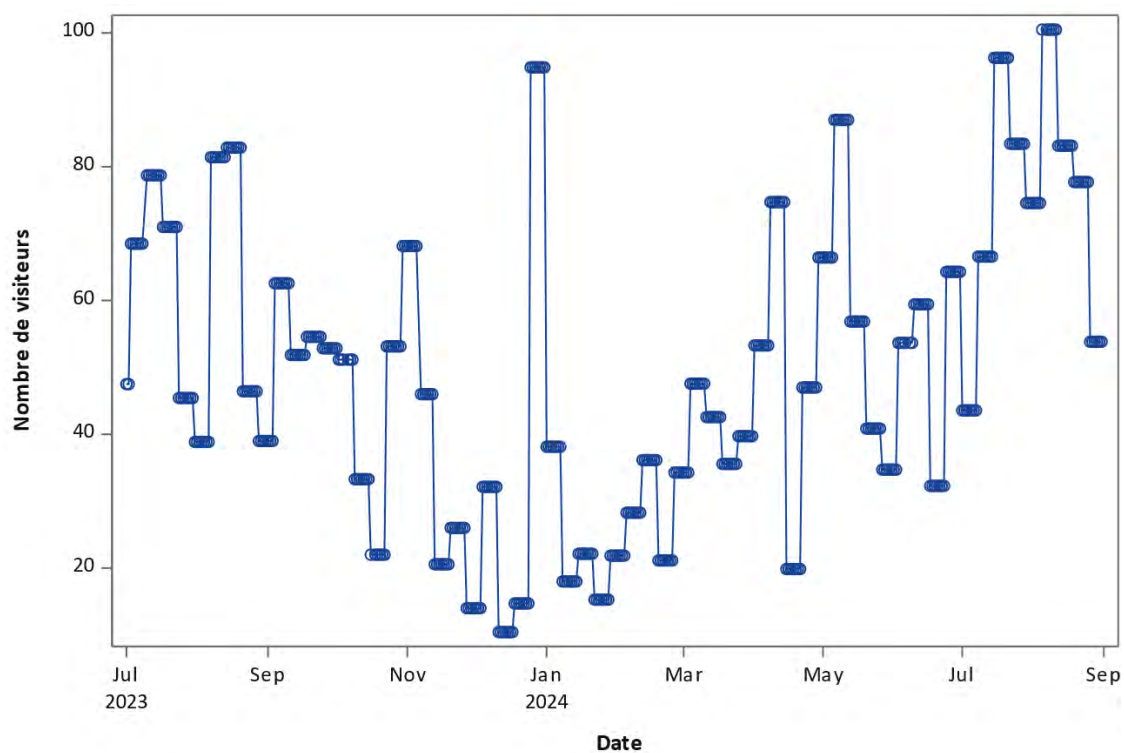


Figure 6.2.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de la rive gauche de la Lesse à Daverdisse

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Le suivi par caméra des deux rives de Daverdisse met en évidence une forte influence des congés belges, qui expliquent **50 % de la variabilité de la fréquentation**. Les **weekends contribuent trois fois plus à la fréquentation** que les variations saisonnières. Ces facteurs exercent une influence similaire tant au niveau des données mobiles qu'à celui des données issues des caméras, reflétant ainsi le schéma général de fréquentation observé sur l'ensemble des sites.

6.2.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

Les deux caméras ont une très bonne corrélation et un nombre de personnes comptées pratiquement identiques (**Figure 6.2.8**). Les deux rives sont donc fréquentées de manière similaire.

Les deux caméras montrent une corrélation similaire par rapport à la fréquentation détectée par la zone GSM. En revanche, la zone GSM n'explique que **15% des fréquences locales (Figures 6.2.9 et 6.2.10)**. La boucle de randonnée monitorée par les caméras représente une petite partie des activités présentes dans la zone GSM mais elle est une bonne représentation des variations de fréquentation qui ont lieu dans la zone.

Si on somme le nombre de visiteurs journaliers présents sur les deux rives, la corrélation avec la zone GSM est un peu améliorée, passant de 76% à presque 80% et la zone GSM explique 35% de la fréquentation locale (**Figure 6.2.11**).

Il n'est pas possible d'être absolument certain que les personnes visitant la rive gauche sont différentes de celles visitant la rive droite car si les visiteurs effectuent une boucle de randonnée passant d'une rive à l'autre, ils pourraient être comptés par les deux caméras. Toutefois, les deux caméras montrent une forte corrélation, ce qui suggère que les visiteurs des deux rives suivent des comportements de fréquentation similaires, bien que cela ne signifie pas nécessairement qu'ils traversent systématiquement d'une rive à l'autre.

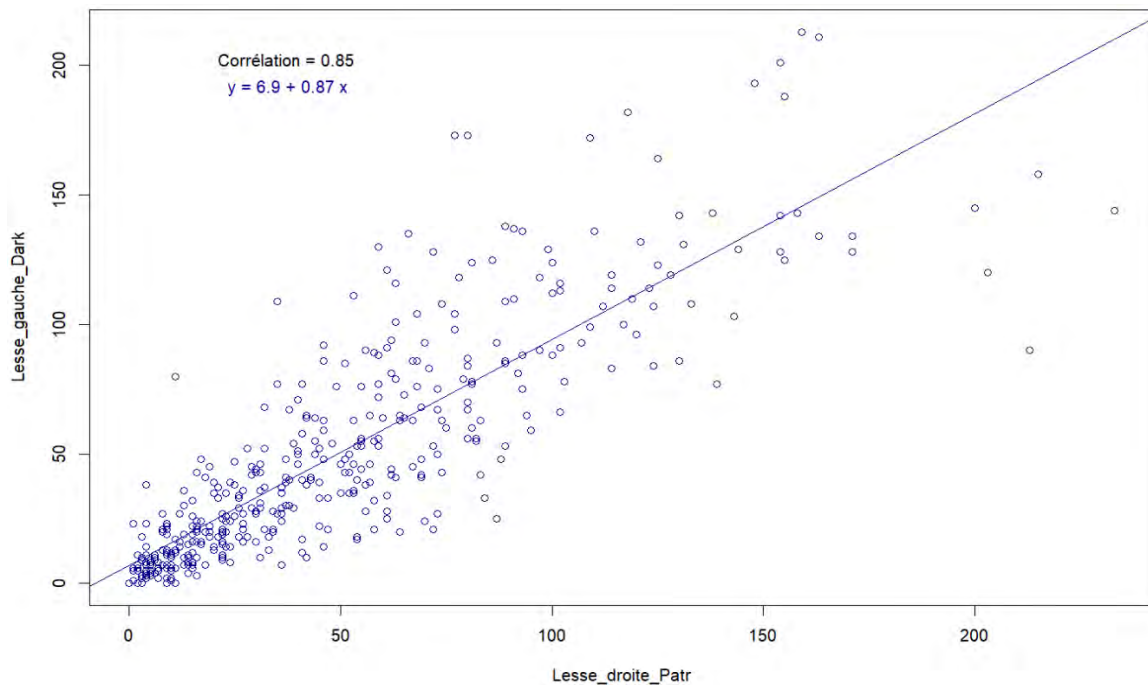


Figure 6.2.8 : Relation entre les données des deux caméras de Daverdisse

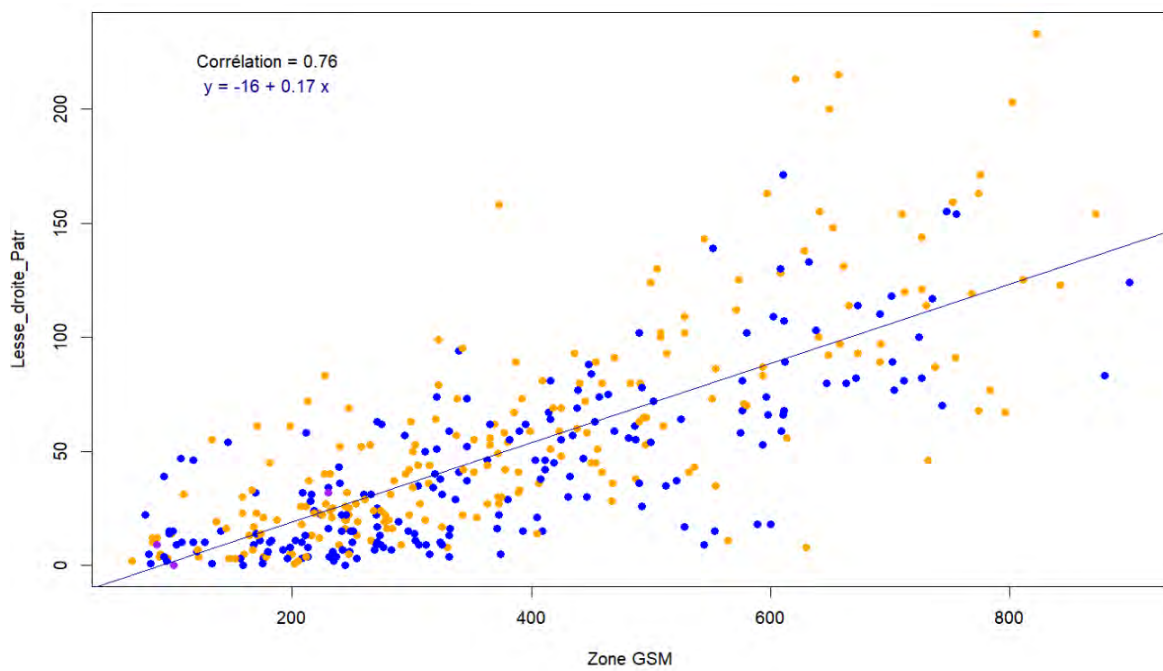


Figure 6.2.9 : Relation entre les données caméra de la rive droite de Daverdisse et la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

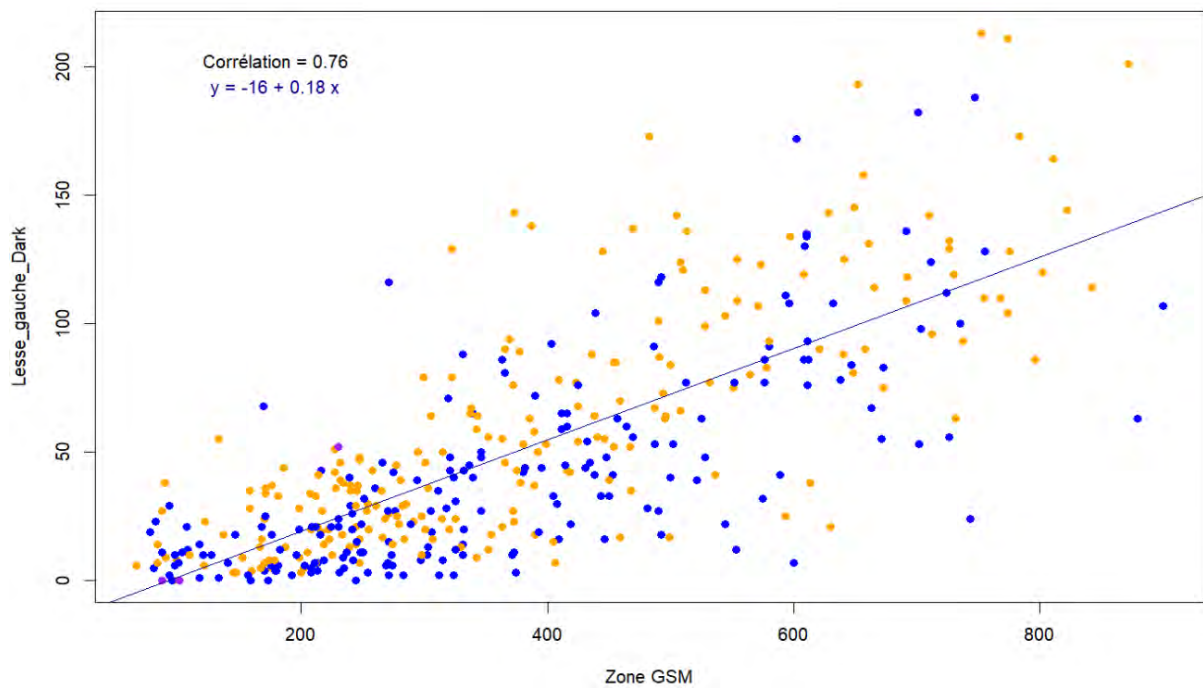


Figure 6.2.10 : Relation entre les données caméras de la rive gauche de Daverdisse et la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

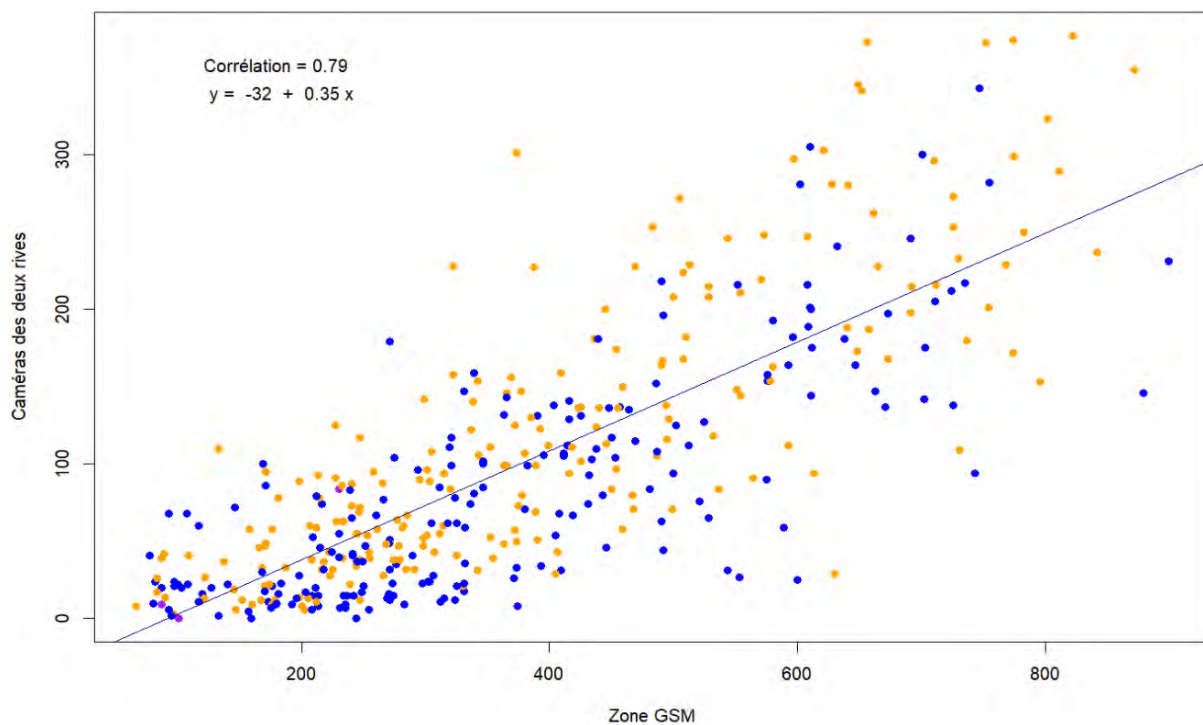


Figure 6.2.11 : Relation entre la somme des données caméras des deux rives de Daverdisse et la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.2.5 Recommandations pour le monitoring de Daverdisse

En ce qui concerne le **monitoring local**, les résultats ne permettent pas de privilégier une rive par rapport à l'autre pour mesurer la fréquentation. Étant donné que les deux rives présentent une fréquentation similaire en termes de variations et de niveaux de visiteurs, et suivent les mêmes schémas de fréquentation en fonction des congés, il est tout de même possible de se limiter à une seule caméra ou un éco-compteur pour obtenir une idée des fluctuations sur le site. Toutefois, il serait pertinent d'examiner si des doublons peuvent survenir entre les deux rives, c'est-à-dire si les mêmes personnes sont comptées chaque jour.

Le **monitoring macro** basé sur les données mobiles permet d'avoir une vue d'ensemble de la fréquentation de Daverdisse, mais la large zone TAC inclut également le village de Daverdisse, ce qui empêche de se concentrer uniquement sur les espaces naturels. Cela explique la bonne corrélation avec les données des caméras, mais aussi la faible proportion de visiteurs réellement représentatifs de la fréquentation des rives.

6.3.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Événements extraordinaires :

- Festivités de Tellin : 21/07/2023 et 21/07/2024
- Autres jours atypiques : 17/05/2023 - 30/06/2023 - 01/10/2023 - 29/10/2023 - 03/11/2023 - 11/01/2024

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **162.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé presque **110.000 visiteurs, soit 290 visiteurs/jour**. La zone GSM des Pairées est l'un des sites les moins fréquentés.

Dans la zone GSM des Pairées, l'évolution de la fréquentation suit globalement le schéma général, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et les weekends (**Tableau 6.3.1**). Cependant, le site présente des particularités, car une proportion importante de visiteurs fréquente le site durant les semaines de vacances. La moyenne journalière pendant ces périodes n'est pas significativement différente de celle des weekends, qu'ils soient en période de vacances ou non. Les congés belges expliquent près de 40 % de la variabilité de la fréquentation. Le site présente donc une influence plus forte des vacances que des weekends. Les **Figures 6.3.2 et 6.3.3** montrent que la fréquentation du site augmente principalement pendant les vacances d'été.

Tableau 6.3.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	157	31.972	30	204	71
Weekends	53	17.905	17	338	128
Semaines en vacances	99	36.956	34	373	172
Weekends en vacances	49	21.011	19	429	206

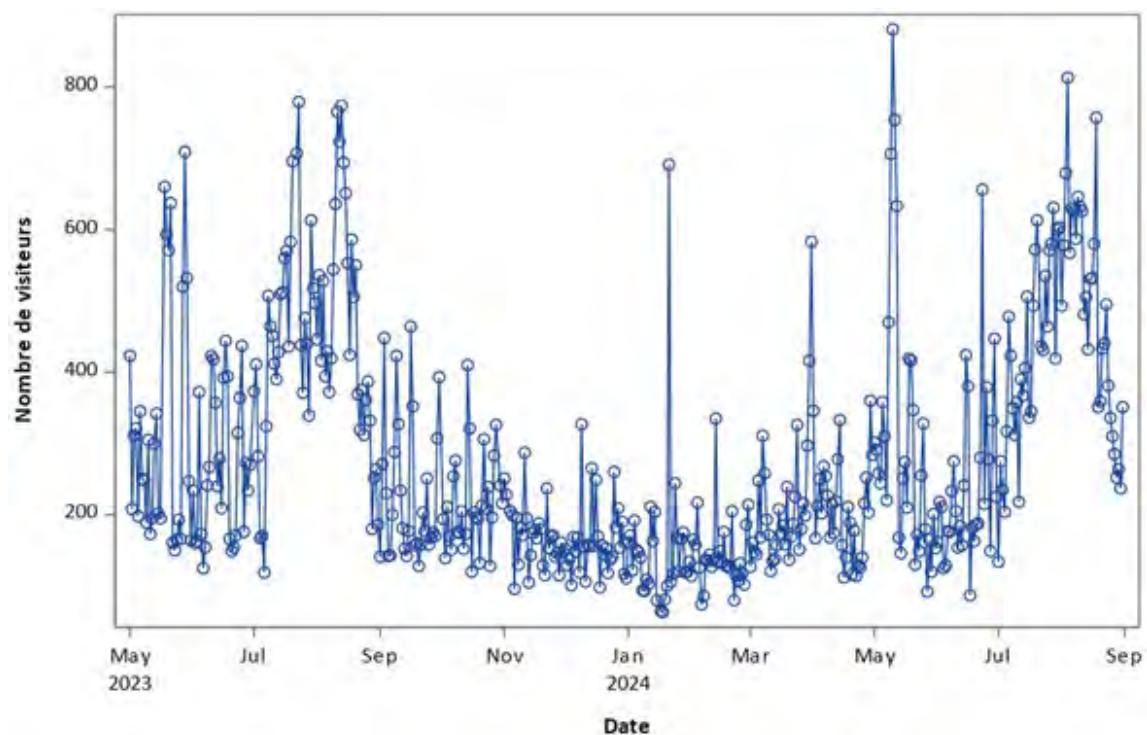


Figure 6.3.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM des Pairées au cours du temps

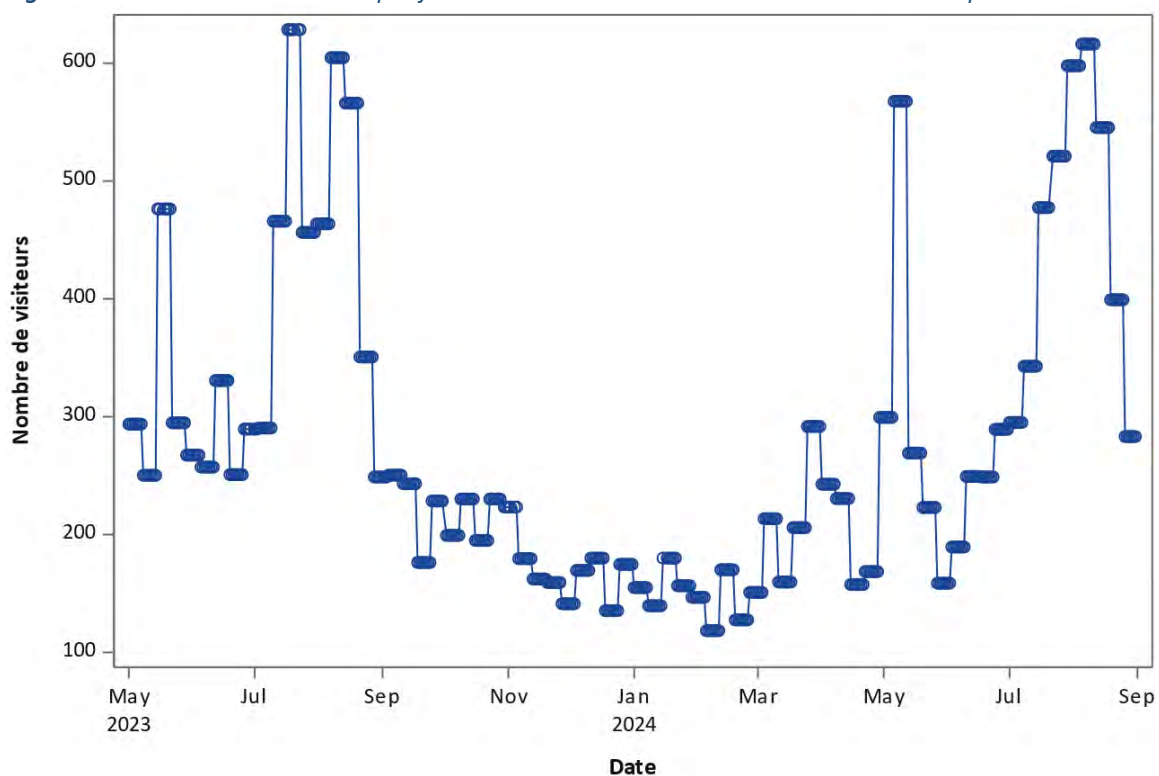


Figure 6.3.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM des Pairées au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Les visiteurs des Pairées réalisent **essentiellement des visites à la journée (96%)**. On aurait pu s'attendre à plus de séjours vu l'influence des semaines de vacances sur la fréquentation du site.

Tableau 6.3.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	156	0	0	0	0
	Départ	155	0	0	0	0
	Séjour	146	914	4	6	19
	Visites à la journée	157	24.607	96	157	46
Weekend	Arrivée	52	0	0	0	0
	Départ	53	146	1	3	14
	Séjour	52	703	5	14	32
	Visites à la journée	53	12.971	94	245	113
Semaine de vacances	Arrivée	99	0	0	0	0
	Départ	99	0	0	0	0
	Séjour	98	1.269	4	13	31
	Visites à la journée	99	30.675	96	310	157
Weekend en vacances	Arrivée	49	109	1	2	16
	Départ	49	83	0	2	12
	Séjour	49	686	4	14	33
	Visites à la journée	49	16.283	95	332	197

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs (70 %) sont belges, tandis que 12 % sont étrangers, principalement originaires des Pays-Bas, qui représentent 6 % des visiteurs. En revanche, 18 % des visiteurs n'ont pas pu être identifiés quant à leur pays d'origine, un taux supérieur à celui observé dans le schéma général.

Tableau 6.3.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Autre	2	130	0	65	7
	Nationale	Belgique	155	23.266	73	150	44
	Autre	Autre	157	8.576	27	55	60

Weekend	Internationale	Pays-Bas	1	87	0	87	.
		Autre	5	431	2	86	11
	Nationale	Belgique	53	13.445	75	254	100
	Autre	Autre	53	3.942	22	74	48
Semaine de vacances	Internationale	France	1	66	0	66	.
		Pays-Bas	24	4.003	11	167	49
		Autre	29	2.773	8	96	27
	Nationale	Belgique	99	25.812	70	261	101
	Autre	Autre	99	4.302	12	43	52
Weekend en vacances	Internationale	Pays-Bas	9	1.565	7	174	45
		Autre	10	1.134	5	113	40
	Nationale	Belgique	49	15.297	73	312	129
	Autre	Autre	49	3.015	14	62	51

Parmi les visiteurs belges, 77 % proviennent de Wallonie, 14 % de Flandre, tandis que 9 % n'ont pas pu être catégorisés. Le site montre une proportion de wallons plus importante qu'observée dans le schéma général. D'ailleurs, aucun visiteur flamand n'a été recensé en semaine hors période de vacances.

Tableau 6.3.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	-	-	-	-	-
	Wallons	86	10.318	90	120	40
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	14	1.200	10	86	18
Weekend	Flamands	8	845	14	106	16
	Wallons	29	4.884	80	168	106
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	4	413	7	103	21
Semaine de vacances	Flamands	23	2.879	15	125	48
	Wallons	85	15.011	76	177	54
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	18	1.799	9	100	13
Weekend en vacances	Flamands	22	3.062	26	139	35
	Wallons	40	7.750	65	194	82
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	10	1.039	9	104	18

Tableau 6.3.5 : Synthèse des origines présentes aux Pairées en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	72				9	18
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	77	14	0	9		

6.3.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring local par caméra a duré **429** jours et a été effectué au niveau des ruines de l’Ermitage, sur l’un des sentiers traversant le bois. Deux modèles ont été utilisés : le modèle *Door*, déployé de fin juin 2023 à fin mars 2024, puis remplacé par le modèle *Dark Ops* jusqu’à la fin du monitoring. Le modèle *Door* nécessite l’application d’un facteur multiplicatif de 1,12 pour corriger le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Aucun incident ou interruption de fonctionnement n’est à signaler.

Six événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié et un pont de jour férié ont été conservés, le 09 et 10 mai 2024. Un trail a eu lieu le 23 mai 2024. Et la cause de trois autres jours atypiques n’a pas pu être expliquée : 10/03/2024 - 14/03/2024 - 14/04/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.3.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring des Pairée : ermitage

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Pairées	Door05	30/06/2023	27/03/2024	271	9.408	3.136	4.628
	Dark13	27/03/2024	03/09/2024	158	8.087	2.697	5.228

B) Analyse temporelle générale

Sur le sentier surveillé par la caméra à l'Ermitage des Pairées, l'évolution de la fréquentation suit le schéma général, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et encore plus marquée les weekends. Le suivi par caméra correspond davantage à la tendance générale que le suivi par données mobiles. Les **Figures 6.3.4 et 6.3.5** montrent cette fois une hausse de fréquentation lors des vacances de printemps plus importante que celle des données mobiles.

Tableau 6.3.7. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	157	1.271	16	8	10
Weekend	54	1.811	23	34	20
Semaine de vacances	100	2.678	33	27	25
Weekend de vacances	49	2.282	28	47	31

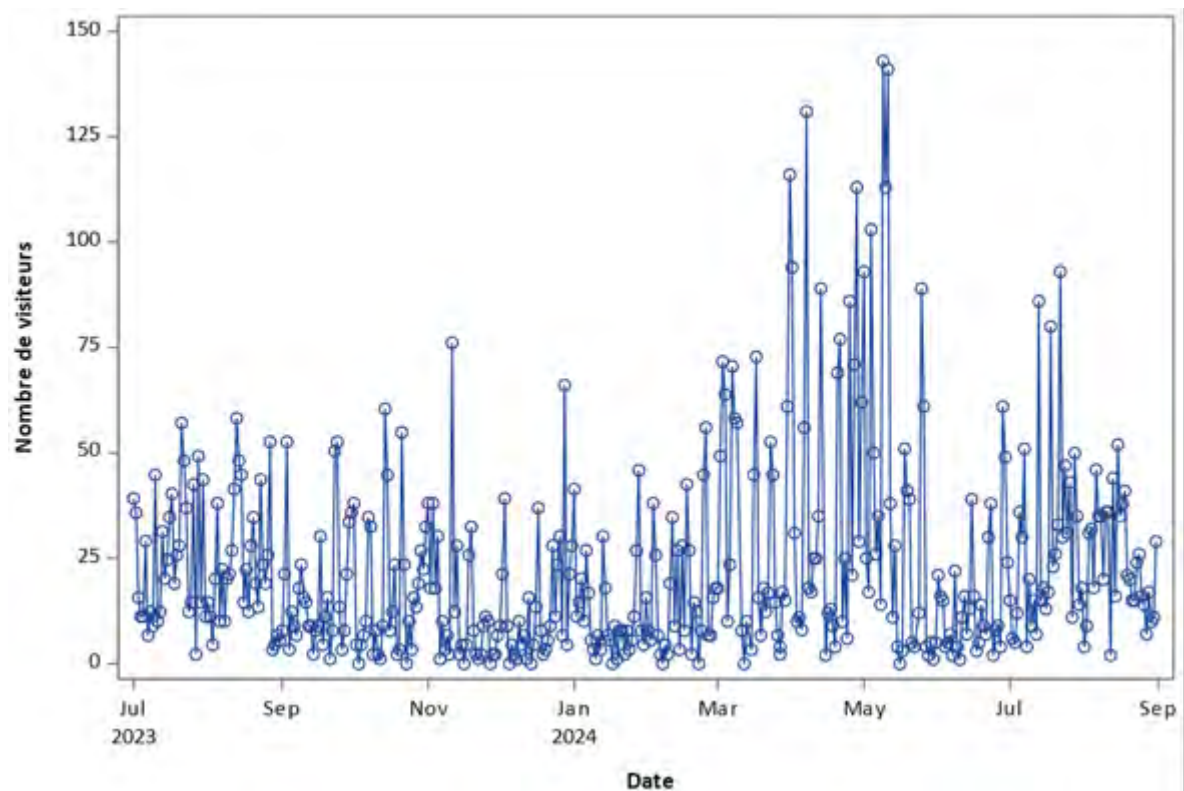


Figure 6.3.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site des Pairées

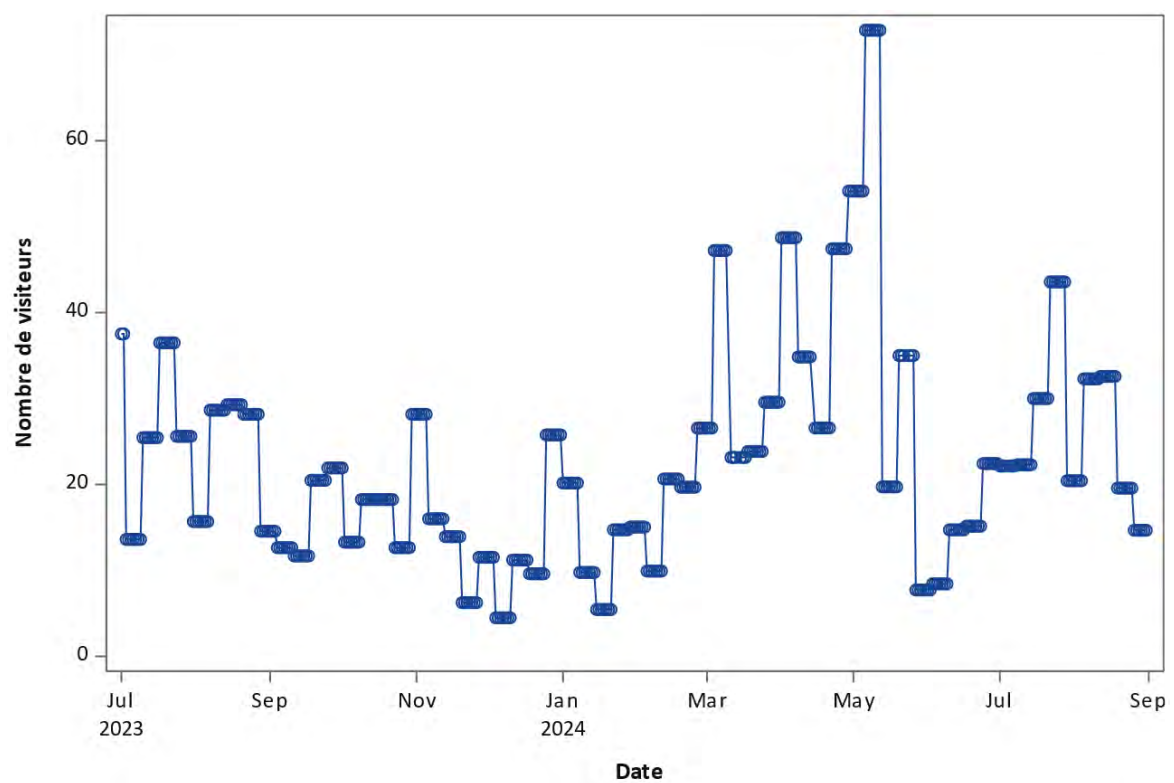


Figure 6.3.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site des Pairées

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les congés belges représentent 40 % de la variabilité de la fréquentation du site naturel. Le suivi par caméra révèle que les weekends ont un impact plus significatif que dans la zone GSM, tandis que l'effet des saisons y est désormais réduit.

6.3.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

Dans ce site, les données de fréquentation par caméra sont faibles (entre 30 et 40 visiteurs hors jours de semaine hors congé) et très déconnectées de la fréquentation de la zone TAC, à la fois en proportion de visiteurs captés et de corrélation. Cela a déjà été observé de manière visuelle à travers les variations de la fréquentation touristique en fonction des périodes de vacances.

Cette randonnée n'est pas celle la plus pratiquée autour de Han/Lesse mais vu la présence du Domaine des Grottes dans la zone TAC ciblant les zones les plus fréquentées, il aurait été impossible de mettre en relation la fréquentation touristique des nombreux espaces naturels qui bordent le Domaine des Grottes. De plus, la zone TAC inclut un camping, ce qui peut fausser la quantification de la fréquentation touristique du site, car certaines personnes séjournent uniquement au camping sans visiter l'espace naturel.

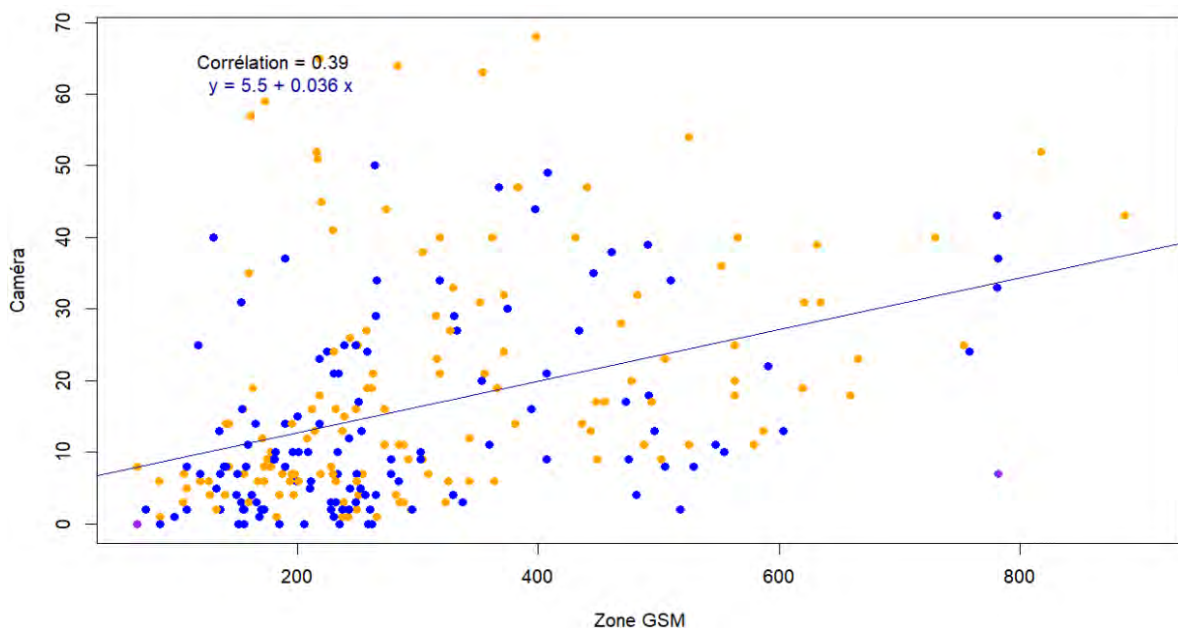


Figure 6.3.6 : Relation entre les données caméra (Door) des Pairées et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

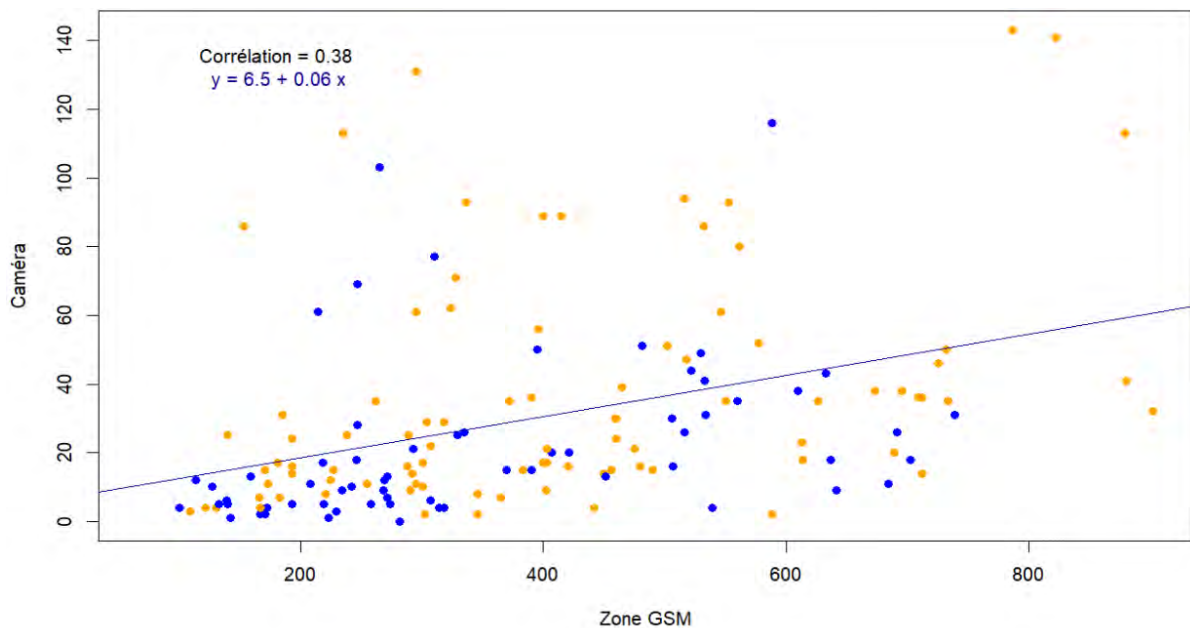


Figure 6.3.7 : Relation entre les données caméra (Dark Ops) des Pairées et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.3.5 Recommandations pour le monitoring des Pairées

Que ce soit par monitoring local ou par données mobiles, il est difficile de mesurer quantitativement la fréquentation touristique de ce site de manière précise.

Pour le monitoring local, obtenir une mesure précise et représentative de la fréquentation semble et s'est avéré compliqué en raison des multiples accès et sentiers présents sur le site.

En ce qui concerne le monitoring macro, la présence d'un camping dans la zone TAC et des grottes de Han dans la zone TAC voisine complique l'évaluation de la fréquentation de l'espace naturel des Pairées.

6.4.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Quatre jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 18/05/2023 – 09/05/2024 – 20/05/2024
- Jours de neige (conservés) : 19/01/2024 – 20/01/2024
- Autres jours atypiques : Pas d'autres jours identifiés.

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **600.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **450.000 visiteurs, soit 1.200 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.4.1**). La particularité du site est que les weekends de vacances présentent une moyenne journalière de visiteurs inférieure aux weekends hors vacances.

Les **congés expliquent 50 % de la fréquentation globale**. Toutefois, les vacances, considérées isolément, ont un effet limité (4 %), tandis que les saisons contribuent à hauteur de 15 %. En revanche, les **weekends ont une influence prédominante**, représentant 40 % de l'impact. Leur effet, particulièrement marqué lorsqu'ils interagissent avec d'autres facteurs (10 fois supérieur à celui des saisons), dépasse largement ce qui est observé dans le schéma général. La météo joue également un rôle plus important que dans le schéma général, avec une hausse de la fréquentation lors des journées ensoleillées et enneigées.

Tableau 6.4.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	159	133.541	29	840	308
Weekends	56	121.595	27	2.171	1.438
Semaines en vacances	99	109.519	24	1.106	486
Weekends en vacances	52	88.622	20	1.704	536

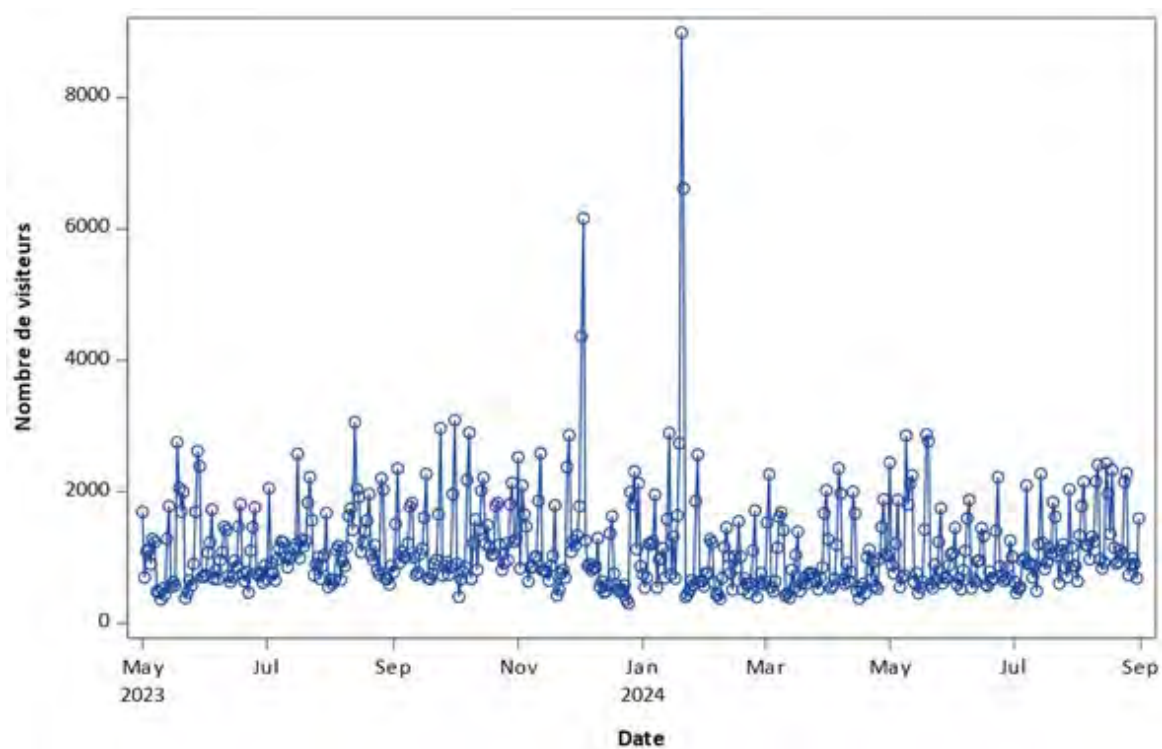


Figure 6.4.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de la Baraque Michel au cours du temps

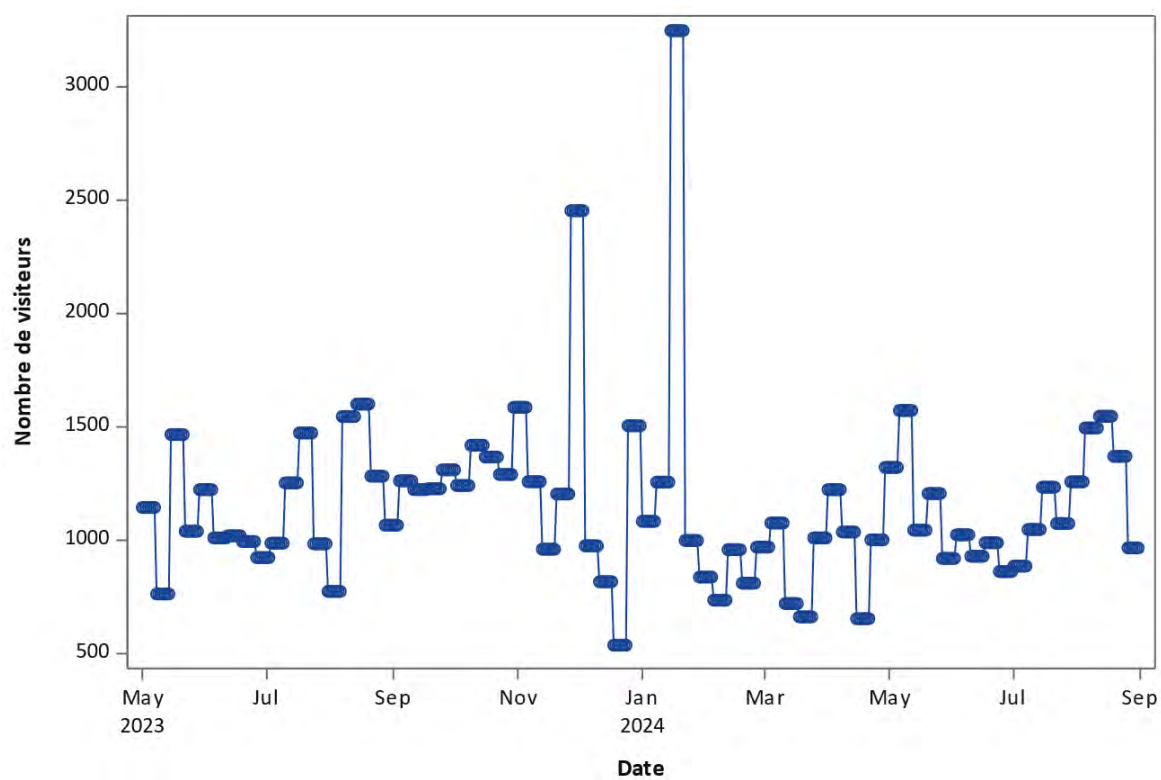


Figure 6.4.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de la Baraque Michel au cours du temps

Les **Figures 6.4.2** et **6.4.3** montrent très bien l'affluence importante en janvier lors des chutes de neige.

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Près de 95 % des visiteurs effectuent des visites d'une journée. On note une moyenne journalière plus élevée de visiteurs séjournant sur place durant les weekends (**Tableau 6.4.2**). Cette forte proportion s'explique notamment par l'isolement de cette zone des zones d'hébergement qui sont localisées à plus de 10 km de distance en périphérie des zones tourbeuses.

Tableau 6.4.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'été 2023 au printemps 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	159	1.533	1	10	28
	Départ	159	648	1	4	20
	Séjour	155	95	0	1	8
	Visites à la journée	159	121.277	98	763	292
Weekend	Arrivée	56	3.709	3	66	78
	Départ	56	4.011	3	72	70
	Séjour	56	736	1	13	33
	Visites à la journée	56	109.152	93	1.949	1.405
Semaine de vacances	Arrivée	99	2.606	3	26	45
	Départ	99	2.126	2	21	40
	Séjour	99	0	0	0	0
	Visites à la journée	99	97.739	95	987	444
Weekend en vacances	Arrivée	52	2.649	3	51	54
	Départ	52	2.903	3	56	53
	Séjour	52	170	0	3	17
	Visites à la journée	52	78.730	93	1.514	501

Origine des visiteurs

La forte fréquentation du site a permis une bonne catégorisation de l'origine des visiteurs, équivalent à 99% des visiteurs. Conforme au schéma général, 76% de ces visiteurs sont belges et 23% sont étrangers. Parmi les visiteurs étrangers dont le pays d'origine a été identifié, la majorité est composée d'Allemands et de Néerlandophones, qui représentent respectivement 8 et 7 % des visiteurs.

Tableau 6.4.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l’été 2023 au printemps 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Allemagne	45	5.446	4	121	67
		Pays-Bas	35	4.936	4	141	44
		Autre	128	15.767	12	123	37
	Nationale	Belgique	159	103.822	78	653	262
	Autre	Autre	102	3.570	3	35	58
Weekend	Internationale	France	4	248	0	62	25
		Allemagne	54	12.085	10	224	123
		Luxembourg	1	105	0	105	.
		Pays-Bas	42	10.840	9	258	206
		Autre	51	6.580	5	129	61
	Nationale	Belgique	56	91.449	75	1.633	1.086
	Autre	Autre	44	288	0	7	25
Semaine de vacances	Internationale	France	3	205	0	68	18
		Allemagne	52	6.257	6	120	75
		Pays-Bas	47	7.422	7	158	70
		Autre	83	9.892	9	119	36
	Nationale	Belgique	99	84.825	77	857	374
	Autre	Autre	75	918	1	12	32
Weekend en vacances	Internationale	France	5	267	0	53	15
		Allemagne	46	8.865	10	193	73
		Pays-Bas	40	7.490	8	187	70
		Autre	45	5.397	6	120	36
	Nationale	Belgique	52	66.046	75	1.270	407
	Autre	Autre	46	557	1	12	33

Parmi les visiteurs belges, près de 70 % sont Wallons et 30 % Flamands. On observe une présence plus marquée des Wallons les jours de semaine hors vacances. De plus, leur moyenne journalière est généralement plus de deux fois supérieure à celle des Flamands, bien que cet écart se réduise légèrement lors des weekends hors vacances.

Dans les Hautes-Fagnes, la catégorisation régionale a été plus précise près de la Baraque Michel (98 %) que le long de la Helle (70 %). Le modèle régional observé près de la Baraque Michel n'est pas retrouvé au niveau de la Helle (Voir plus loin).

Tableau 6.4.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	43	6.585	13	153	142
	Wallons	89	39.978	80	449	157
	Bruxellois	1	122	0	122	.
	Autre	28	3.010	6	108	26
Weekend	Flamands	29	16.794	38	579	715
	Wallons	29	24.166	55	833	465

	Bruxellois	13	2.678	6	206	236
	Autre	3	409	1	136	57
Semaine de vacances	Flamands	75	17.864	27	238	119
	Wallons	85	44.932	69	529	201
	Bruxellois	6	642	1	107	17
	Autre	16	1.547	2	97	21
Weekend en vacances	Flamands	41	15.918	30	388	114
	Wallons	41	34.475	65	841	246
	Bruxellois	21	2.350	4	112	20
	Autre	-	-	-	-	-

Tableau 6.4.5 : Synthèse des origines présentes dans les Hautes-Fagnes Baraque Michel en pourcentage (%)

Période	Origine					
Eté 2023 - Printemps 2024	Nationale				Internationale	Autre
	76				22	1
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	68	27	3	2		

6.4.3 Analyse des données caméras de Botrange

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de Botrange couvre une période de **415** jours, avec une interruption entre le 20 et le 23 mai 2024. Les enregistrements des 7 et 8 janvier, ainsi que ceux du 12 au 18 janvier 2024, ont été exclus des analyses en raison de la neige recouvrant l'appareil. Le monitoring a été réalisé à l'aide d'une caméra de modèle *Dark Ops*. Aucun facteur multiplicatif n'a été appliqué à ce modèle pour le comptage des visiteurs.

Trois événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Il s'agit de deux jours fériés qui sont conservés : le 1^{er} novembre 2023 et le 1^{er} mai 2024, ainsi que le 02 octobre 2023 dont la correspondance n'a pas pu être déterminée (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.4.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Botrange

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Botrange	Dark02	23/06/2023	06/09/2024	415	116.028	38.695	80.336

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation de Botrange reflète le schéma général observé et celle observée dans la zone GSM, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends. La moyenne journalière en semaine de vacances est pratiquement **deux fois** plus importante que celle des semaines hors vacances. Comme observé dans les données mobiles, la fréquentation moyenne journalière des weekends de vacances est inférieure à celles des weekends hors vacances (**Tableau 6.4.7**).

Tableau 6.4.7. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	149	14.303	22	96	59
Weekend	52	19.157	30	368	204
Semaine de vacances	98	15.882	25	162	110
Weekend de vacances	50	14.248	22	285	122

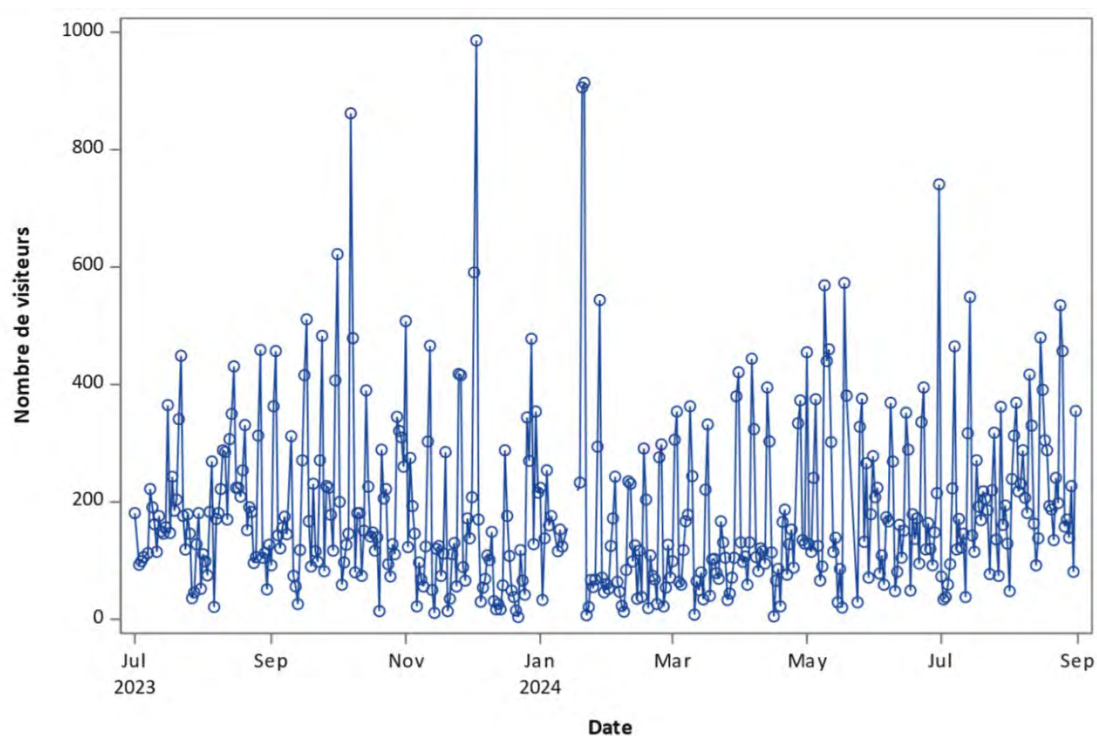


Figure 6.4.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Botrange

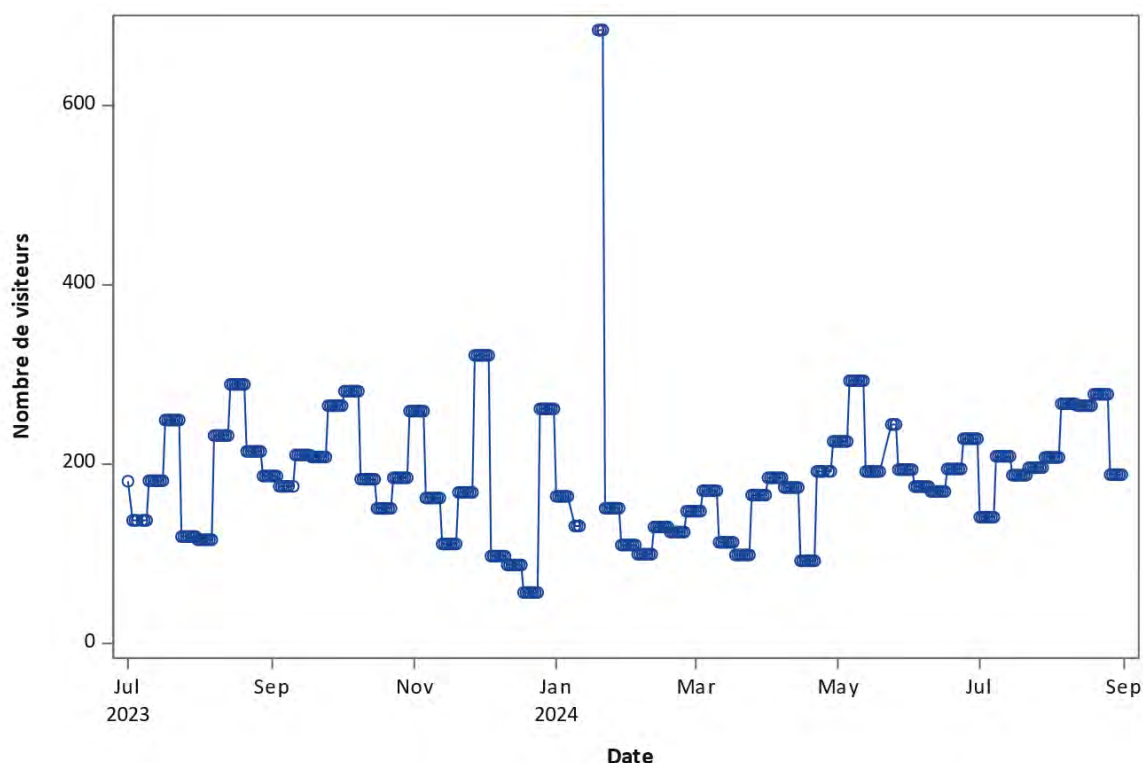


Figure 6.4.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Botrange

6.4.4 Analyse des données caméras de la Baraque Michel

A) Analyse préalable du monitoring

Le site de la Baraque Michel dont le monitoring a duré **323** jours, a été principalement suivi à l'aide d'une caméra de modèle *Patriot* qui a été installée peu après la borne frontière Prusse-Belgique n°155. Ce modèle nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 pour corriger le décompte des visiteurs, car son large champ de vision entraîne souvent des doubles rafales pour une même détection.

La caméra, orientée vers le nord (la seule direction où des arbres bordent le chemin), a été davantage exposée aux conditions hivernales. Deux périodes d'enregistrement ont été exclues en raison de problèmes causés par la neige recouvrant partiellement la caméra ou le froid empêchant son fonctionnement : du 28 novembre au 4 décembre 2023 et du 6 janvier au 21 janvier 2024. Les jours suivants ont également été retirés pour des raisons similaires : les 18 et 25 novembre, ainsi que les 9, 17 et 27 décembre 2023. Par ailleurs, la caméra a cessé de fonctionner du 5 au 25 mai 2024 en raison d'un problème de batterie.

Installée depuis la fin juin 2023, cette caméra a cessé de fonctionner le 6 juin 2024, 8 jours après avoir été relevée. Elle a été remplacée par un modèle *Door* lors d'un relevé effectué le 1er août 2024. Contrairement au modèle *Patriot*, le modèle *Door* nécessite un facteur multiplicatif de 1,12 pour corriger le décompte, car il a tendance à rater certaines détections.

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies. Leur cause n'a pas pu être expliquée, il s'agit de : 02/07/2023 - 06/07/2023 - 09/09/2023 - 26/04/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.4.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring de la Baraque Michel

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Baraque Michel	Patr03	23/06/2023	06/09/2024	293	105.450	35.828	65.090
	Door05	01/08/2024	06/09/2024	30	15.015	5.005	8.416

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation à la Baraque Michel est comparable à celle observée à Botrange. Cependant, une différence notable se remarque dans la moyenne journalière des weekends pendant les vacances, qui est aussi élevée que celle des weekends hors vacances (alors qu'elle est inférieure à Botrange et dans les données mobiles).

Tableau 6.4.9. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l’été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	117	11.760	19	101	73
Weekend	37	14.234	23	385	202
Semaine de vacances	93	18.469	30	199	129
Weekend de vacances	45	16.259	27	361	179

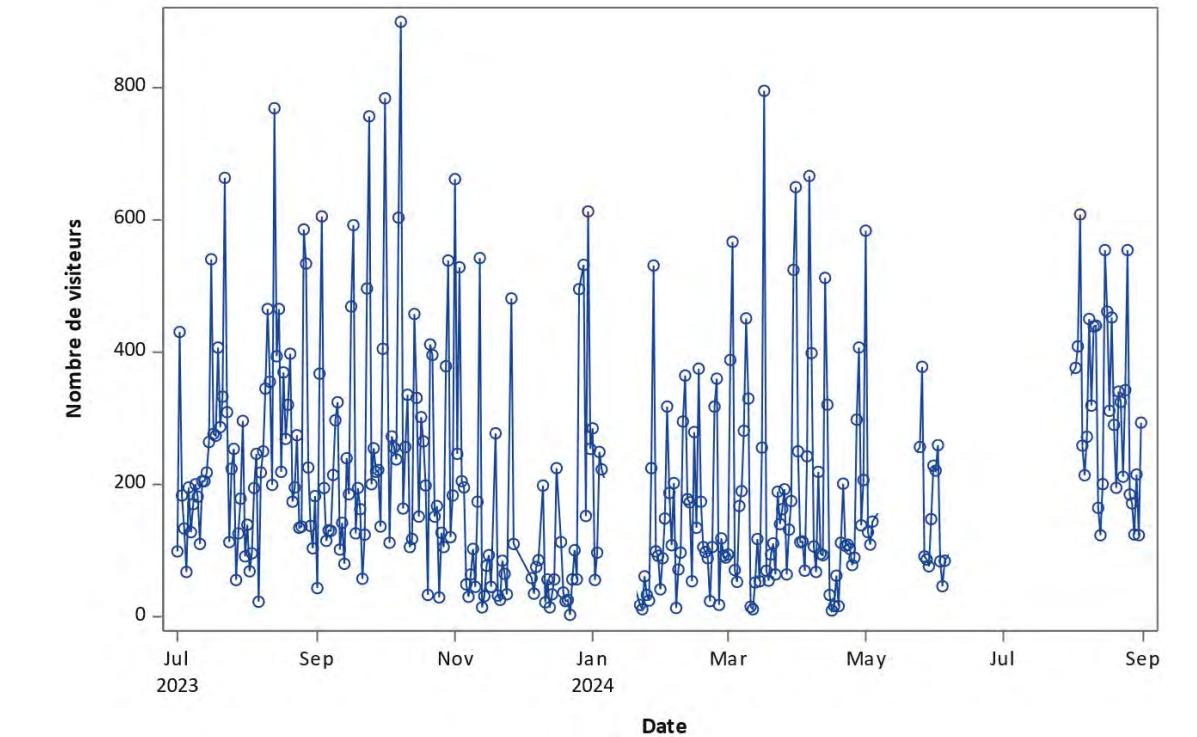


Figure 6.4.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Baraque Michel

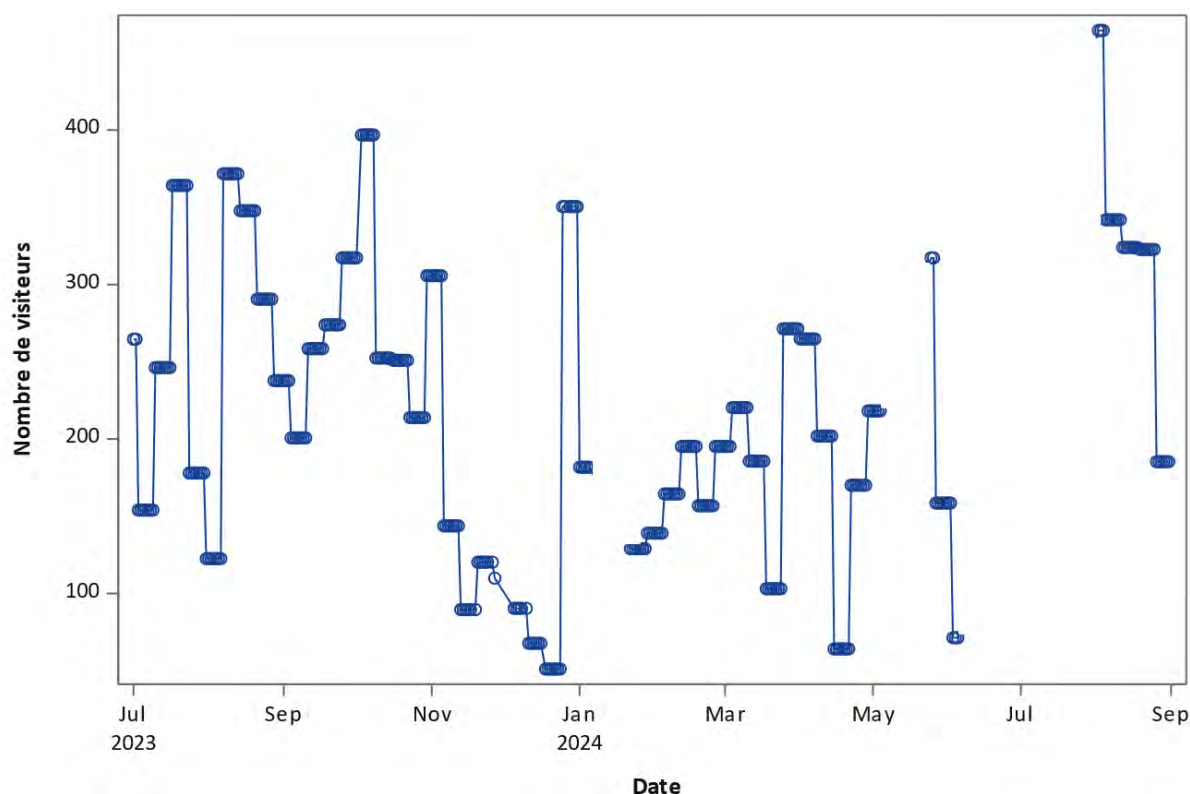


Figure 6.4.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Baraque Michel

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Par rapport aux données mobiles, l'effet des congés explique 40 % de la fréquentation (contre 50 % auparavant), tandis que l'impact des jours de semaine descend à 30 %. L'effet des pluies est plus marqué, atteignant presque 15 %, avec un impact notable même en interaction avec les weekends, ce qui souligne une augmentation de la fréquentation lors des journées ensoleillées et enneigées. L'influence des vacances connaît une légère hausse. L'impact des weekends est plus prononcé à la Baraque Michel (trois fois supérieur à celui de la pluie), tandis qu'à Botrange, cet effet est similaire.

6.4.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre le nombre de personnes captées par les caméras installées à Botrange et à la Baraque Michel est très bonne, confirmant que la fréquentation des deux sites évolue de manière similaire au fil du temps (**Figure 6.4.8**). Les niveaux de fréquentation observés par les deux caméras sont également similaires. La corrélation du nombre de personnes détectées par le monitoring par caméra est également excellente avec la zone GSM (**Figures 6.4.9 et 6.4.10**). En revanche, la zone GSM n'explique que **20% des fréquences locales** de Botrange et **30%** de Baraque Michel. Le monitoring macro par données mobiles est donc fiable pour témoigner de la variation de la fréquentation des deux sentiers.

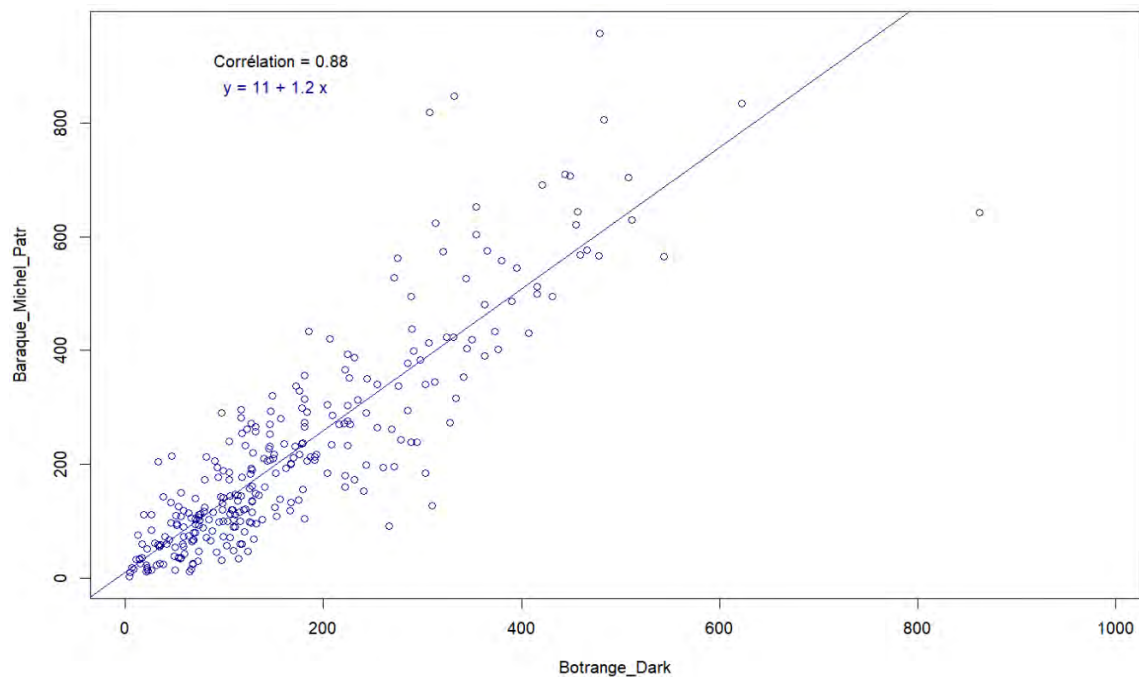


Figure 6.4.8 : Relation entre les données caméra de Baraque Michel et de Botrange

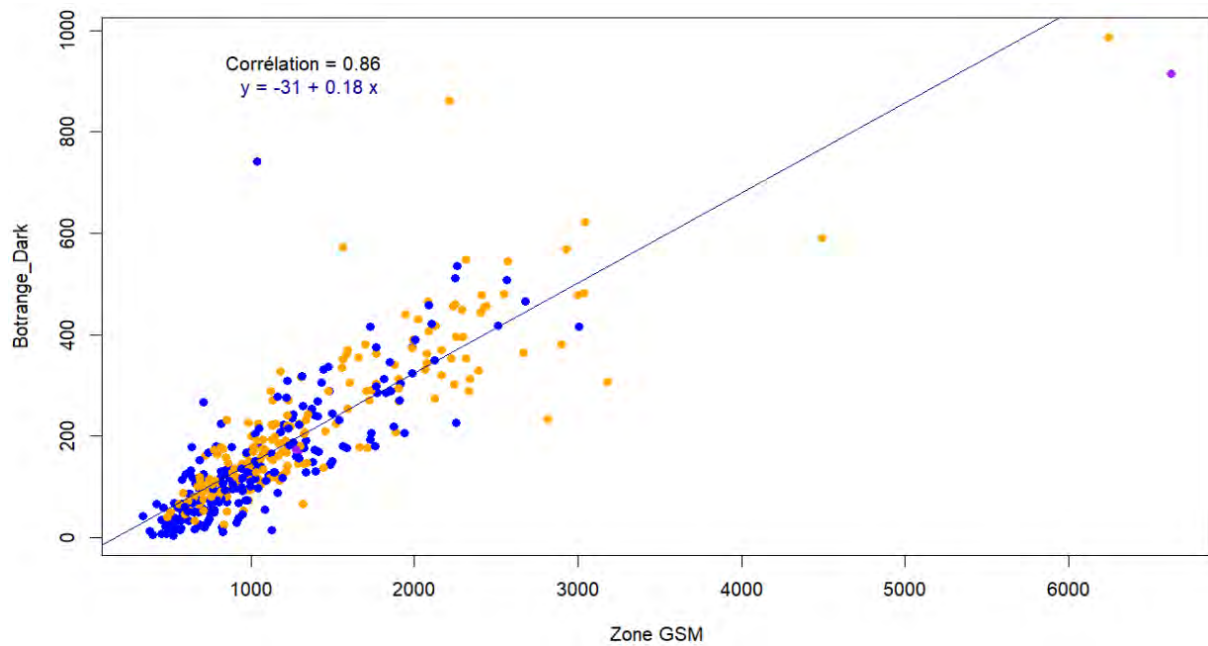


Figure 6.4.9 : Relation entre les données caméra de Botrange et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

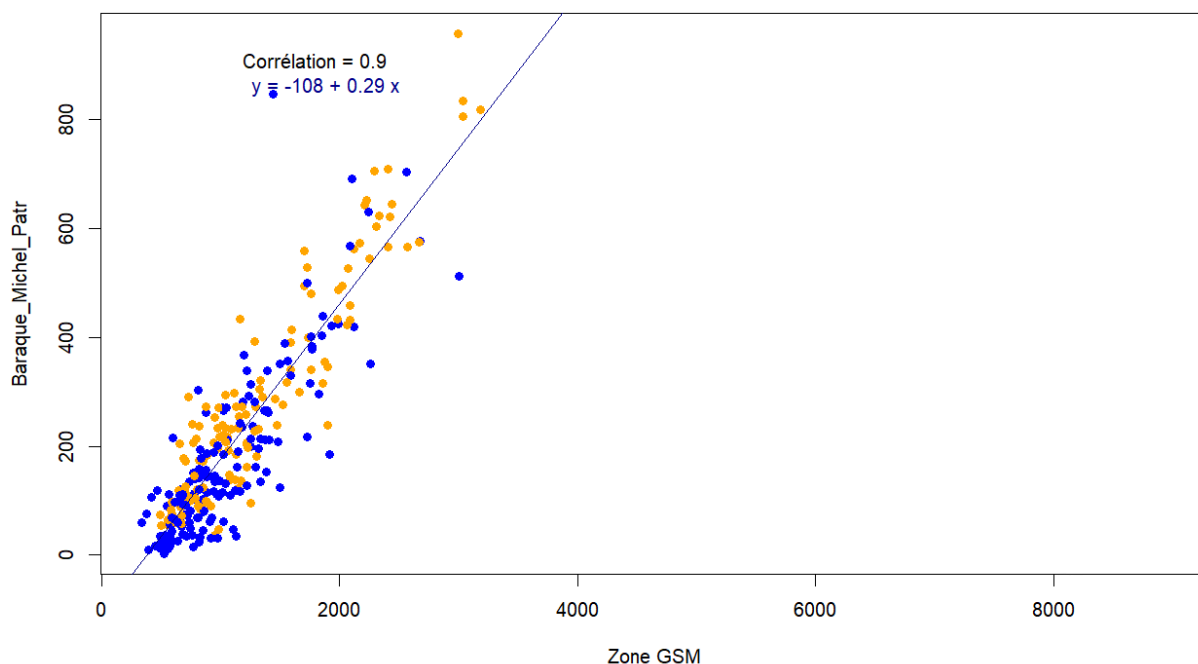


Figure 6.4.10 : Relation entre les données caméra de Baraque Michel et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.4.6 Recommandations pour le monitoring de Baraque Michel et Botrange

Concernant le **monitoring local**, les emplacements semblent avoir été bien choisis. Il est important de prendre en compte les conditions météorologiques plus extrêmes des Hautes-Fagnes. Par exemple, il faut bien protéger les caméras ou éco-compteur et vérifier leur bon fonctionnement plus fréquemment en période de neige, afin de retirer la neige du détecteur et s'assurer de son bon état. Les deux sites surveillés par caméra ont présenté des influences et des variations de fréquentation similaires. Il serait donc possible de ne monitorer qu'un seul site, en privilégiant peut-être Botrange, dont l'orientation est moins exposée au nord.

En ce qui concerne le monitoring macro par données mobiles, la zone TAC sélectionnée offre une bonne représentation des variations temporelles de la fréquentation des sites de Botrange et de la Baraque Michel. Cependant, le faible pourcentage de séjours suggère que la mesure a été sous-estimée, et il serait pertinent d'étendre la zone de lodging.

Ce site est une destination prisée tant par les Belges que par les étrangers et reflète bien l'attractivité des espaces naturels des Hautes-Fagnes. Son suivi reste donc pertinent.

6.5. Synthèse du monitoring pour Hautes-Fagnes Helle

6.5.1. Description du site

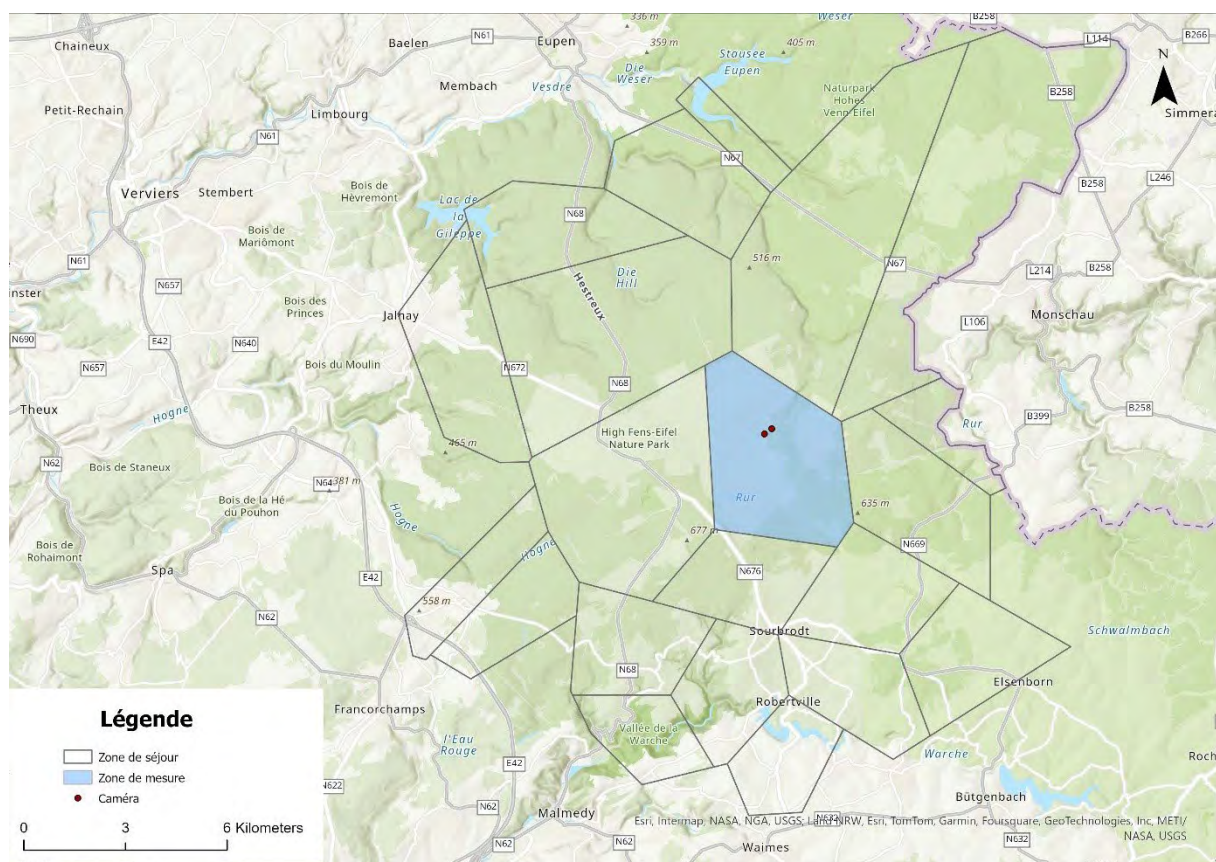


Figure 6.5.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site des Hautes-Fagnes Helle

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense trois attractions ouvertes et connues sur la commune de Waimes, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Château de Reinhardstein (2), Maison du parc-Botrange (2), Robertville-les-Bains (3).

La zone compte également **11 randonnées reconnues totalisant 40 km**, dont aucune se situe directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **129 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1.485 lits**. Aucun logement ne se situe au sein de la zone de mesure. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **460 habitants en 2022** (source : Proximus).

Situé encore plus au cœur de la partie la plus sauvage du Parc naturel des Hautes-Fagnes-Eifel, de plusieurs sites Natura 2000 et surtout des plus grandes de réserves naturelles wallonnes, la proportion d'ENF dans la zone TAC « **80BOT_050** » (2.000 ha) est de plus de 70%, le reste étant occupé par des peuplements résineux.

6.5.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Cinq jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 18/05/2023
- Jours de neige (conservés) : 19/01/2024 – 20/01/2024
- Autres jours atypiques : 23/06/2023 - 26/06/2023

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **175.000 visiteurs**. Sur une année, on y a observé **125.000 visiteurs, soit 320 visiteurs/jour**. La zone GSM est l'un des sites les moins fréquentés, avec une fréquentation trois fois inférieure à celle de la zone GSM de la Baraque Michel.

Cette zone GSM présente une évolution de la fréquentation particulière, où les périodes de vacances n'ont pas d'impact. La moyenne journalière reste similaire les jours de semaine, qu'il s'agisse de périodes de vacances ou non, tandis que la fréquentation est plus élevée les weekends, sans augmentation spécifique pendant les vacances (**Tableau 6.5.1**).

Le site se distingue par l'impact relativement faible des congés sur la fréquentation par rapport aux autres sites étudiés, les congés expliquant seulement 20 % de la variabilité. Les vacances, dont l'influence limitée a déjà été observée à la Baraque Michel, n'ont quasiment aucun effet significatif. Les weekends et la saison exercent une influence similaire, tandis que la météo a un effet plus prononcé que dans le schéma général, avec une augmentation de la fréquentation lors de journées ensoleillées et de neige.

Tableau 6.5.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	154	40.990	33	266	146
Weekends	54	32.754	26	607	396
Semaines en vacances	100	26.819	21	268	170
Weekends en vacances	51	24.426	20	479	341

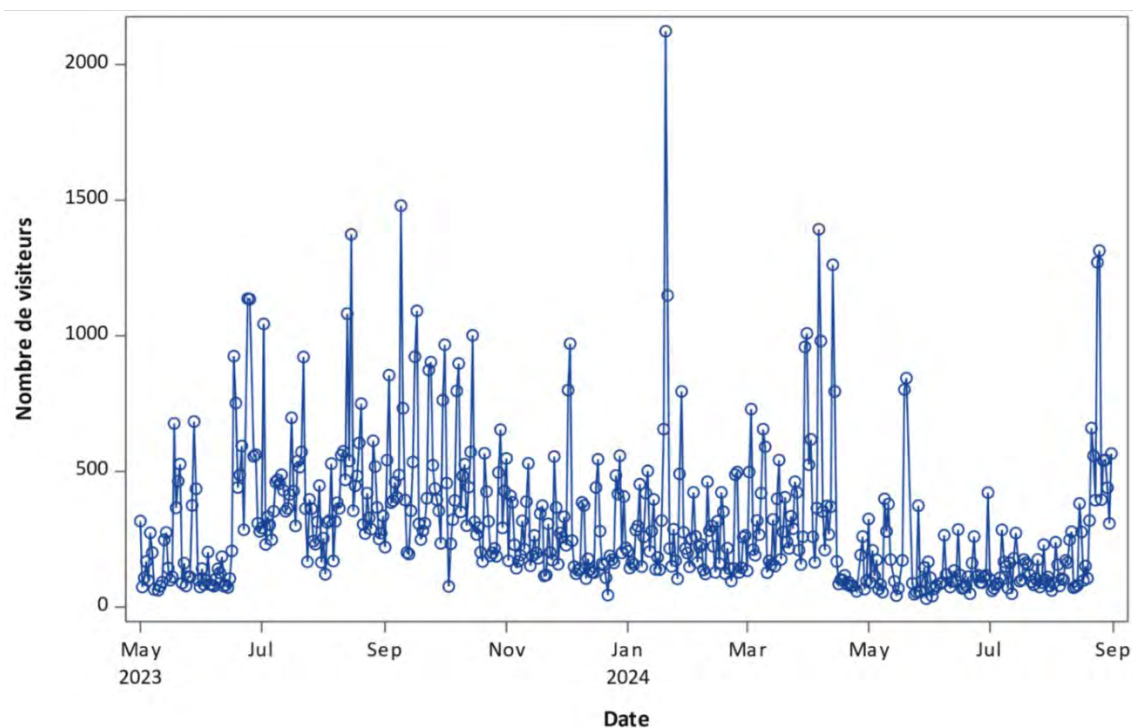


Figure 6.5.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM des Hautes-Fagnes Helle au cours du temps

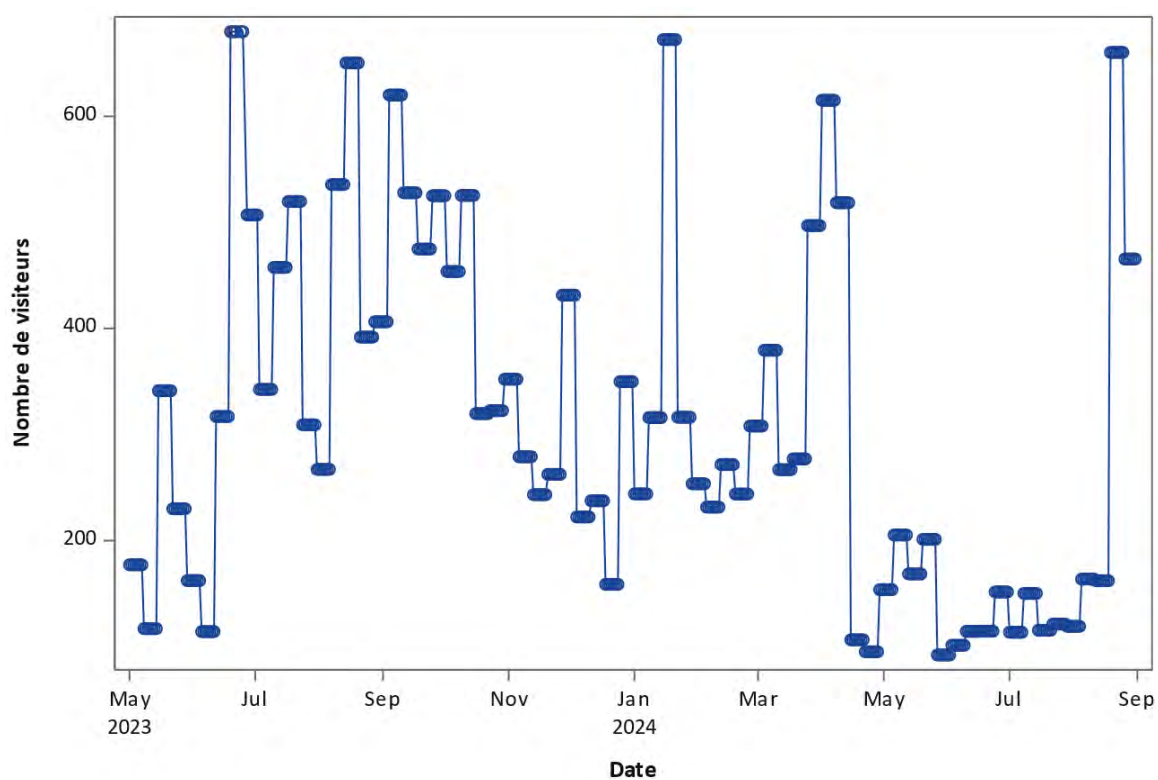


Figure 6.5.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM des Hautes-Fagnes Helle au cours du temps

On observe une diminution assez significative de la fréquentation entre mai et juillet 2024 qui est très probablement due aux travaux de restauration des caillebotis.

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

95 % des visiteurs effectuent des visites d'une journée. On note une moyenne journalière plus élevée de visiteurs séjournant sur place durant les weekends (**Tableau 6.5.2**).

Tableau 6.5.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	157	339	1	2	11
	Départ	155	361	1	2	12
	Séjour	149	431	1	3	14
	Visites à la journée	158	30.590	96	194	125
Weekend	Arrivée	53	631	2	12	30
	Départ	54	493	2	9	25
	Séjour	51	0	0	0	0
	Visites à la journée	54	28.364	96	525	368
Semaine de vacances	Arrivée	97	309	1	3	12
	Départ	97	376	2	4	12
	Séjour	85	200	1	2	13
	Visites à la journée	100	21.761	96	218	138
Weekend en vacances	Arrivée	49	748	3	15	27
	Départ	49	646	3	13	23
	Séjour	46	123	1	3	10
	Visites à la journée	51	21.215	93	416	317

Origine des visiteurs

Le site présente également des particularités concernant l'origine de ses visiteurs. Seule la moitié (55 %) des visiteurs est belge, tandis que 32 % ont été identifiés comme étrangers, et l'origine de 14 % des visiteurs reste indéterminée (ce qui est conforme aux autres sites). Cette partie des Hautes-Fagnes se distingue comme le site où **la proportion d'Allemands est la plus élevée**, représentant près de 25 % des visiteurs recensés. Cette présence allemande sur le site est expliquée par le chemin de randonnée Ternell.

Tableau 6.5.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l’automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Allemagne	117	10.479	26	90	49
		Pays-Bas	1	86	0	86	.
		Autre	14	1.094	3	78	18
	Nationale	Belgique	134	20.510	50	153	79
	Autre	Autre	158	8.821	22	56	53
Weekend	Internationale	Allemagne	44	7.528	23	171	102
		Pays-Bas	8	1.028	3	129	37
		Autre	25	2.287	7	91	33
	Nationale	Belgique	52	20.019	61	385	254
	Autre	Autre	52	1.892	6	36	48
Semaine de vacances	Internationale	Allemagne	58	5.627	21	97	45
		Luxembourg	1	90	0	90	.
		Pays-Bas	1	95	0	95	.
		Autre	20	1.395	5	70	28
	Nationale	Belgique	84	14.483	54	172	95
	Autre	Autre	99	5.129	19	52	53
Weekend en vacances	Internationale	Allemagne	43	6.537	27	152	130
		Pays-Bas	7	767	3	110	36
		Autre	20	1.677	7	84	29
	Nationale	Belgique	48	13.843	57	288	178
	Autre	Autre	50	1.602	7	32	52

Parmi les visiteurs belges, 45% sont wallons, 25% sont flamands, et environ 30 % de leur région d'origine n'a pas pu être déterminée. Les tendances s’inversent par rapport à la Baraque Michel, ici la moyenne journalière des flamands est plus importante que celle des wallons.

Tableau 6.5.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	6	752	8	125	78
	Wallons	48	4.856	55	101	40
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	32	3.296	37	103	24
Weekend	Flamands	14	3.643	44	260	245
	Wallons	20	2.710	32	136	116
	Bruxellois	2	255	3	128	40
	Autre	16	1.755	21	110	23
Semaine de vacances	Flamands	18	1.971	19	110	22
	Wallons	47	4.703	45	100	32
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	37	3.823	36	103	23
Weekend en vacances	Flamands	20	3.253	30	163	66
	Wallons	32	5.211	49	163	119
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	20	2.278	21	114	24

Tableau 6.5.5 : Synthèse des origines présentes dans les Hautes-Fagnes Helle en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	55				31	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	45	25	1	29		

6.5.3 Analyse des données caméras de Helle amont

A) Analyse préalable du monitoring

Pour monitorer les caillebotis qui jalonnent le sentier de randonnée le long de la Helle, deux caméras ont été installées de chaque côté du pont Marie-Anne Libert : les emplacements sont nommés Helle amont et Helle aval.

Le site Helle amont a été suivi tout au long de la période de monitoring à l'aide d'une caméra de modèle *Dark Ops* pour une durée de 419 jours. Seuls des problèmes liés à des conditions météorologiques défavorables ont été relevés. La présence de buée a conduit à l'exclusion des enregistrements des 20 octobre et 22 au 27 octobre 2023, tandis que la neige a rendu inutilisables les données des 14 et 15 janvier 2024.

Dix événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, quatre jours fériés ont été conservés : 01/11/2023 - 01/05/2024 - 09/05/2024 - 20/05/2024. La cause de six autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 28/09/2023 - 02/10/2023 - 19/05/2024 - 31/05/2024 - 28/06/2024 - 24/08/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.5.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring en amont du long de la Helle

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'événements	Nombre total de visiteurs
Helle amont	Dark08	23/06/2023	06/09/2024	419	38.639	10.893	19.381

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation sur le caillebotis de la Helle en amont présente une tendance qui se rapproche davantage du schéma général que celle de la zone GSM, avec une moyenne journalière plus élevée les jours de semaine pendant les périodes de vacances. Cette moyenne est encore plus élevée les weekends, sans toutefois observer d'impact des vacances.

Tableau 6.5.7. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	152	3.138	20	21	18
Weekend	52	4.871	31	94	74
Semaine de vacances	95	3.971	25	42	39
Weekend de vacances	49	3.861	24	79	45

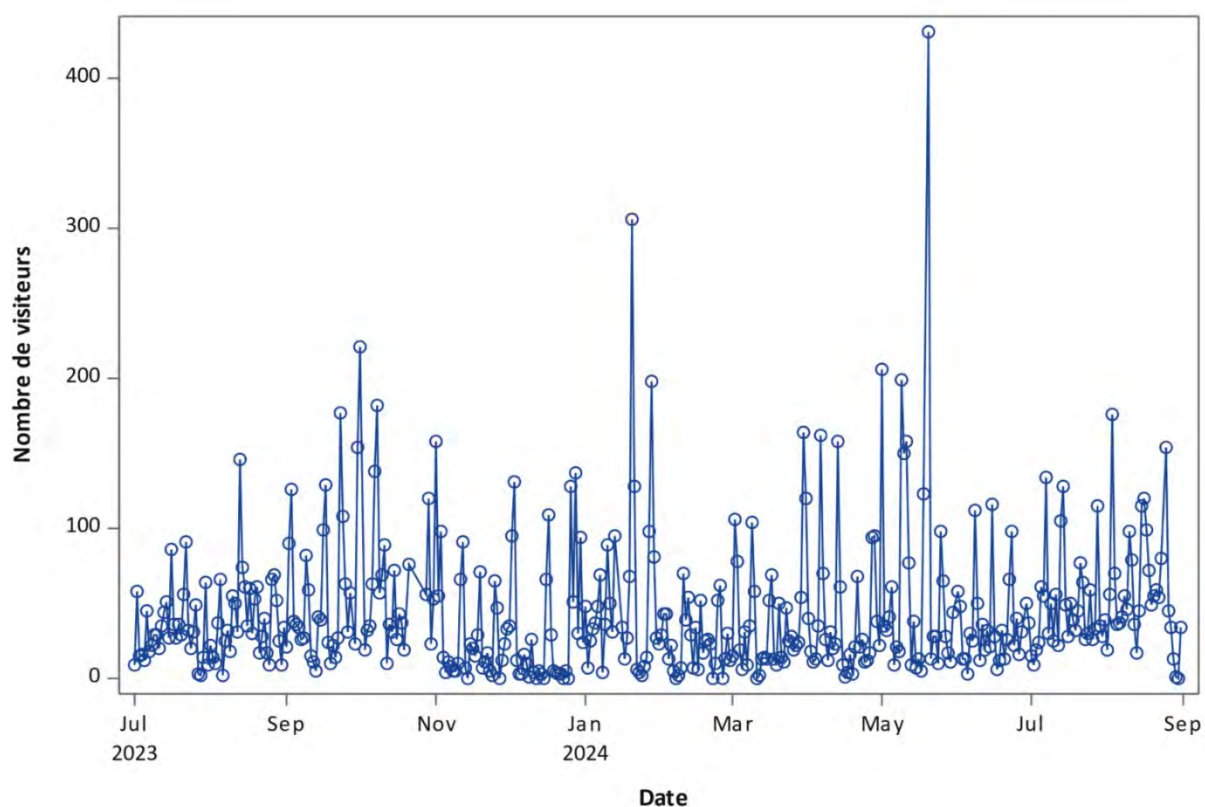


Figure 6.5.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra en amont du long de la Helle

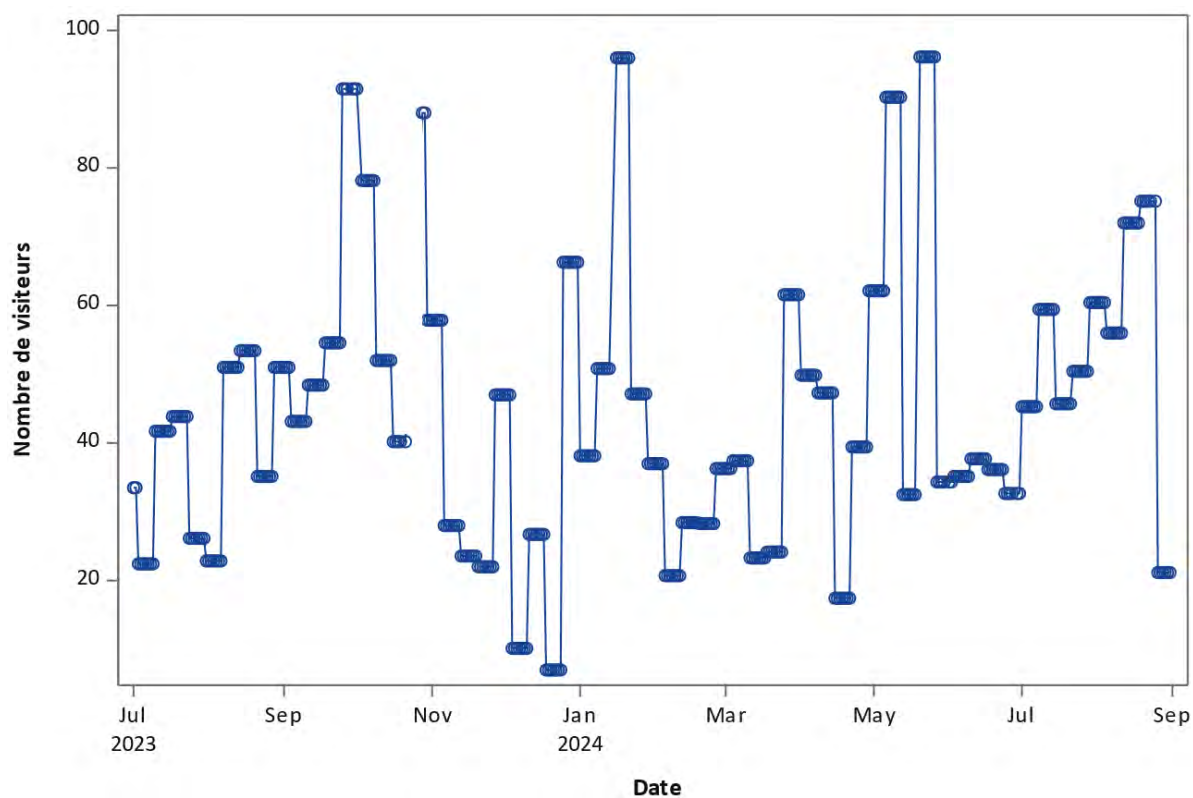


Figure 6.5.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra amont du long de la Helle

6.5.4 Analyse des données caméras de Helle aval

A) Analyse préalable du monitoring

L'aval de la Helle, monitoré pendant 425 jours, a d'abord été suivi à l'aide d'une caméra de modèle *Décathlon* de juin à septembre 2023 avant d'être remplacé par un modèle *Patriot* jusqu'à la fin du monitoring. Les performances du modèle *Décathlon* se sont avérées très insuffisantes, et ses données n'ont pas été exploitées. Le modèle *Patriot* nécessite un facteur multiplicatif de 0,94 pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de son large champ de vision, qui entraîne fréquemment des doubles rafales pour une même détection. Là aussi, seuls des problèmes liés aux conditions météorologiques défavorables ont été constatés : la neige a conduit à l'exclusion des enregistrements des 14 et 16 janvier 2024.

Sept événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, deux jours fériés ont été conservés : le 1^{er} novembre 2023 et le 20 mai 2024. La cause de cinq autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 22/09/2023 - 02/10/2023 - 28/12/2023 - 10/01/2024 - 19/05/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.5.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring en aval du long de la Helle

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Helle aval	Deca02	23/06/2023	13/09/2023	74	3.744	3.744	1.255
	Patr08	13/09/2023	06/09/2024	351	33.849	8.406	15.072

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation sur le caillebotis de la Helle en aval est similaire à celle enregistrée par le monitoring en amont, avec une moyenne journalière plus élevée les jours de semaine pendant les périodes de vacances. Cette moyenne atteint un niveau encore plus élevé les weekends, sans montrer d'impact lié aux vacances.

Tableau 6.5.9. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	153	2.148	17	15	14
Weekend	52	4.574	35	91	101
Semaine de vacances	99	2.931	23	30	28
Weekend de vacances	51	3.363	26	66	43

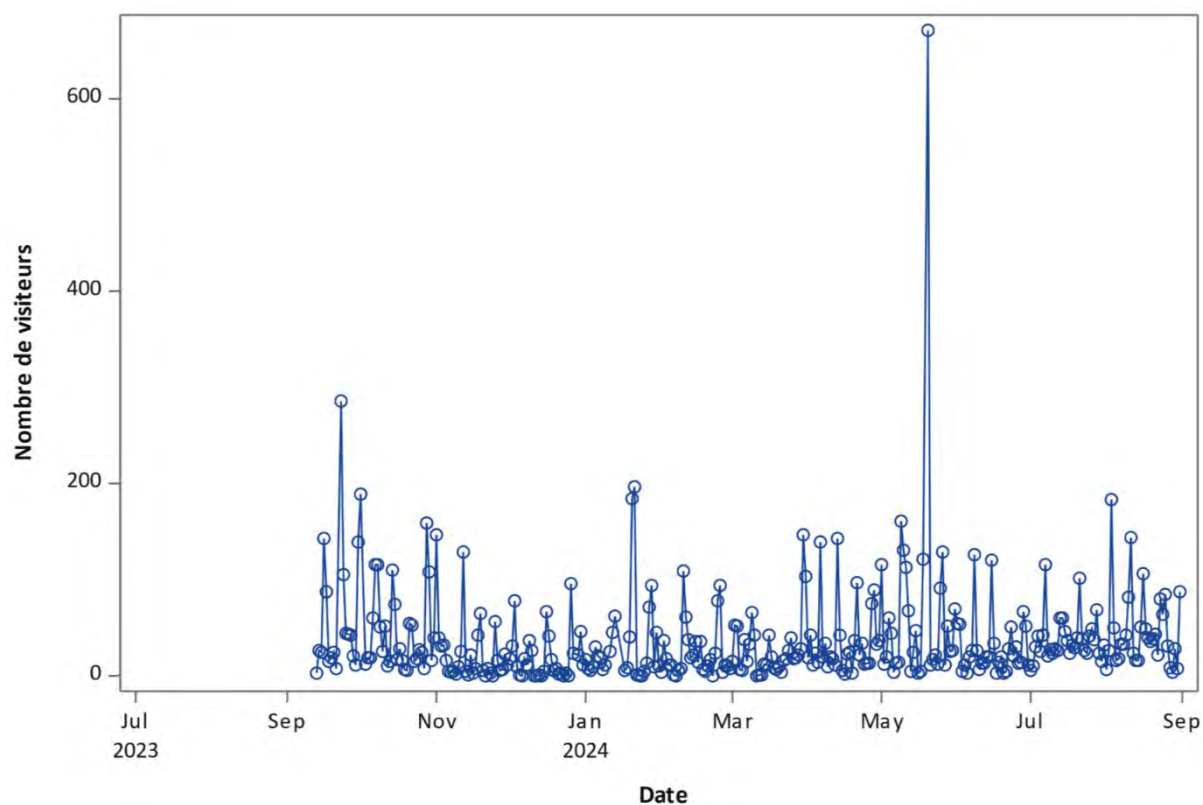


Figure 6.5.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Helle aval

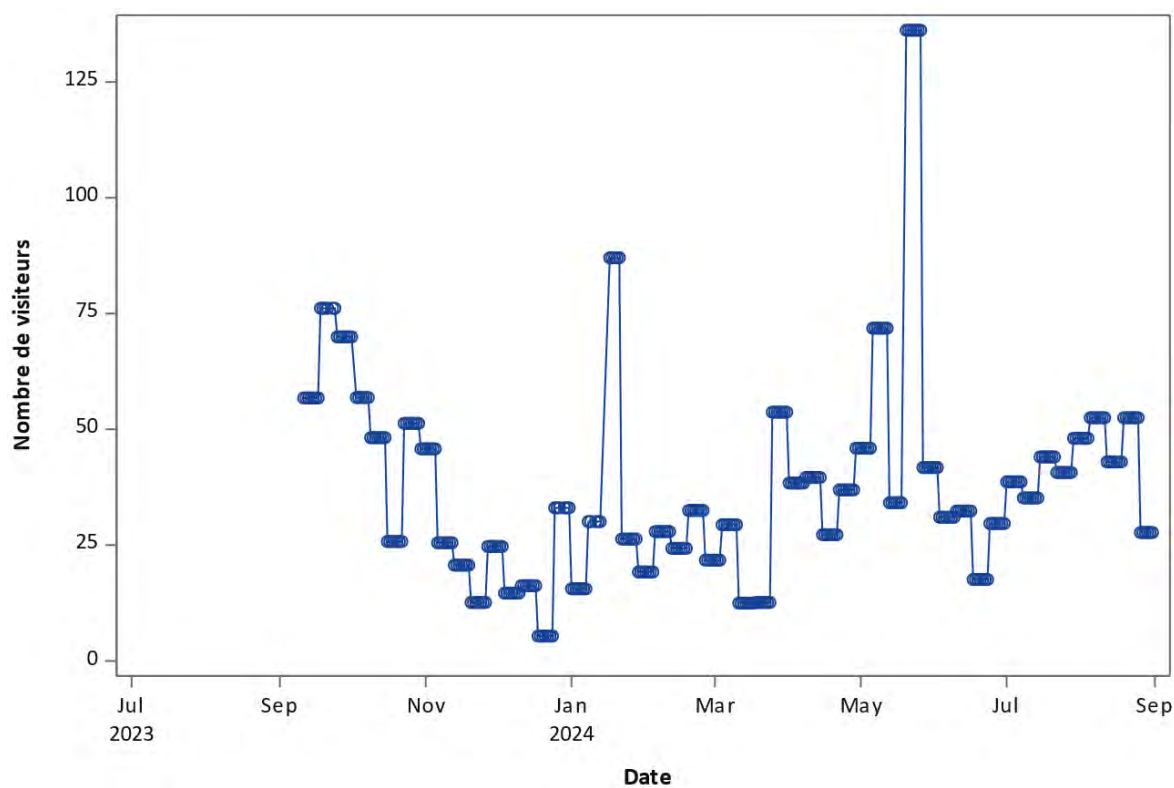


Figure 6.5.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Helle aval

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Contrairement au suivi par données mobiles, le monitoring par caméra ne révèle pas un impact saisonnier aussi marqué sur la fréquentation des caillebotis. Les congés expliquent un peu plus de variabilité, avec 30 % pour la Helle amont et 40 % pour la Helle aval. Les weekends jouent également un rôle important, et l'effet de la météo est plus marqué en amont qu'en aval de la Helle.

6.5.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre les caméras est excellente pour ce site (**Figure 6.5.8**). Cela indique que la majorité des visiteurs des caillebotis de la Helle empruntent la grande boucle, étant ainsi captés des deux côtés du pont de Marie-Anne Libert.

Cependant, les personnes enregistrées par les caméras ne représentent qu'un dixième des visiteurs de la zone GSM (**Figure 6.5.9 et 6.5.10**). Les corrélations, relativement bonnes (0,6), montrent que la fréquentation de la zone GSM reflète assez bien les variations observées sur les caillebotis. Étant donné que la zone de mesure des données mobiles couvre des espaces naturels, on peut supposer que les visiteurs captés par ce type de monitoring peuvent emprunter d'autres sentiers de randonnée que celui surveillé par les caméras (11 sentiers reconnus se situent dans la zone de mesure).

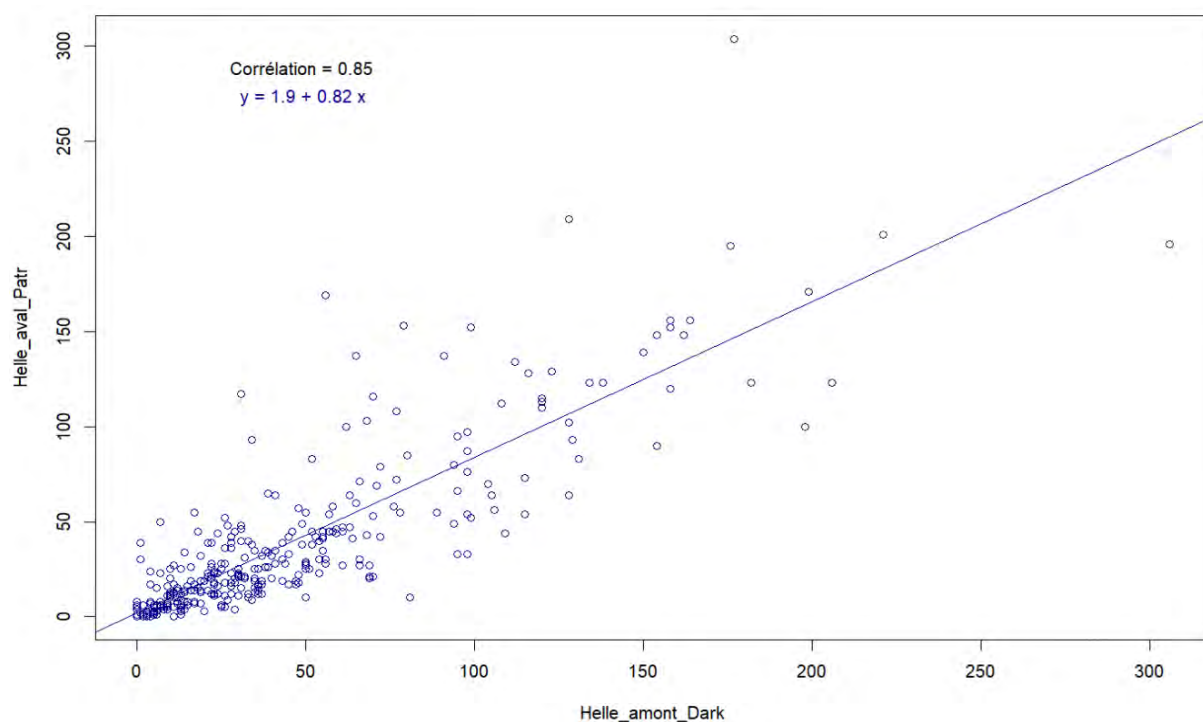


Figure 6.5.8 : Relation entre les données caméra de Helle amont et Helle aval

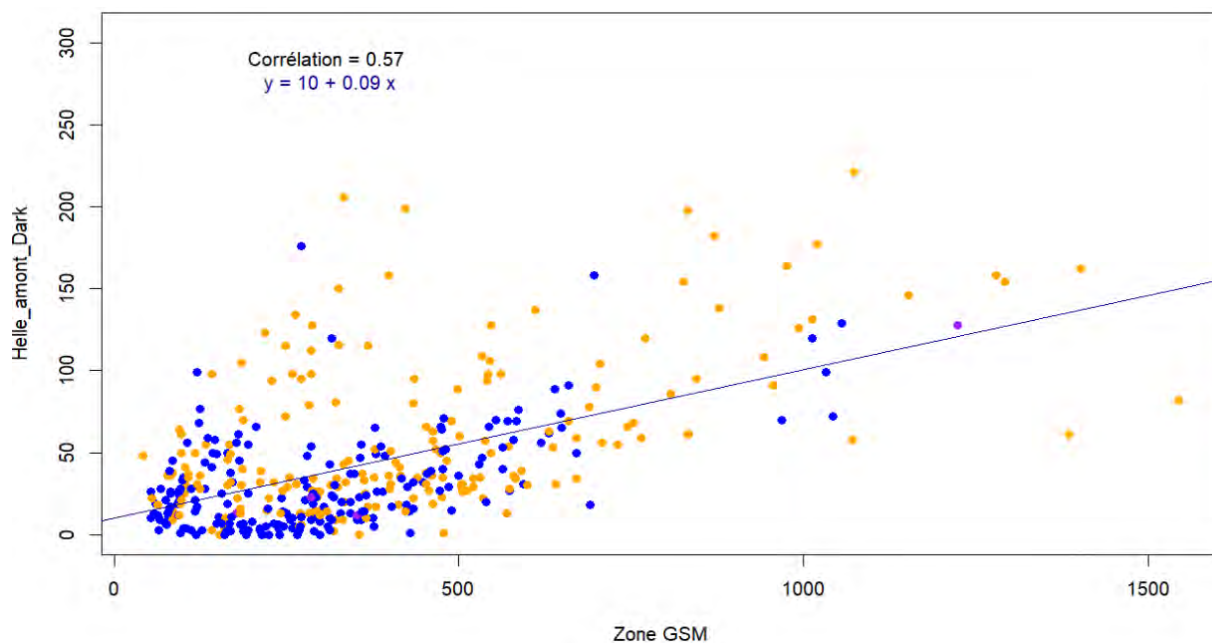


Figure 6.5.9 : Relation entre les données caméra du Helle amont et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

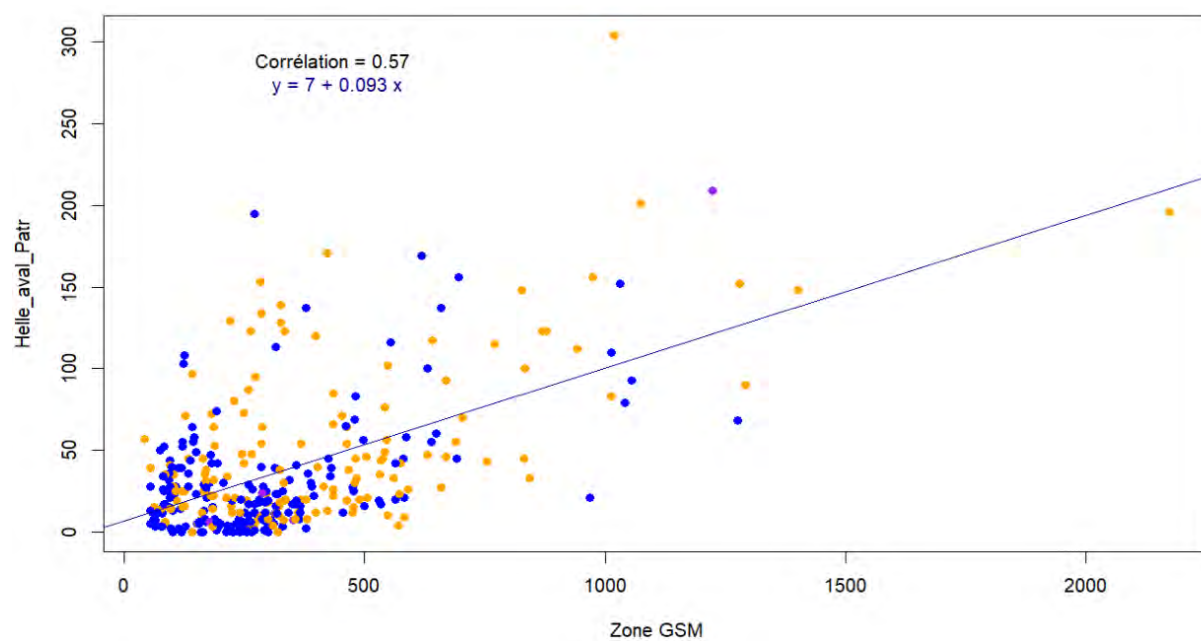


Figure 6.5.10 : Relation entre les données caméra de Helle aval et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.5.6 Recommandations pour le monitoring de la Helle

Pour monitorer les caillebotis le long du sentier de randonnée près de la Helle, un seul emplacement suffit, car les deux caméras ont mesuré une fréquentation similaire. Cela pourrait changer avec les nouveaux caillebotis menant au pont, qui offrent la possibilité de commencer la randonnée en choisissant entre l'amont et l'aval. Il est à noter que les arbres sont peu nombreux et éloignés du sentier.

Les corrélations entre le monitoring local et global ne sont pas satisfaisantes. La zone de mesure GSM est très large et inclut même les visiteurs de Botrange. Vu la très forte fréquentation sur le massif des Hautes-Fagnes, cette zone reste intéressante par comparaison à aux autres zones périphériques du massif pour évaluer l'importance globale de la fréquentation touristique et les éventuelles pressions sur le milieu naturel.

6.6. Synthèse du monitoring pour Solwaster

6.6.1. Description du site

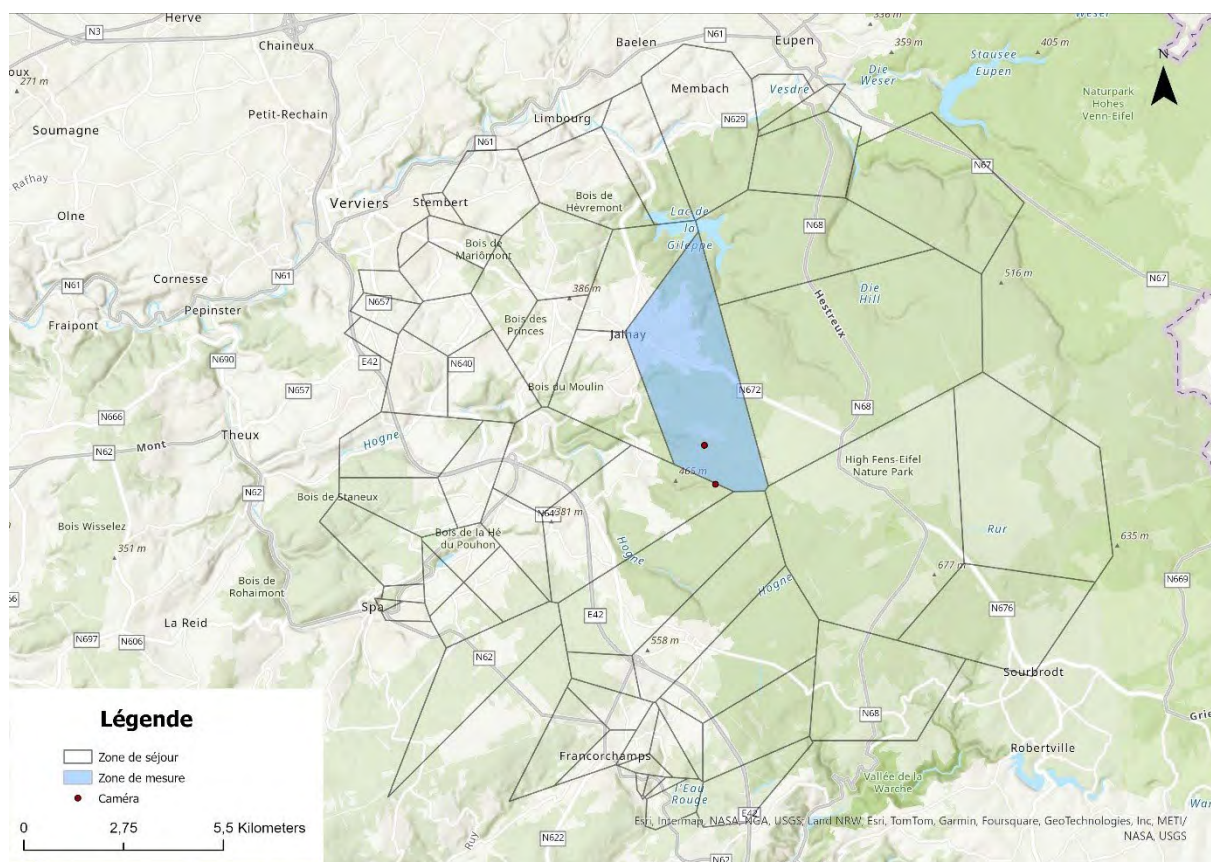


Figure 6.6.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Solwaster

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense quatre attractions ouvertes et connues sur les communes de Spa et Waimes, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Maison du Parc - Botrange (centre nature) (2), Musée de la Forêt et des Eaux Pierre Noé (2), Pierre Pouhon-le-Grand (2) et Thermes de Spa (4).

La zone compte également **33 randonnées reconnues totalisant 250 km**, dont quatre se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **160 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1 860 lits**. Quatre logements se situent au sein de la zone de mesure, offrant 24 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **1.320 habitants en 2022** (source : Proximus).

Situé en bordure ouest des zones les plus sauvages du massif des Hautes-Fagnes-Eiffel, au cœur de plusieurs sites Natura 2000 et surtout des plus grandes de réserves naturelles wallonnes, la proportion d'ENF dans la zone TAC « **87JAL_100** » (1.500 ha) n'est que de 30%, le reste étant occupé par des peuplements résineux et dans sa partie nord par une partie importante du village de Jalhay.

Le monitoring local par caméra à Solwaster a été réalisé sur deux sites : le premier, situé le long de la Sawe, où passe un sentier de randonnée, et le second, à proximité de la cascade des Nutons, le long de la Statte.

6.6.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Événements extraordinaires :

- Jours fériés (conservés) : 15/08/2024
- Autres jours atypiques : 22/09/2023 - 18/02/2024 - 07/07/2024

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **390.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **290.000 visiteurs, soit 780 visiteurs/jour**. Solwaster est un site modérément fréquenté, avec une affluence presque deux fois inférieure à celle de la zone GSM de la Baraque Michel.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends, presque deux fois plus élevée qu'en semaine (**Tableau 6.6.1**).

À l'instar des Hautes-Fagnes, la fréquentation touristique de Solwaster est principalement influencée par le fait qu'il s'agisse d'un weekend. Pris isolément, ce facteur explique 50 % de la variabilité de la fréquentation, soit autant que le facteur congé, qui regroupe les jours de semaine et les périodes de vacances. Ces dernières ont, quant à elles, un impact relativement faible sur la fréquentation.

Tableau 6.6.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l'été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	158	94.734	33	600	117
Weekends	56	64.604	22	1.154	348
Semaines en vacances	99	72.164	25	729	201
Weekends en vacances	51	58.526	20	1.148	359

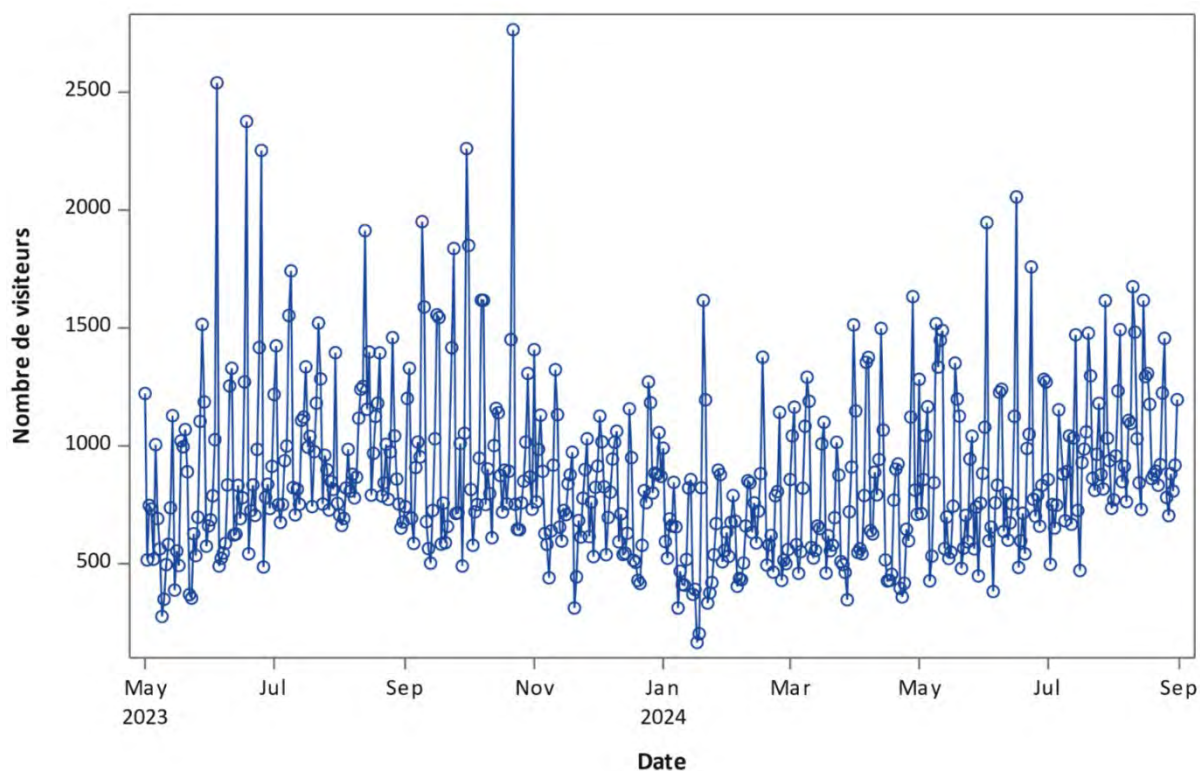


Figure 6.6.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Solwaster au cours du temps

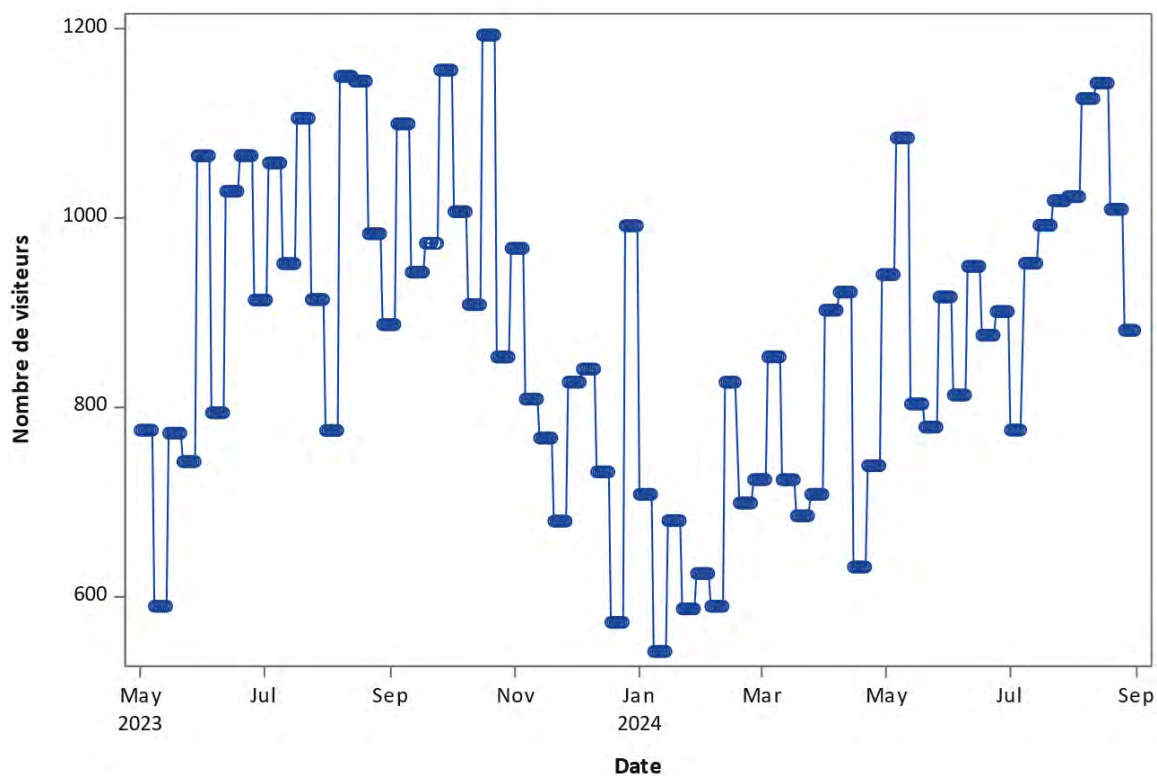


Figure 6.6.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Solwaster au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Solwaster est l'un des sites où la proportion de séjours est plus importante, dépassant 30 % des visites pendant les périodes de vacances. La moyenne journalière des séjours augmente les weekends, et encore plus pendant les périodes de vacances, tandis que le nombre de visites à la journée est moins influencé par les vacances. L'impact des périodes de vacances sur le séjour est plus marqué à Solwaster que dans les Hautes-Fagnes.

Tableau 6.6.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'été 2023 au printemps 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	158	11.595	12	73	65
	Départ	158	6.328	6	40	45
	Séjour	158	5.130	5	32	49
	Visites à la journée	158	76.072	77	481	115
Weekend	Arrivée	56	5.432	8	97	91
	Départ	56	7.585	11	135	89
	Séjour	56	6.642	10	119	67
	Visites à la journée	56	48.376	71	864	326
Semaine de vacances	Arrivée	99	10.381	13	105	62
	Départ	99	8.467	10	86	58
	Séjour	99	10.391	13	105	66
	Visites à la journée	99	52.801	64	533	148
Weekend en vacances	Arrivée	51	6.662	11	131	74
	Départ	51	7.089	11	139	88
	Séjour	51	7.240	11	142	79
	Visites à la journée	51	42.190	67	827	332

Origine des visiteurs

Solwaster présente une proportion de visiteurs belges légèrement supérieure à celle observée sur l'ensemble des sites et dans les Hautes-Fagnes, atteignant environ 81 %. Environ 12 % des visiteurs étaient étrangers, tandis que l'origine de 7 % des visiteurs n'a pas pu être déterminée, un taux légèrement inférieur à celui observé sur l'ensemble des sites. On a également enregistré 2 % de visiteurs en provenance des Pays-Bas, tandis qu'aucun visiteur allemand n'a été détecté, contrairement aux Hautes-Fagnes.

Tableau 6.6.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'été 2023 au printemps 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Pays-Bas	3	396		132	15
		Autre	54	6.291		117	28
	Nationale	Belgique	158	72.023		456	112
	Autre	Autre	155	16.024		103	64
Weekend	Internationale	France	1	84		84	.
		Pays-Bas	18	2.491		138	28
		Autre	50	6.422		128	37
	Nationale	Belgique	56	54.910		981	303
	Autre	Autre	44	697		16	40
Semaine de vacances	Internationale	France	1	66		66	.
		Allemagne	1	91		91	.
		Pays-Bas	10	1.278		128	34
		Autre	67	7.518		112	27
	Nationale	Belgique	99	59.688		603	178
	Autre	Autre	78	3.523		45	66
Weekend en vacances	Internationale	France	1	51		51	.
		Allemagne	2	122		61	3
		Pays-Bas	13	1.814		140	34
		Autre	46	7.159		156	46
	Nationale	Belgique	51	49.088		963	324
	Autre	Autre	34	292		9	28

Parmi les visiteurs belges, la majorité sont des Wallons (82 %), un taux supérieur à celui observé dans le schéma général. À peine 12 % sont Flamands et 5 % n'ont pas pu être classifiés selon leur région d'origine. Pratiquement aucun Flamand n'a été identifié durant les semaines standards hors périodes de congés. L'évolution de la fréquentation suit le schéma général, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et encore plus marquée les weekends.

Tableau 6.6.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	2	207	1	104	18
	Wallons	89	35.035	92	394	74
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	29	2.771	7	96	13
Weekend	Flamands	28	4.300	17	154	74
	Wallons	29	20.377	80	703	267
	Bruxellois	1	98	0	98	.
	Autre	7	631	2	90	6
	Flamands	47	6.138	13	131	53

Semaine de vacances	Wallons	85	38.646	81	455	118
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	26	2.684	6	103	24
Weekend en vacances	Flamands	39	6.775	19	174	60
	Wallons	39	27.577	78	707	183
	Bruxellois	2	193	1	97	5
	Autre	8	785	2	98	25

Tableau 6.6.5 : Synthèse des origines présentes à Solwaster en pourcentage (%)

Période	Origine					
Eté 2023 - Printemps 2024	Nationale				Internationale	Autre
	81				9	2
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	83	12	0	5		

6.6.3 Analyse des données caméras de Solwaster Sawe

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de la Sawe a été effectué sur une période de **302** jours à l'aide d'une caméra de modèle *Patriot*. Ce modèle nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de son large champ de vision, qui génère fréquemment des doubles rafales pour une même détection. Deux interruptions ont été enregistrées : entre le 4 novembre 2023 et le 8 janvier 2024, ainsi qu'entre le 8 juin et le 23 juillet 2024.

Sept événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, deux jours fériés ont été conservés : le 1^{er} novembre 2023 et le 09 mai 2024. La cause de trois autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 11/03/2024 - 31/03/2024 - 15/04/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.6.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Solwaster le long de la Sawe

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Sawe	Patr04	23/06/2023	06/09/2024	302	34.254	8.024	11.172

B) Analyse temporelle générale

Bien que l'évolution de la fréquentation observée dans la zone GSM suive également le schéma général, elle est encore plus marquée dans les résultats du suivi par caméra. Une proportion significative de visiteurs de la Sawe s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances, en comparaison aux semaines standards.

Tableau 6.6.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l'été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	106	1.095	13	10	11
Weekend	38	2.180	26	57	28
Semaine de vacances	89	2.287	27	26	25
Weekend de vacances	41	2.769	33	68	41

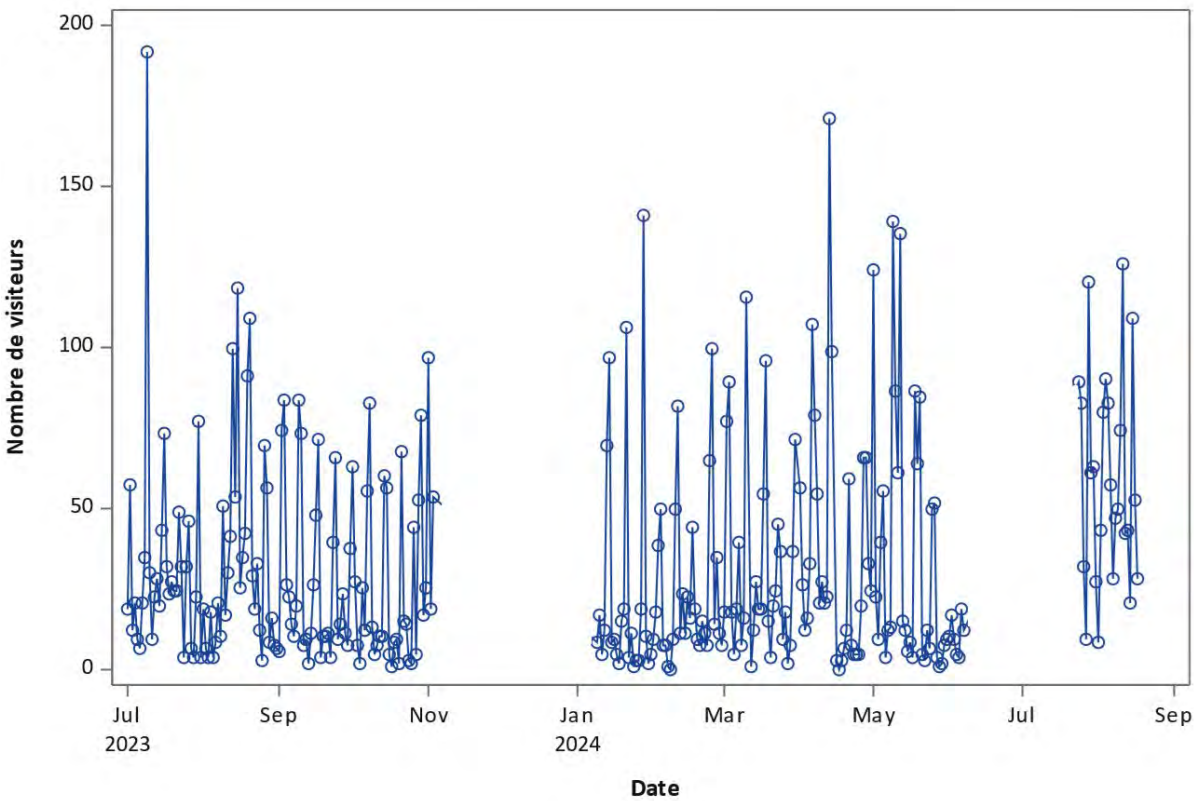


Figure 6.6.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Solwaster le long de la Sawe

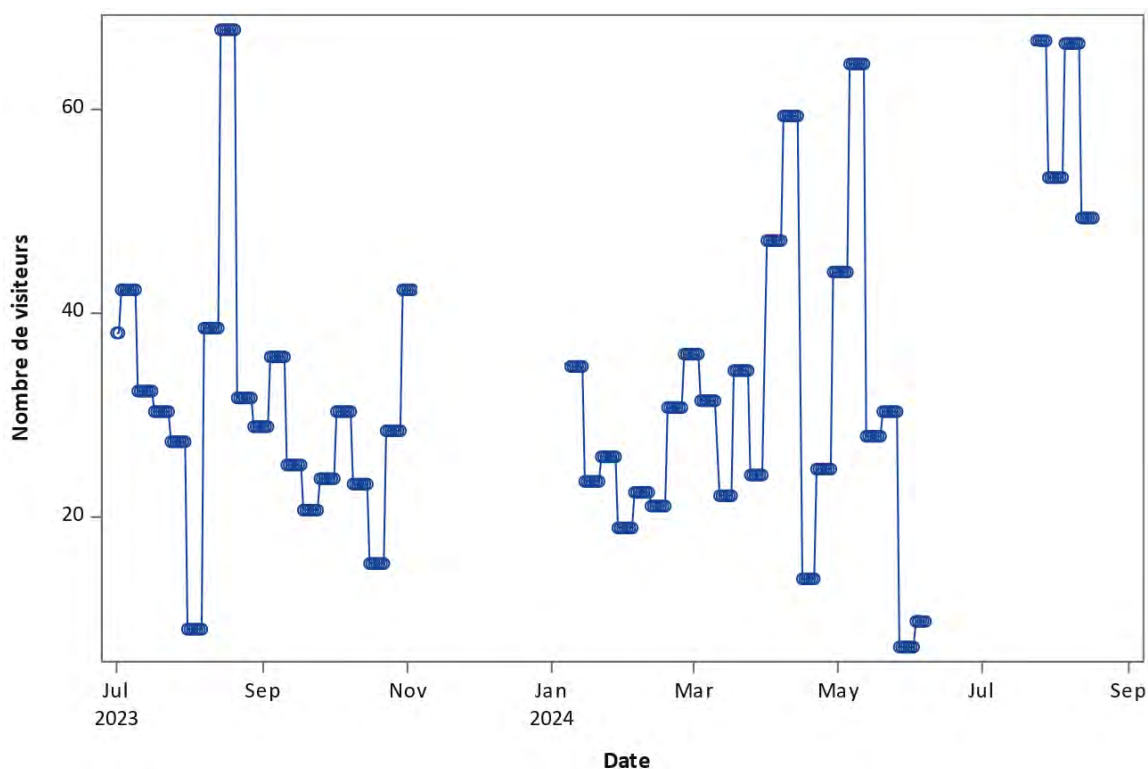


Figure 6.6.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Solwaster le long de la Sawe

6.6.4 Analyse des données caméras de Solwaster Statte

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de la Statte, réalisé 100 mètres en amont de la cascade des Nutons, s'est déroulé sur 428 jours à l'aide d'une caméra de modèle *Dark Ops*. Aucun arrêt n'a été signalé pour ce site, et aucun facteur multiplicatif n'a été nécessaire pour ce modèle.

Huit événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, trois jours fériés et un pont ont été conservés : 15/08/2023 - 09/05/2024 - 15/08/2024 et 10/05/2024. La cause de quatre autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 09/07/2023 - 05/09/2023 - 02/02/2024 - 14/05/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.6.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Solwaster le long de la Statte

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Statte	Dark07	23/06/2023	06/09/2024	428	46.313	13.031	25.999

B) Analyse temporelle générale

La cascade des Nutons attire plus de visiteurs que la balade le long de la Sawe. On observe également la même tendance à une hausse de la fréquentation pendant les semaines de vacances. Il faut prendre ces résultats avec précaution car il est fort probable que certains visiteurs fassent un aller-retour pour seulement profiter de la cascade des nutons.

Tableau 6.6.9. : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l’été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	156	2.463	12	16	13
Weekend	56	5.726	28	108	46
Semaine de vacances	99	5.741	28	58	49
Weekend de vacances	51	6.606	32	128	69

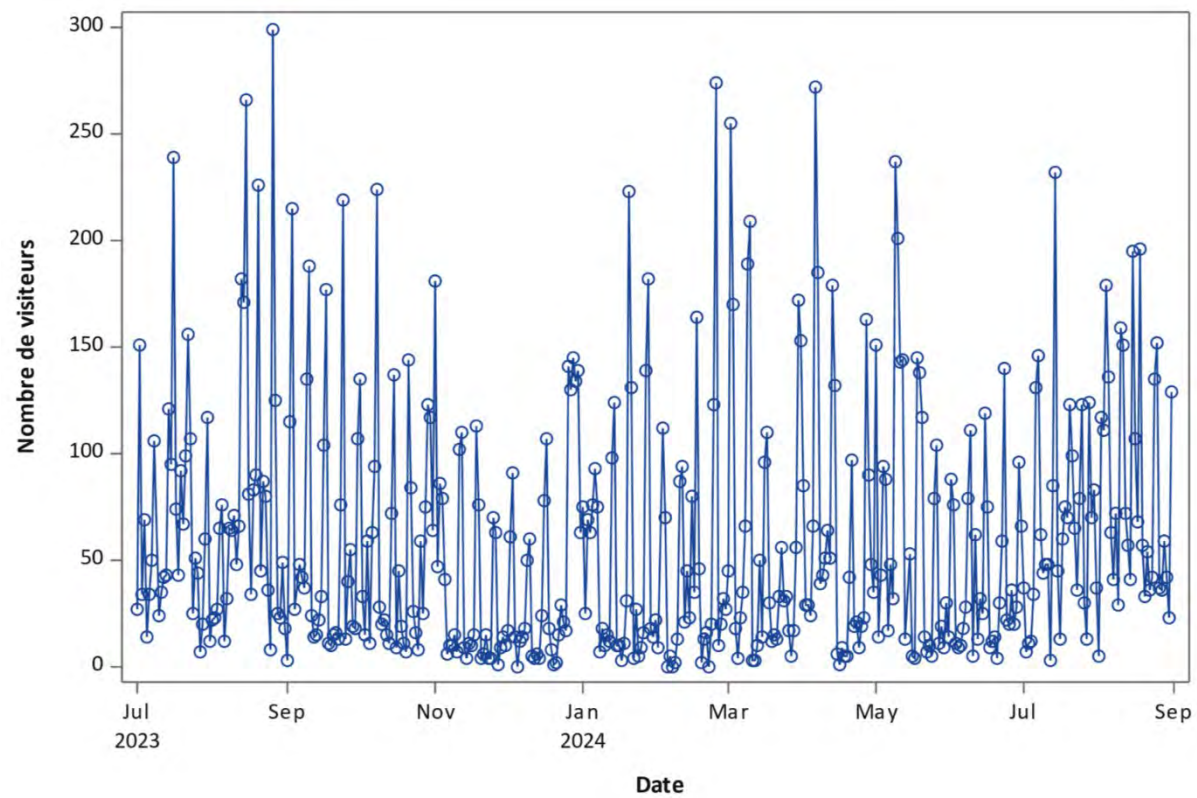


Figure 6.6.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Solwaster le long de la Statte

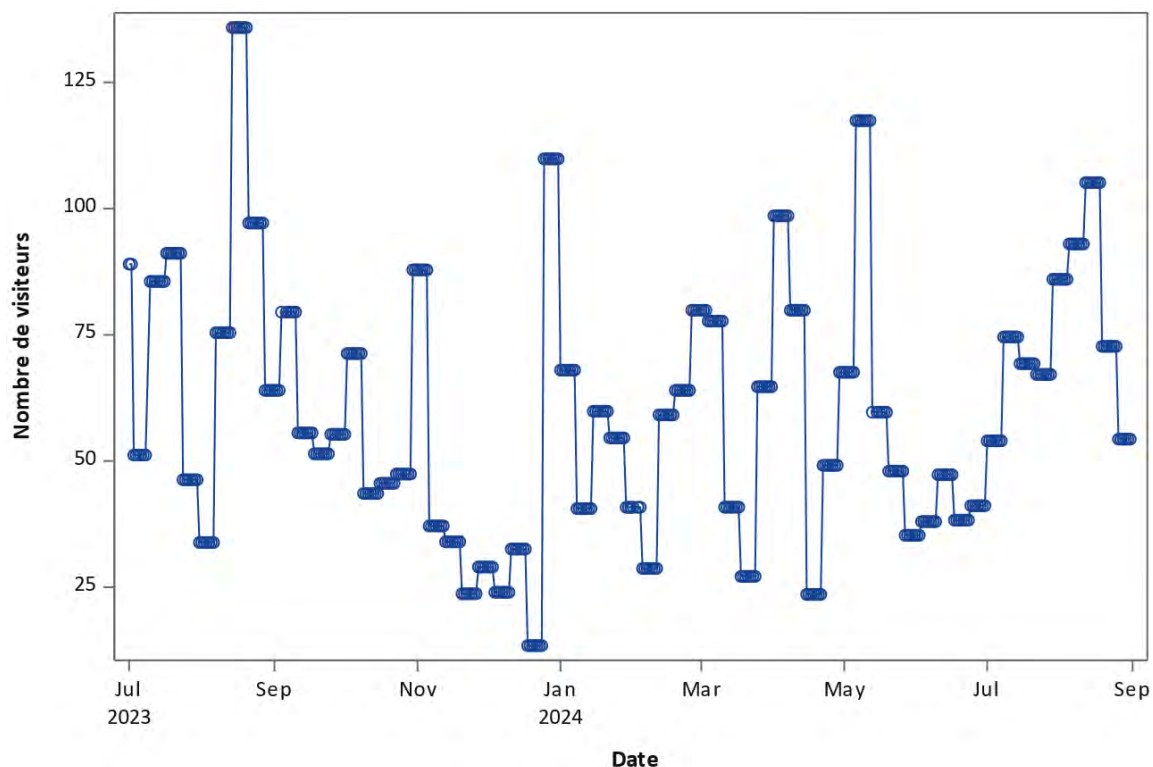


Figure 6.6.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Solwaster le long de la Statte

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Tout comme le suivi par données mobiles, le monitoring par caméra met en évidence l'impact des weekends sur la fréquentation des sentiers de randonnée de Solwaster. Les weekends expliquent 40 % de la variabilité de la fréquentation et ont un effet significatif lorsqu'ils interagissent avec d'autres facteurs. Les vacances exercent une influence plus marquée que celle observée dans la zone GSM, et la météo a également un impact plus prononcé que dans le schéma général.

La caméra installée le long de la Statte, qui a permis un suivi continu et est plus fréquentée que la Sawe, révèle un effet plus marqué des congés, expliquant 60 % de la variabilité pour la Statte et 50 % pour la Sawe. L'absence d'interruption dans le suivi et la plus grande attractivité de la zone facilitent ainsi l'observation de l'impact des vacances.

6.6.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre les deux caméras sur ce site est solide, avec un R^2 de 81 % (**Figure 6.6.8**). Le site de la Statte attire presque deux fois plus de visiteurs que celui de la Sawe, confirmant son attrait supérieur. La caméra installée à Solwaster Sawe affiche une corrélation légèrement supérieure avec la zone GSM (77 %) par rapport à celle de Solwaster Statte (71%).

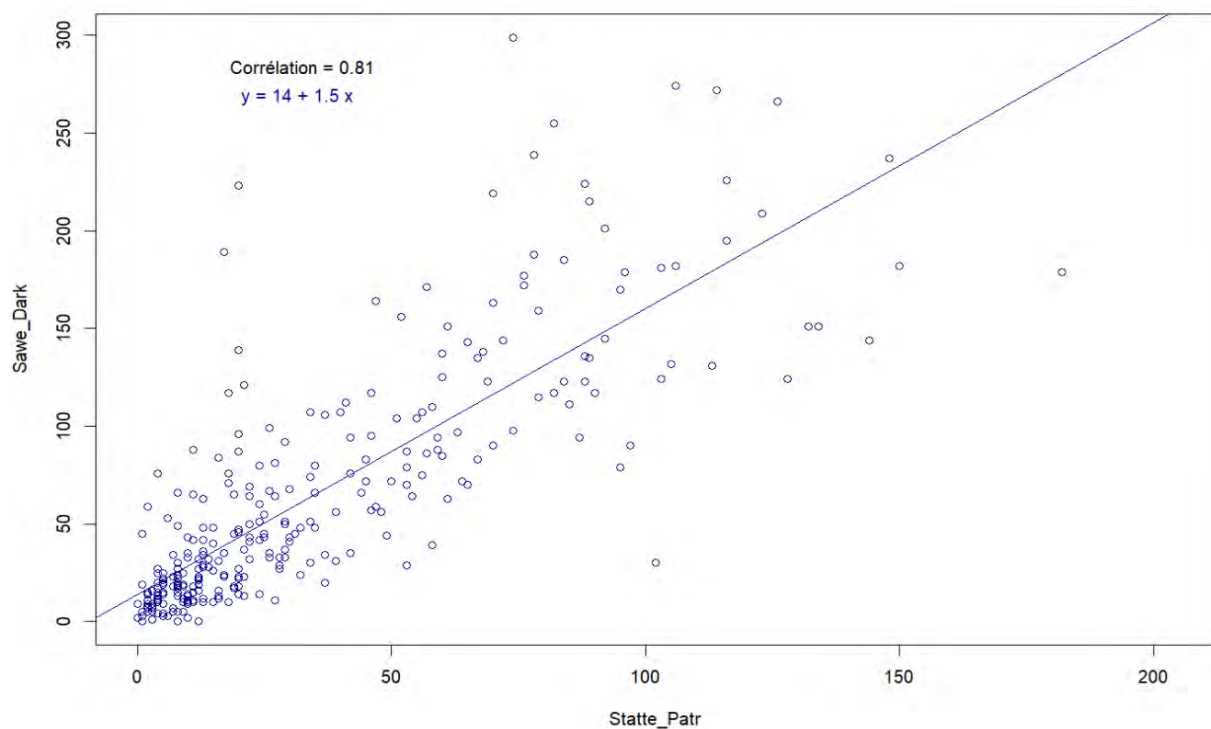


Figure 6.6.8 : Relation entre les données caméra de Solwaster Sawe et Solwaster Statte

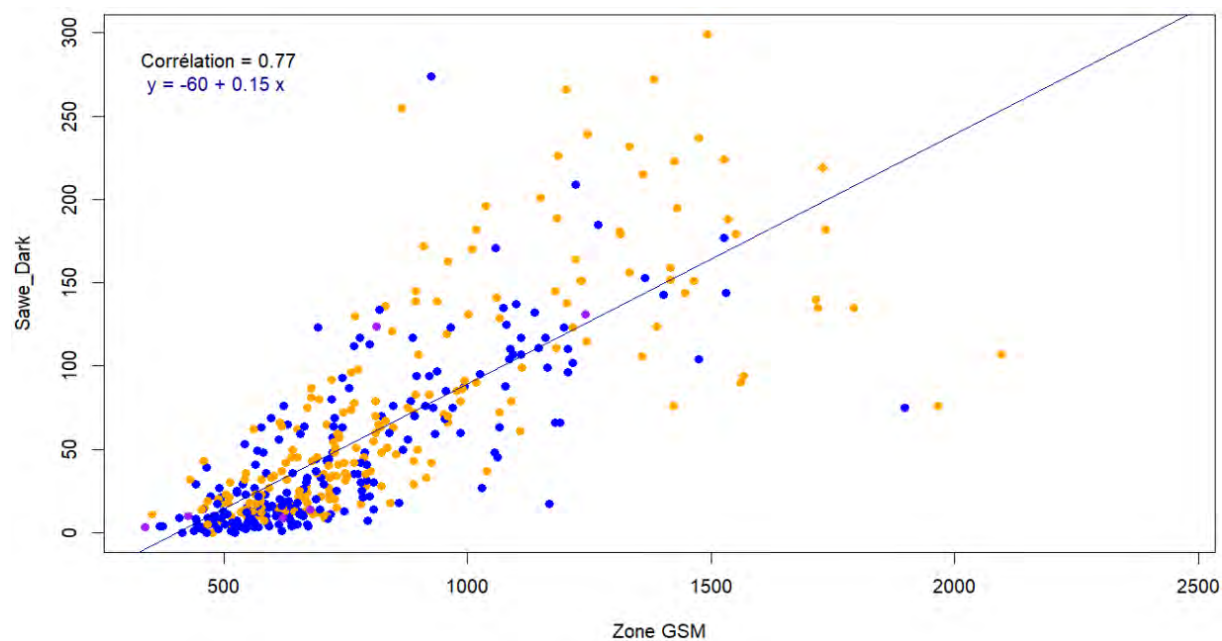


Figure 6.6.9 : Relation entre les données caméra du Solwaster Sawe et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

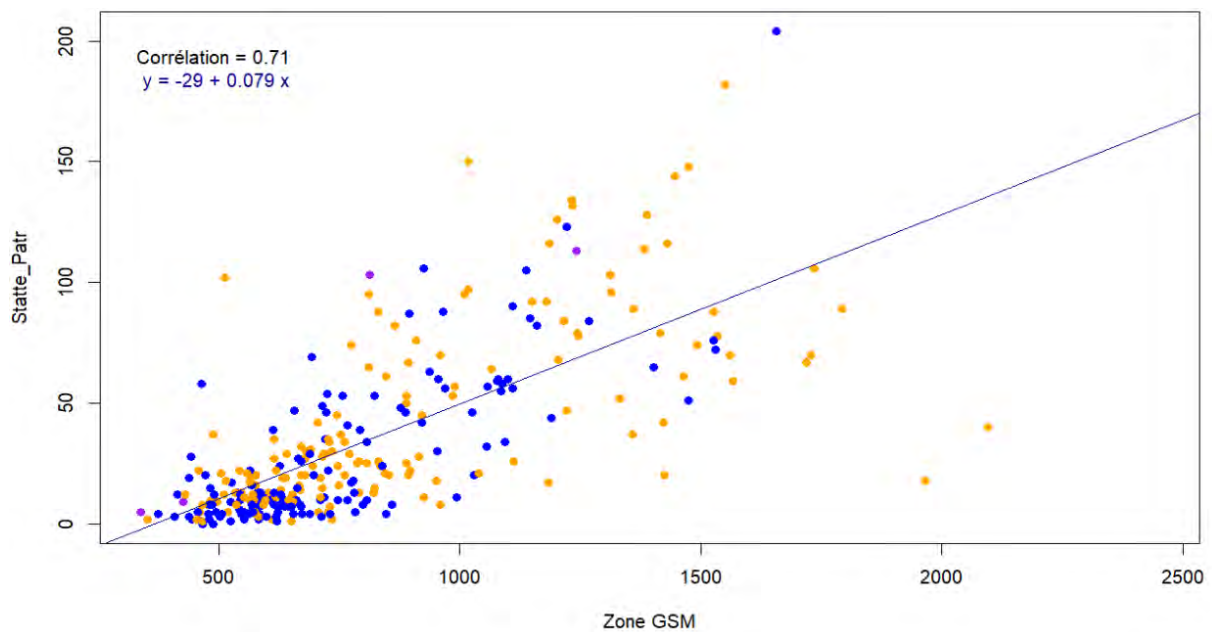


Figure 6.6.10 : Relation entre les données caméra de Solwaster Statte et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.6.6 Recommandations pour le monitoring de Solwaster

Concernant le monitoring local, la fréquentation des sites varie de manière similaire. Cependant, on n’y observe pas les mêmes visiteurs. Les deux sites semblent devoir donc tous les deux être monitorés.

La zone TAC prend en compte une partie significative du village de Jalhay incluant alors une large proportion de visiteurs fonctionnels. Elle est aussi mieux superposée à la randonnée de la Sawe qui attire visiblement plus de visiteurs que de la Statte qui est la plus fréquentée. Il n’y a guère d’autres options avec la manière dont les zones TAC sont réparties sur cette partie du plateau. L’ensemble des zones TAC mériteraient en fait d’être monitorées régulièrement pour identifier celles qui sont le moins sensibles à la présence de visiteurs fonctionnels.

6.7.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Six jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 19/05/2023
- Autres jours atypiques : 08/09/2023 – 09/09/2023 – 06/10/2023 dont la correspondance n'a pas été déterminée

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **610.000 visiteurs**. Sur une année, on y a observé **415.000 visiteurs, soit 1.100 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.7.1**). On peut remarquer qu'une proportion significative de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances (30%). Les congés belges expliquent 60% de la fréquentation de la zone, avec une influence des weekends importante.

Tableau 6.7.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	156	87.753	21	563	221
Weekends	53	93.302	23	1.760	519
Semaines en vacances	100	125.663	30	1.257	547
Weekends en vacances	51	107.467	26	2.107	688

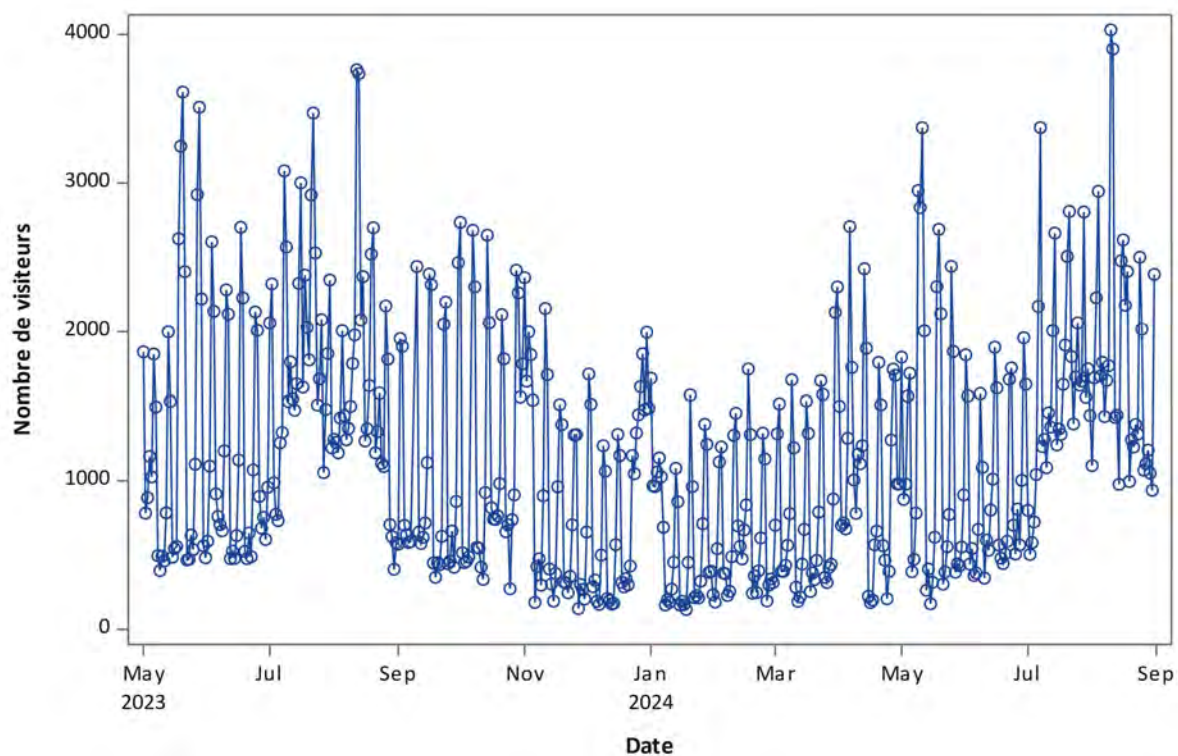


Figure 6.7.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Nisramont au cours du temps

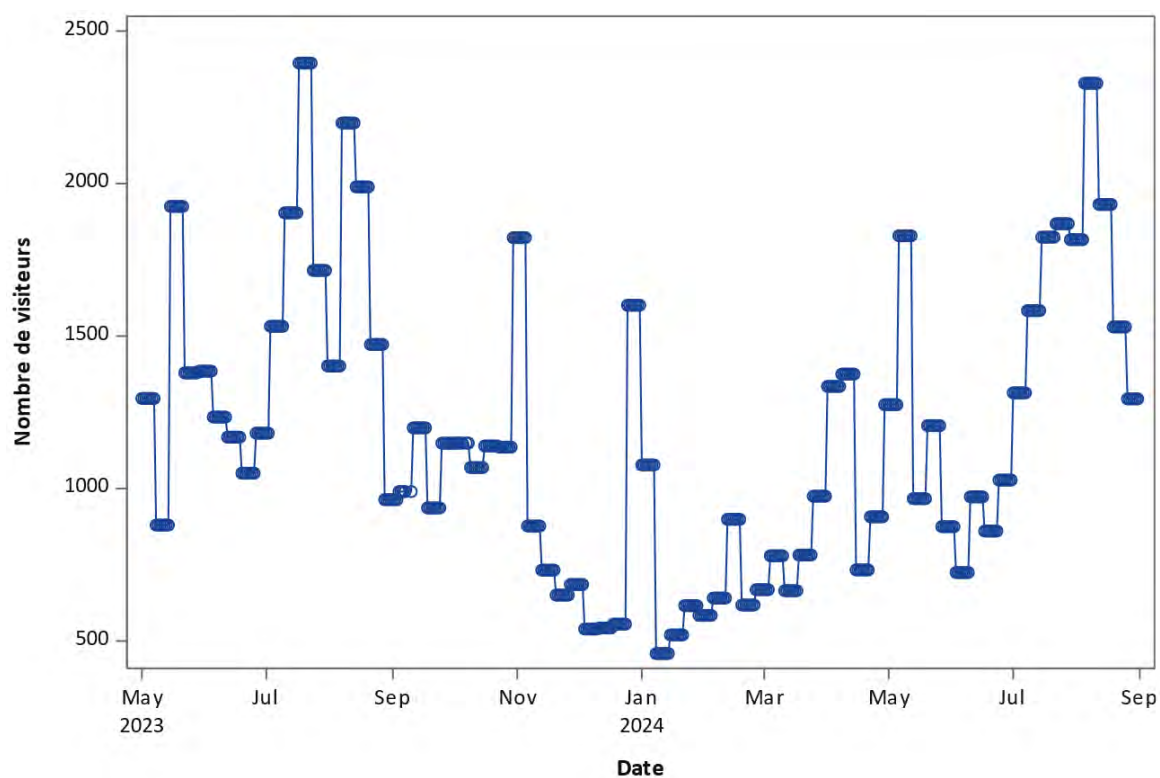


Figure 6.7.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Nisramont au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Nisramont fait partie des sites avec le plus de séjours recensés, à hauteur de 37%. Les visites à la journée, tout comme les séjours, varient en fonction des congés (**Tableau 6.7.2**).

Tableau 6.7.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	156	5.441	8	35	57
	Départ	155	2.487	4	16	43
	Séjour	155	9.323	13	60	63
	Visites à la journée	156	53.552	76	343	135
Weekend	Arrivée	52	5.417	6	104	85
	Départ	53	14.794	16	279	182
	Séjour	52	16.798	19	323	240
	Visites à la journée	53	53.393	59	1.007	316
Semaine de vacances	Arrivée	100	11.258	9	113	77
	Départ	100	10.602	9	106	70
	Séjour	100	24.830	21	248	160
	Visites à la journée	100	72.951	61	730	316
Weekend en vacances	Arrivée	51	7.300	7	143	96
	Départ	51	14.456	14	283	168
	Séjour	51	20.034	19	393	241
	Visites à la journée	51	62.388	60	1.223	500

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs de Nisramont sont belges (76%), 20% sont étrangers dont 14% sont des visiteurs venant des Pays-Bas et à peine 4% n'ont pas pu être catégorisés selon leur origine.

Tableau 6.7.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Pays-Bas	59	9.522	11	161	74
		Autre	51	5.311	6	104	29
	Nationale	Belgique	156	63.378	72	406	150
	Autre	Autre	156	9.542	11	61	53
Weekend	Internationale	France	2	52	0	26	16
		Allemagne	3	243	0	81	24

		Luxembourg	7	609	1	87	22
		Pays-Bas	46	13.604	15	296	152
		Autre	42	4.574	5	109	30
	Nationale	Belgique	53	72.074	77	1.360	380
	Autre	Autre	53	2.146	2	40	53
Semaine de vacances	Internationale	France	5	267	0	53	10
		Pays-Bas	70	15.914	13	227	109
		Autre	70	6.490	5	93	28
	Nationale	Belgique	100	98.868	79	989	465
	Autre	Autre	100	4.124	3	41	53
Weekend en vacances	Internationale	France	9	625	1	69	34
		Allemagne	6	418	0	70	24
		Luxembourg	5	477	0	95	13
		Pays-Bas	49	14.499	13	296	170
		Autre	47	5.424	5	115	33
	Nationale	Belgique	51	84.002	78	1.647	518
	Autre	Autre	51	2.022	2	40	51

Parmi les visiteurs belges, le site de Nisramont, à l’instar du Héroù (voir plus bas), présente une proportion plus élevée de visiteurs flamands (58%) que de visiteurs wallons (36%).

Tableau 6.7.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	76	14.426	45	190	90
	Wallons	89	15.579	48	175	58
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	22	2.186	7	99	23
Weekend	Flamands	29	22.737	67	784	231
	Wallons	29	9.977	29	344	92
	Bruxellois	7	726	2	104	21
	Autre	5	569	2	114	19
Semaine de vacances	Flamands	83	46.691	59	563	308
	Wallons	85	27.978	35	329	149
	Bruxellois	9	1.033	1	115	25
	Autre	29	3.487	4	120	35
Weekend en vacances	Flamands	41	40.630	59	991	307
	Wallons	41	23.587	34	575	310
	Bruxellois	30	3.909	6	130	37
	Autre	6	771	1	129	17

Tableau 6.7.5 : Synthèse des origines présentes à Nisramont en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	77				19	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	36	58	3	3		

6.7.3 Analyse des données caméras de Nisramont Ouest

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de l'ouest de Nisramont, le long de l'Ourthe orientale, a été effectué sur **211** jours, avec une interruption entre fin août 2023 et début avril 2024 à la suite d'un vol nécessitant des mesures de sécurisation du matériel (**Tableau 6.7.6**). Une caméra de modèle *Dark Ops* a été utilisée de fin juin à fin août 2023, puis remplacée par un modèle *Dark Ops Micro* entre début avril et fin août 2024. Les résultats du modèle *Dark Ops Micro* ont été corrigés avec un facteur multiplicatif de 1,15, en raison de son champ de vision étroit, qui peut occasionner des omissions dans les détections.

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié et un pont ont été conservés : 15/08/2023 et 10/05/2024. La cause de deux autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 12/08/2023 - 19/07/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.7.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Nisramont le long de l'Ourthe occidentale

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Ouest	Dark03	29/06/2023	Volée	54	10.773	3.592	6.649
	Darm06	05/04/2024	05/09/2024	149	23.736	7.913	15.390

B) Analyse temporelle générale

Les données de la caméra installée sur le site à l'ouest de Nisramont, recueillies entre début avril et fin août 2024, montrent une augmentation de la fréquentation pendant les semaines de vacances, encore plus prononcée les weekends, avec une hausse particulièrement significative lors des weekends de vacances. Dans ce site, la moyenne journalière des semaines de vacances n'est pas significativement différente de celle des weekends hors vacances.

Tableau 6.7.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	44	1.405	8	32	25
Weekend	15	1.939	11	129	57
Semaine de vacances	60	7.238	42	121	90
Weekend de vacances	29	6.747	39	233	105

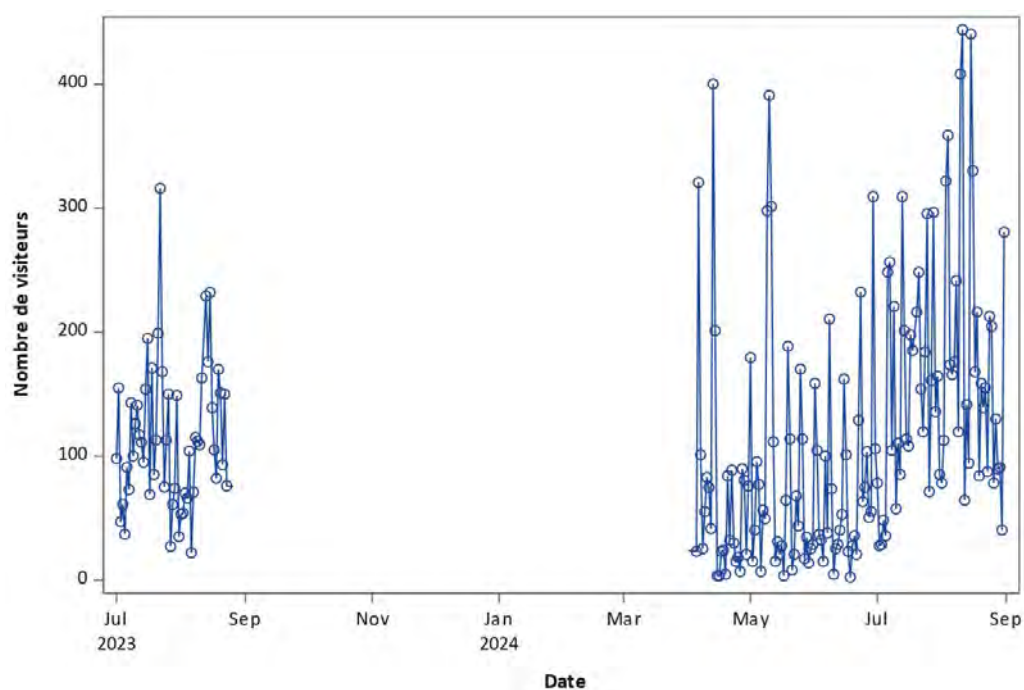


Figure 6.7.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont le long de l'Ourthe orientale

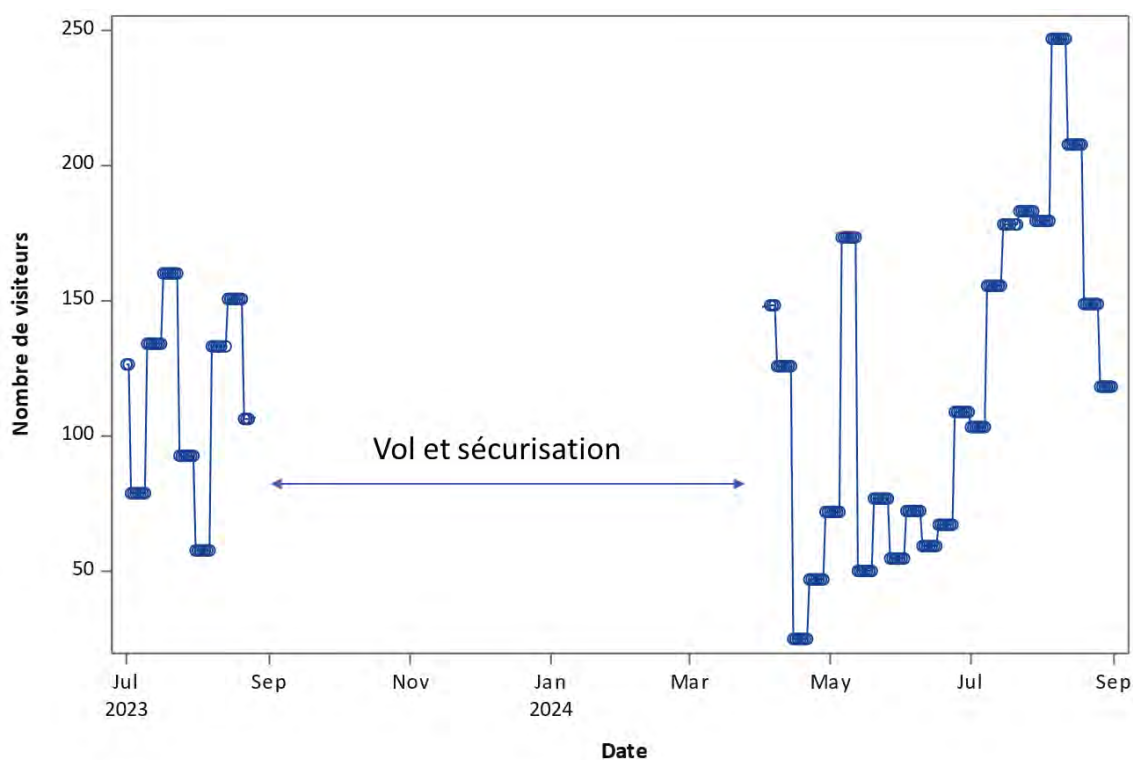


Figure 6.7.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont le long de l'Ourthe orientale

6.7.4 Analyse des données caméras de Nisramont Est

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de l'est de Nisramont, le long de l'Ourthe occidentale, s'est déroulé en continu sur une période de **428** jours. Une caméra de modèle *Door* a été placée de fin juin 2023 à début avril 2024, suivie d'un modèle *Dark Ops Micro* de début avril à fin août 2024. Des facteurs multiplicatifs de 1,12 et 1,15 ont respectivement été appliqués aux résultats de ces modèles pour corriger les détections manquées liées à leur champ de vision étroit.

Neuf événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, trois jours fériés et un pont ont été conservés : 01/11/2023 - 09/05/2024 - 15/08/2024 et 10/05/2024. La cause de cinq autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 01/10/2023 - 10/11/2023 - 15/03/2024 - 13/04/2024 - 22/04/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.7.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Nisramont, le long de l'Ourthe occidentale

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Est	Door09	29/06/2023	05/04/2024	279	25.442	8.481	11.102
	Darm03	05/04/2024	05/09/2024	149	36.776	11.303	15.779

B) Analyse temporelle générale

Les données de la caméra installée sur le site à l'est de Nisramont, le long de l'Ourthe occidentale, sur une période de suivi plus étendue que celle de l'ouest de Nisramont, mettent en évidence des tendances similaires à celles observées à l'ouest concernant les weekends de vacances. Ici, la moyenne journalière des weekends hors vacances est significativement supérieure à celle des semaines de vacances.

Tableau 6.7.9 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	155	2.823	12	18	15
Weekend	53	5.192	21	98	62
Semaine de vacances	100	8.695	36	87	91
Weekend de vacances	50	7.777	32	156	112

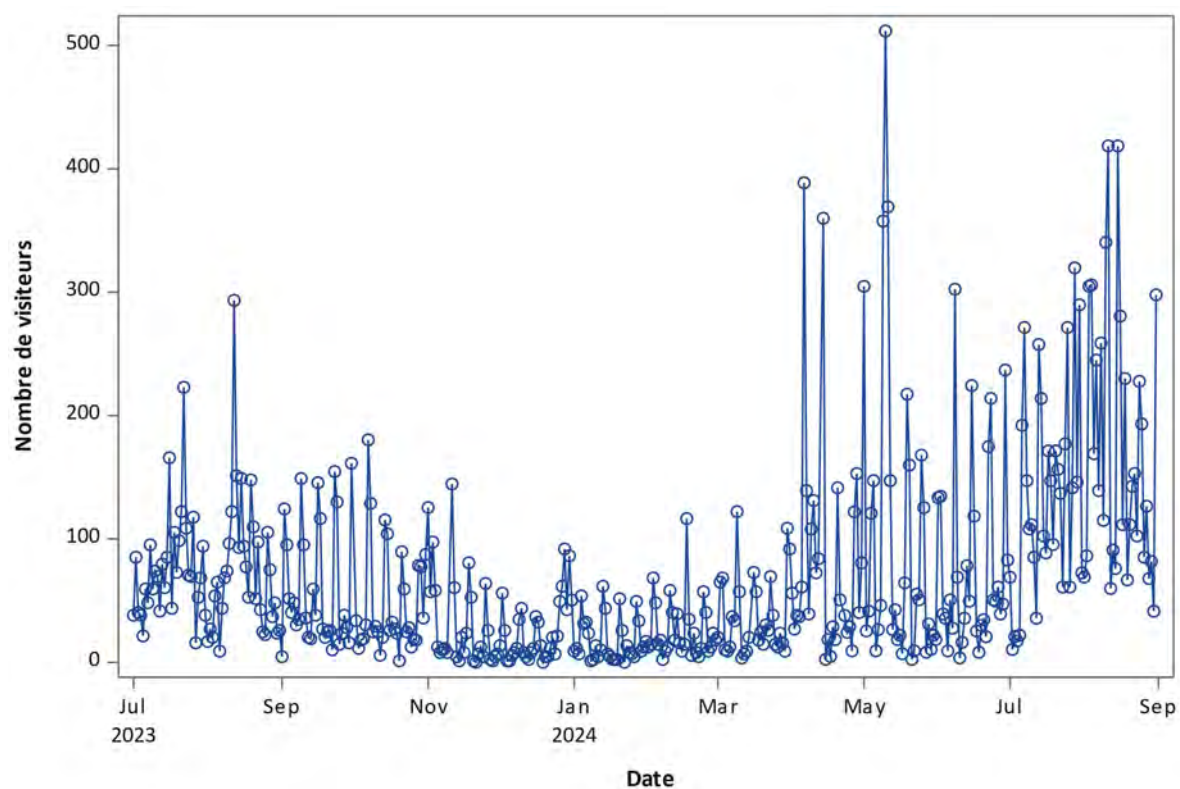


Figure 6.7.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont, le long de l’Ourthe occidentale

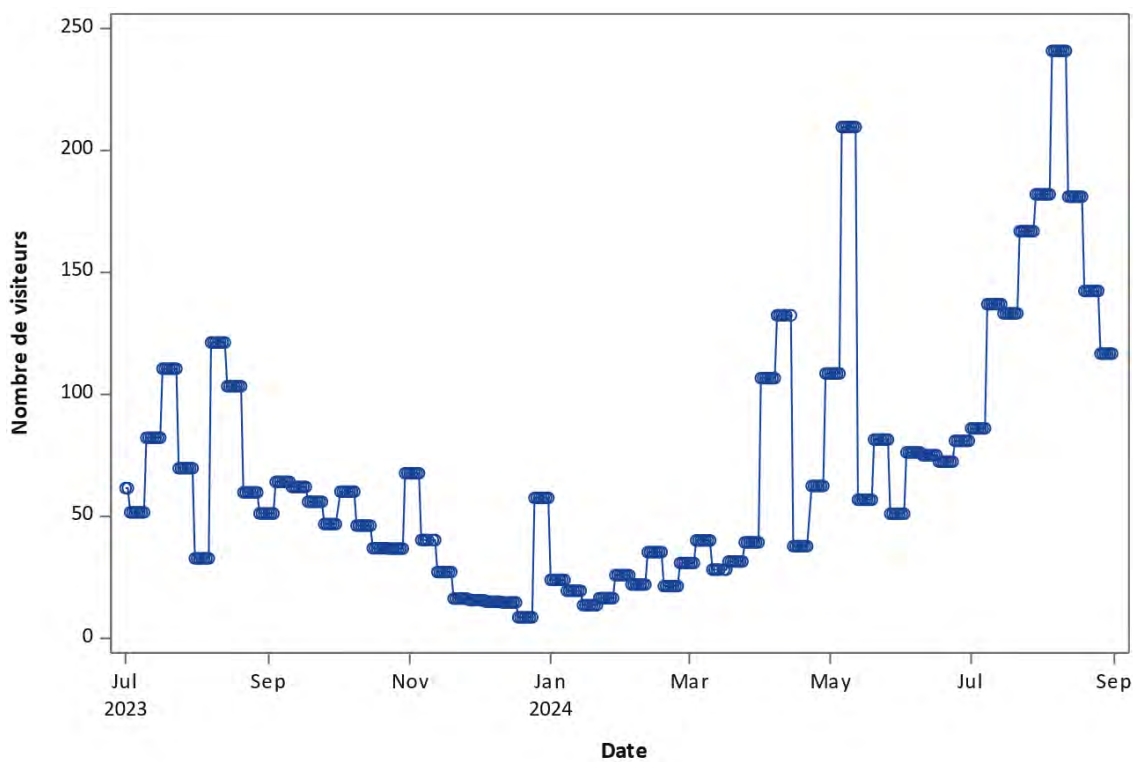


Figure 6.7.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont, le long de l’Ourthe occidentale

6.7.5 Analyse des données caméras de Nisramont Barrage

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de la randonnée surplombant le barrage a été réalisé sans interruption pendant **412** jours. Une caméra de modèle *Patriot* a été utilisée jusqu'à son arrêt le 17 août 2024. Ce modèle nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 pour corriger les détections, en raison de son large champ de vision, qui provoque souvent des doubles rafales pour une même détection.

Sept événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, deux jours fériés et un pont ont été conservés : 01/11/2023 - 15/08/2024 et 10/05/2024. La cause de quatre autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 09/09/2023 - 04/10/2023 - 19/10/2023 - 20/02/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.7.10 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Nisramont le long du chemin de randonnée au-dessus du barrage

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Barrage	Patr06	29/06/2023	17/08/2024	412	86.672	39.311	39.373

B) Analyse temporelle générale

Le chemin surplombant le barrage du Nisramont présente un schéma de fréquentation similaire à celui observé le long de l'Ourthe Orientale.

Tableau 6.7.11 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	155	4.481	16	29	24
Weekend	53	7.204	26	136	76
Semaine de vacances	89	8.061	29	91	73
Weekend de vacances	46	7.843	28	171	97

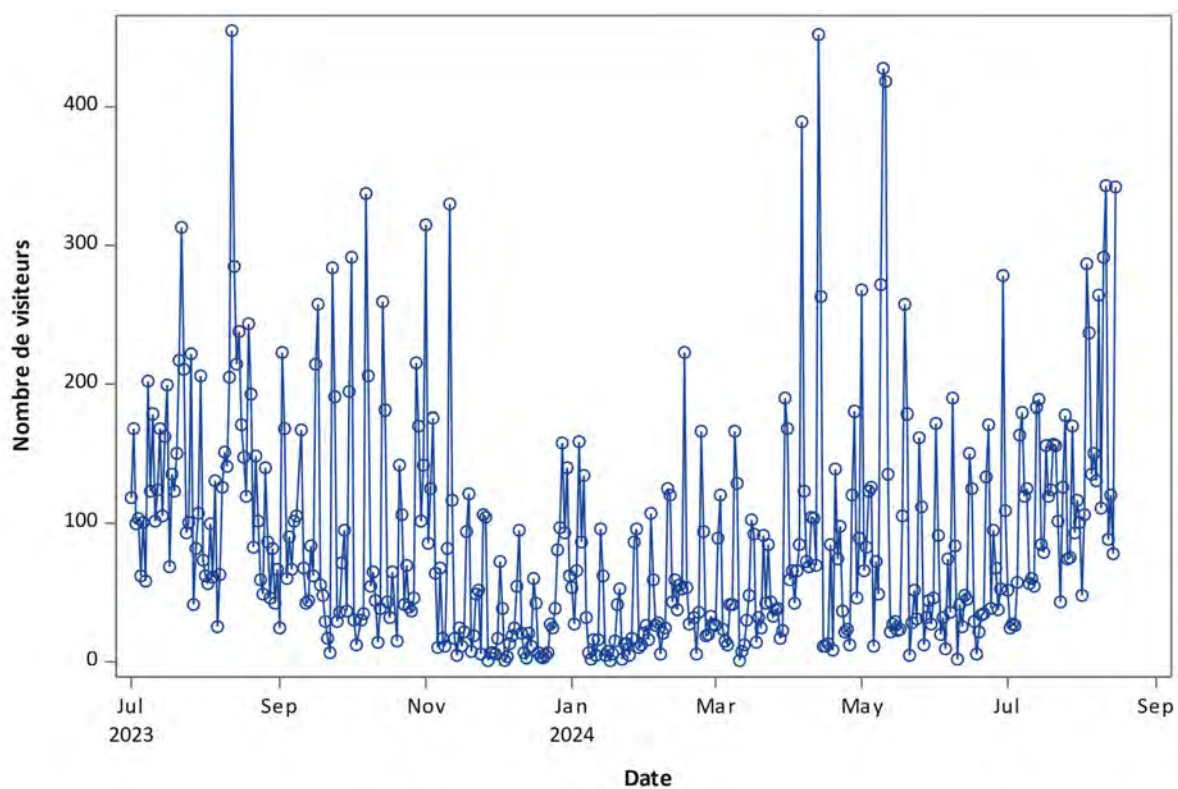


Figure 6.7.8 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont le long du chemin de randonnée au-dessus du barrage

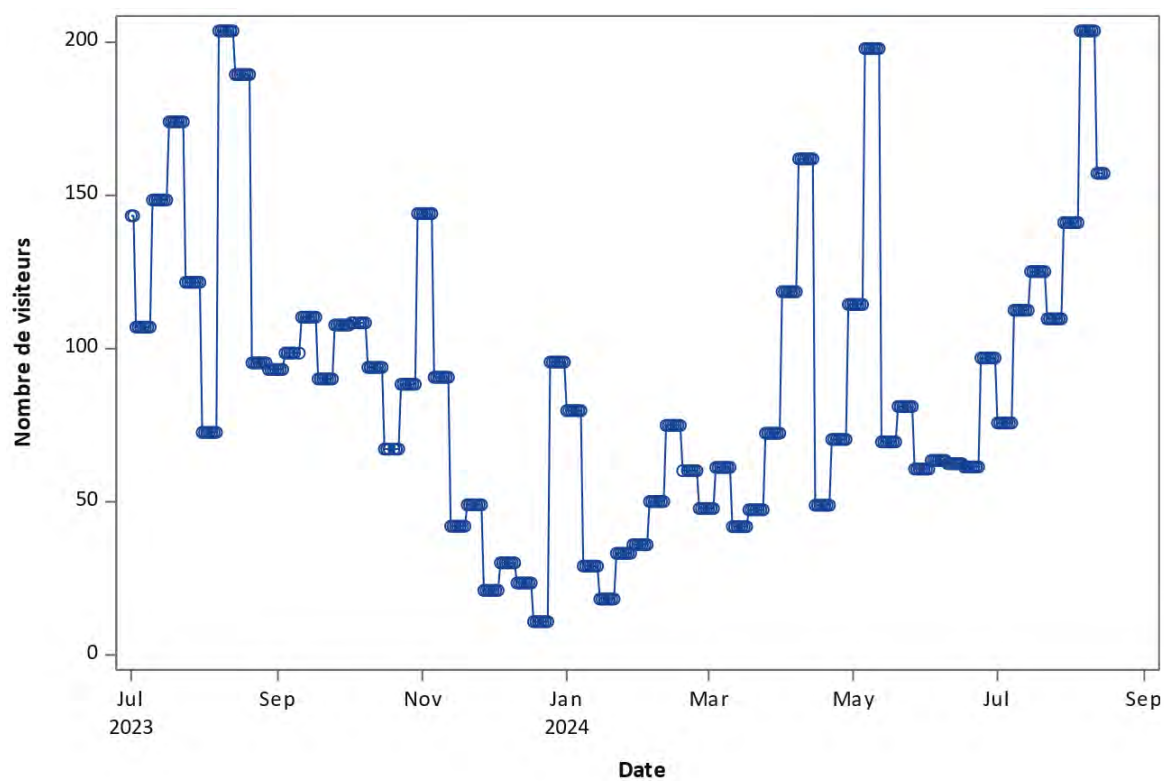


Figure 6.7.9 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Nisramont le long du chemin de randonnée au-dessus du barrage

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les congés expliquent 50 % de la fréquentation sur l'ensemble des sites surveillés par caméra à Nisramont. Les vacances et les saisons y exercent une influence significative, avec un effet des saisons particulièrement marqué à l'est de Nisramont. L'impact des weekends, estimé à 25-30 % localement, est moins important qu'au niveau de la zone GSM (40 %), une tendance inversée par rapport à d'autres sites où les weekends jouent généralement un rôle plus prépondérant dans les résultats des caméras.

6.7.6 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre toutes les caméras installées dans la zone de Nisramont est excellente, dépassant 90 % dans tous les cas. Lorsqu'on les compare aux données de la zone GSM, elles présentent également une bonne corrélation, avoisinant 87 %. Cependant, la proportion de visiteurs détectés sur les sentiers de randonnée monitorés reste faible par rapport à celle de la zone GSM, représentant moins de 10 %.

Enfin, sur la **Figure 6.7.10.**, si on compare les 3 caméras du barrage Patr06 (bleu), Darm06 (en vert) qui a remplacé la Dark03 sur l'Ourthe Orientale et Darm03 (en orange) qui a remplacé la Door09 aussi volée sur l'Ourthe Occidentale lorsqu'elles sont placées ensemble à partir du 4 mai 2024 jusqu'à la fin août 2024, on ne peut qu'être assez surpris de leur redondance même si elles sont placées sur le tour du Lac de Nisramont (19 km). Les corrélations avec les données GSM sont très bonnes et quasi similaires ($R^2 = 70\%$) et les pentes sont pratiquement les mêmes, de l'ordre de 10%. Ce faible taux s'explique par la présence de nombreuses possibilités de randonnées dans la zone qui peuvent être partiellement comprises dans la zone TAC, y compris les visiteurs du Hérou car les limites de la zone TAC ne sont certainement pas aussi rectilignes que ce que laisse croire la carte vu le relief. La caméra « barrage » a aussi volontairement été placée assez loin du barrage pour éviter les visiteurs qui viennent juste voir le barrage et le bord de l'eau. De manière à cibler les randonneurs qui font le tour, ce qui est confirmé par les nombres similaires pour les 3 caméras.

Ainsi, chaque sentier de randonnée monitoré par caméra est représentatif de la variabilité de la fréquentation du site mais ne représente pas la totalité de son attractivité.

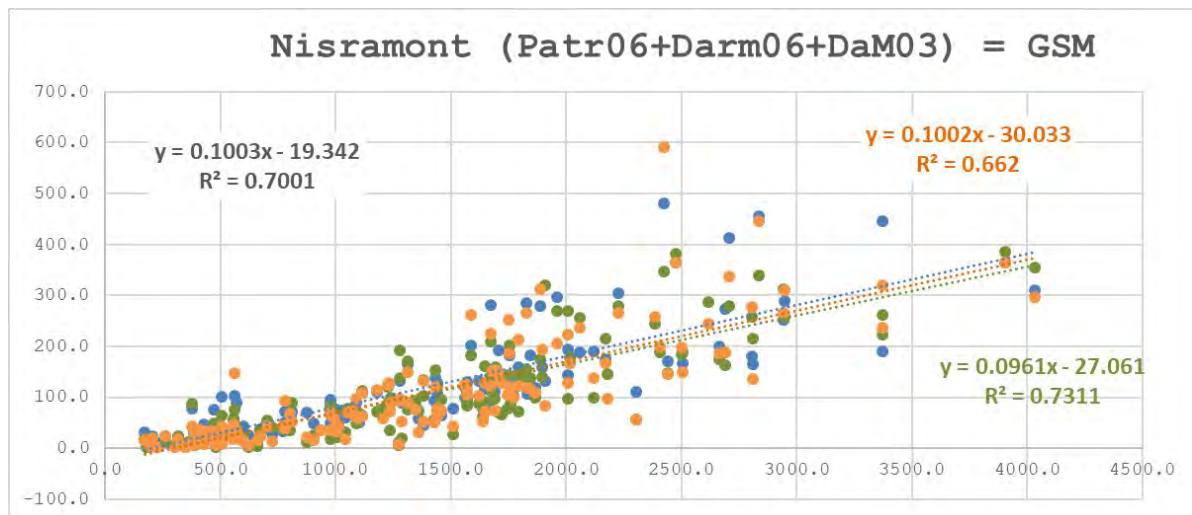


Figure 6.7.10 : Relation entre les données caméra de l'Ourthe Occidentale aux données mobiles de la zone GSM de Nisramont. En orange la caméra à l'Est de Nisramont, en bleu la caméra du barrage, en vert la caméra à l'Ouest de Nisramont

6.7.5 Recommandations pour le monitoring de Nisramont

Pour le monitoring local à Nisramont, il est impératif de prendre des précautions contre le vol si on souhaite installer des caméras. Par contre, c'est un site où il existe de nombreux points de passage obligés qui permettrait d'installer des éco-compteurs assez efficaces. La logistique d'installation des caméras est aussi compliquée par les conditions d'accès aux différents sites.

Il n'est sans doute pas nécessaire de suivre les 3 parties de l'itinéraire du tour du lac qui montrent pratiquement les mêmes estimations. La zone TAC comprend des infrastructures d'accueil et des hébergements qui perturbent l'évaluation de la fréquentation des ENF.

6.8. Synthèse du monitoring pour Hérrou

6.8.1. Description du site

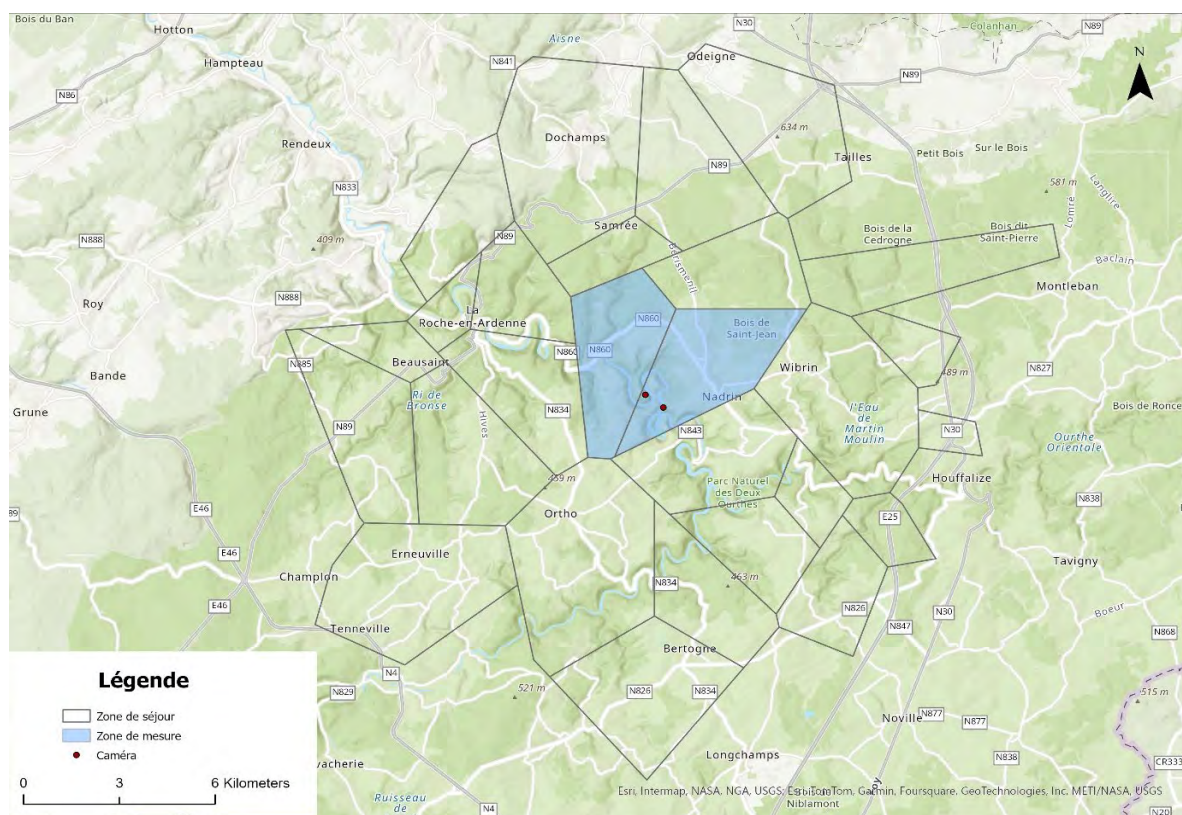


Figure 6.8.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site du Hérrou

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense sept attractions ouvertes et connues sur les communes de La Roche en Ardenne, Houffalize et Manhay, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Parc Chlorophylle (4), Ruines du château féodal de la Roche (4), Parc à gibier de la Roche (3), Ardennes Aventure – Descente de l’Ourthe (2), Musée de la bataille des Ardennes (2), Outdoor Centre – Descente de l’Ourthe (1), Cyril Chocolat (1). En plus de ces attractions, on peut également noter la présence de la plage de Maboge au sein de la zone de mesure.

La zone compte également **106 randonnées reconnues totalisant 615 km**, dont 30 se situent directement dans les zones de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **137 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **2.240 lits**. On retrouve 26 logements dans la zone de mesure, offrant ensemble 250 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **490 habitants en 2022** (source : Proximus).

Les deux zones TAC ciblent bien le cœur du Parc Naturel des Deux Ourthes en aval du barrage de Nisramont. La première zone TAC « **84BER_150** » (1.350 ha) couvre une autre partie du village de Nadrin. La proportion d’ENF dans cette zone est de l’ordre de 25% le reste étant occupé par des peuplements résineux, des prairies et même des cultures intensives. La seconde zone TAC « **84BER_255** » (1.250 ha) couvre des ENF pour 30%, des zones de plantations résineuses et le hameau de Borzée dans lequel un important village de vacances est en cours de construction.

Le monitoring local du Héro a été réalisé à travers deux sites. Le premier est situé le long de l’Ourthe, sur un chemin de randonnée en contrebas de Nadrin, et le second se trouve au Cheslé de Bérisménil.

6.8.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Six jours avec des évènements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours de pont (conservés) : 18/05/2023
- Pont férié (conservé) : 19/05/2023 - 10/05/2024
- Trail identifié : 10/08/2024
- Autres jours atypiques : 08/09/2023 - 06/10/2023

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **650.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **435.000 visiteurs, soit 1.200 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.8.1**). Les congés représentent 60 % de la fréquentation, un taux supérieur à celui observé dans le schéma général. Les vacances ont une influence notable, entraînant une proportion significative de 30 % de visiteurs présents sur le site durant les semaines de vacances, et impactant également la moyenne journalière des weekends.

Tableau 6.8.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l'été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	157	89.719	21	571	219
Weekends	56	103.675	24	1.851	704
Semaines en vacances	99	132.758	30	1.341	692
Weekends en vacances	52	110.669	25	2.128	878

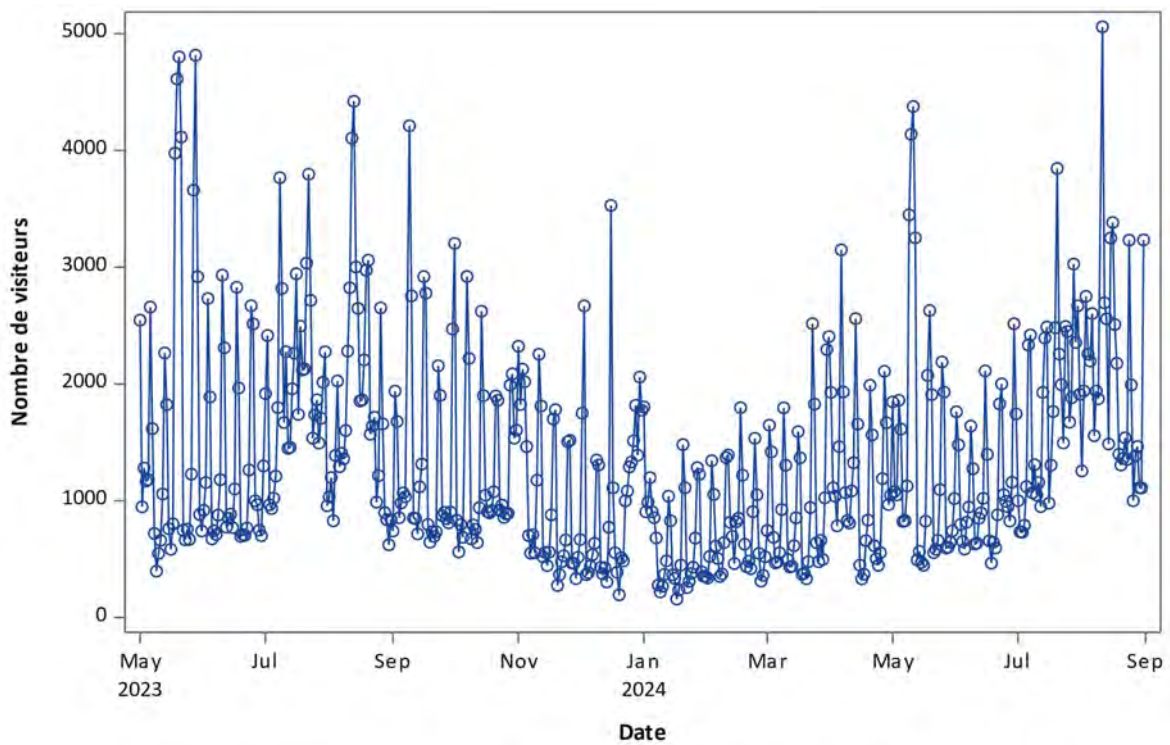


Figure 6.8.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM du Hérou au cours du temps

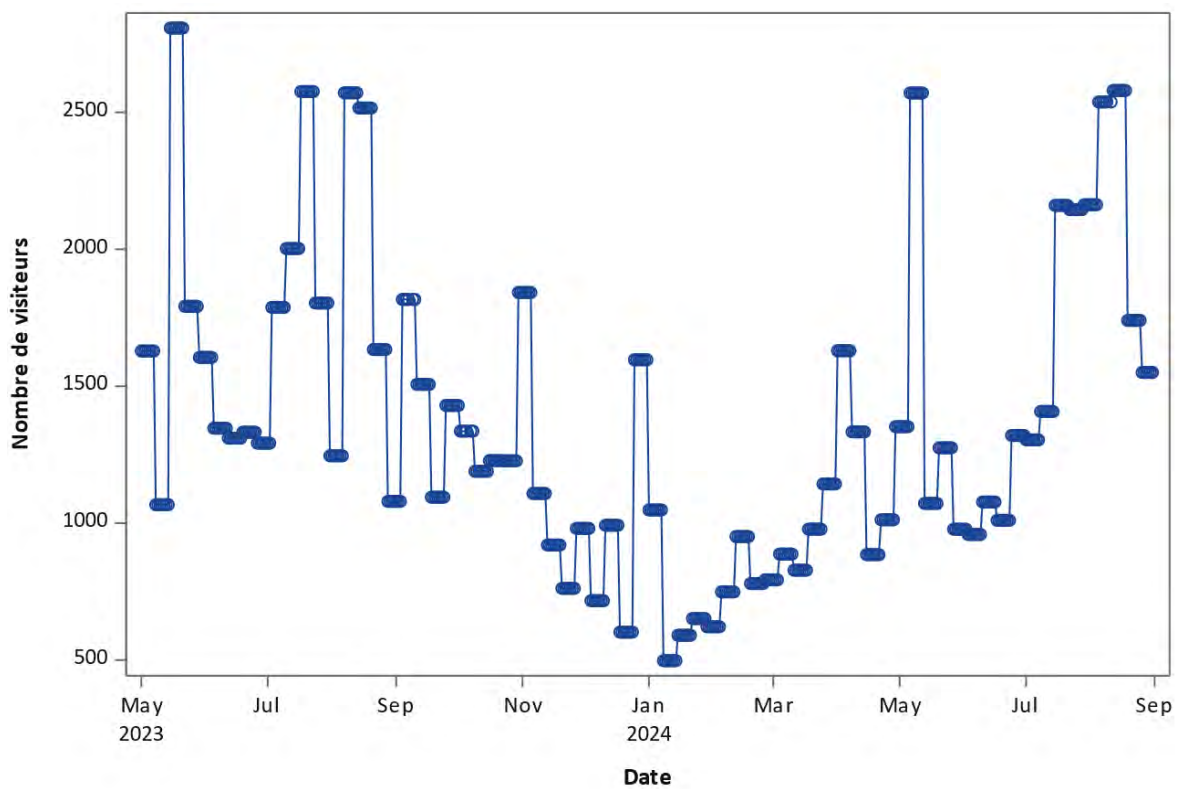


Figure 6.8.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM du Hérou au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

La zone GSM du Hérou est l'un des sites avec le plus de séjours recensés, à hauteur de 52%. Les visites à la journée, tout comme les séjours, varient en fonction des congés.

Tableau 6.8.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'été 2023 au printemps 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	157	18.758	19	119	100
	Départ	157	11.281	11	72	59
	Séjour	157	14.106	14	90	63
	Visites à la journée	157	54.682	55	348	99
Weekend	Arrivée	56	16.196	15	289	260
	Départ	56	23.815	22	425	310
	Séjour	56	15.289	14	273	190
	Visites à la journée	56	50.723	48	906	466
Semaine de vacances	Arrivée	99	24.261	18	245	192
	Départ	99	19.941	15	201	129
	Séjour	99	30.617	23	309	206
	Visites à la journée	99	60.669	45	613	307
Weekend en vacances	Arrivée	52	16.482	15	317	231
	Départ	52	22.375	20	430	290
	Séjour	52	23.949	21	461	272
	Visites à la journée	52	49.988	44	961	482

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs du Hérou sont belges (77%), 21% sont étrangers dont 15% sont des visiteurs venant des Pays-Bas et à peine 3% n'ont pas pu être catégorisés selon leur origine.

Tableau 6.8.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'été 2023 au printemps 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Pays-Bas	45	7.845	9	174	59
		Autre	61	7.338	8	120	29
	Nationale	Belgique	157	68.175	76	434	148
	Autre	Autre	157	6.361	7	41	53
Weekend	Internationale	France	2	149	0	75	8
		Luxembourg	2	197	0	99	12

		Pays-Bas	45	14.607	14	325	142
		Autre	46	5.713	6	124	31
	Nationale	Belgique	56	81.213	78	1.450	557
	Autre	Autre	56	1.796	2	32	45
Semaine de vacances	Internationale	Allemagne	1	95	0	95	.
		Pays-Bas	66	19.053	14	289	155
		Autre	60	7.136	5	119	32
	Nationale	Belgique	99	102.993	78	1.040	546
	Autre	Autre	98	3.481	3	36	46
Weekend en vacances	Internationale	France	5	412	0	82	24
		Allemagne	3	306	0	102	16
		Pays-Bas	49	16.978	15	346	177
		Autre	43	5.051	5	117	39
	Nationale	Belgique	52	86.303	78	1.660	669
	Autre	Autre	52	1.619	1	31	47

Parmi les visiteurs belges, le site du Héroù, tout comme à Nisramont, présente une proportion plus élevée de visiteurs flamands (57%) que de visiteurs wallons (38%).

Tableau 6.8.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	70	12.494	36	178	77
	Wallons	89	20.704	60	233	66
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	14	1.364	4	97	21
Weekend	Flamands	29	21.547	64	743	264
	Wallons	29	10.738	32	370	73
	Bruxellois	11	1.164	3	106	21
	Autre	2	258	1	129	35
Semaine de vacances	Flamands	83	51.872	61	625	414
	Wallons	85	30.846	36	363	128
	Bruxellois	13	1.676	2	129	40
	Autre	12	1.340	2	112	30
Weekend en vacances	Flamands	40	40.787	61	1.020	452
	Wallons	40	21.867	33	547	223
	Bruxellois	27	3.608	5	134	45
	Autre	8	883	1	110	18

Tableau 6.8.5 : Synthèse des origines présentes au Héroù en pourcentage (%)

Période	Origine					
Eté 2023 - Printemps 2024	Nationale				Internationale	Autre
	78				19	3
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	38	57	3	2		

6.8.3 Analyse des données caméras au Hérou

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du Hérou, le long de l'Ourthe, a été effectué pendant **280** jours actifs à l'aide d'une caméra de modèle *Dark Ops*. La caméra a cessé de fonctionner à partir d'avril 2024. Plusieurs pistes ont été explorées lors des relevés suivants, car la caméra semblait encore fonctionner lors des relevés sur place : carte mémoire, piles, etc. Les précipitations semblent finalement avoir causé sa défaillance.

Onze événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un trail a eu lieu le 09/09/2023. Et la cause de sept autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 14/08/2023 - 08/09/2023 - 07/10/2023 - 17/10/2023 - 01/01/2024 - 20/02/2024 - 16/08/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.8.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring du Hérou

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Nadrin	Dark09	29/06/2023	05/09/2024	280	39.570	13.298	22.646

B) Analyse temporelle générale

Le suivi local au Hérou reflète la même tendance que celle observée dans la zone GSM, avec une augmentation significative de la fréquentation liée aux weekends et surtout liée aux vacances. La moyenne journalière en semaine hors vacances est 7 à 8 fois inférieure à celle du weekend et 4 fois inférieure à celle des semaines de vacances !

Tableau 6.8.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges de l'été 2023 au printemps 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	112	2.156	11	19	18
Weekend	39	4.901	24	126	78
Semaine de vacances	82	6.721	33	82	58
Weekend de vacances	40	6.394	32	160	101

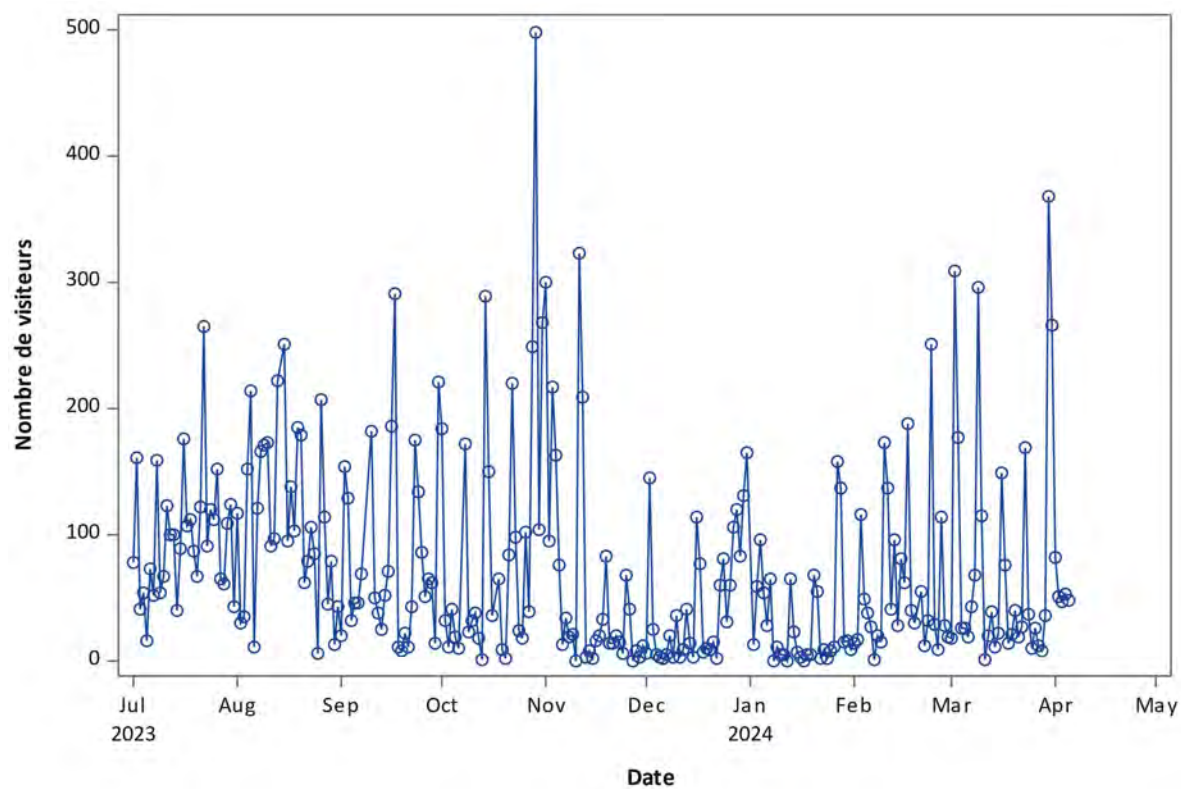


Figure 6.8.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Hérou

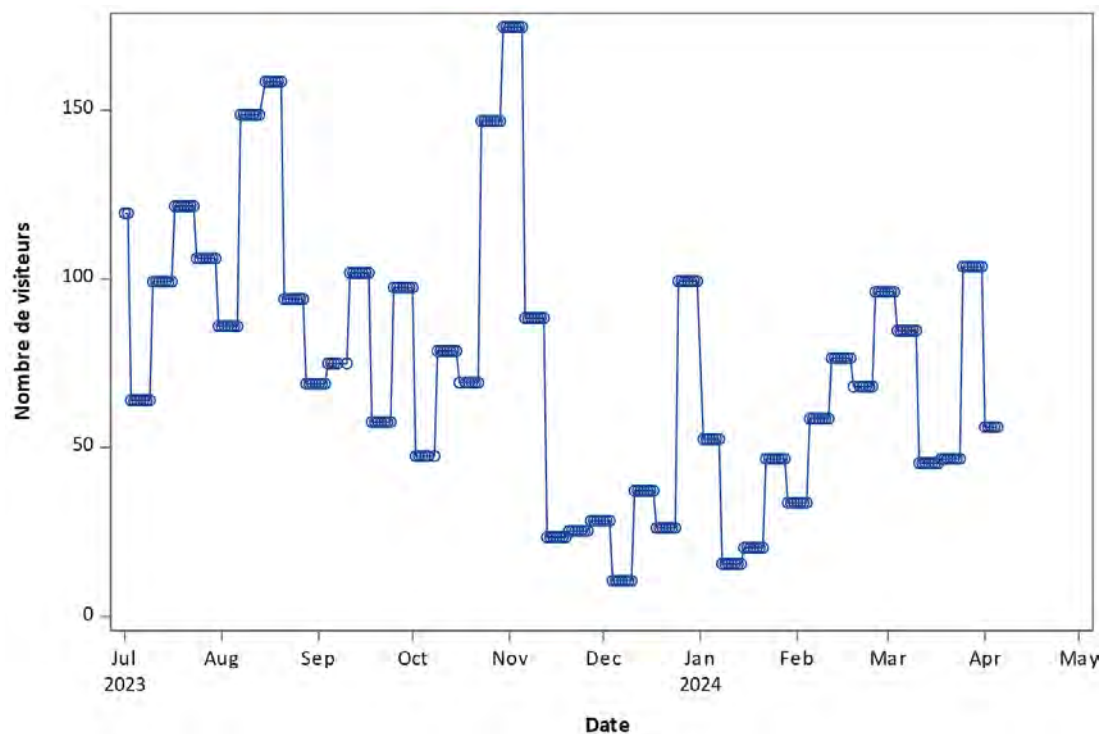


Figure 6.8.5: Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Hérou

6.8.4 Analyse des données caméras au Cheslé de Bérisménil

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du Cheslé de Bérisménil a été réalisé pendant **351** jours actifs, avec une interruption entre début avril et fin juin 2024 en raison d’un vol. Une caméra de modèle *Door* a été installée de fin juin 2023 à début avril 2024, suivie par un premier modèle *Dark Ops Micro* début avril 2024, qui a été volé, puis un deuxième modèle *Dark Ops Micro* jusqu’à la fin du monitoring. La dernière caméra a été déplacée de son emplacement initial pour prévenir un autre vol. Des facteurs multiplicatifs de 1,12 et 1,15 ont été appliqués aux résultats de ces modèles pour corriger les détections manquées dues à leur champ de vision étroit.

Onze événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié a été conservé, le 15 aout 2024. Cinq trails ont eu lieu les 09/09/2023 - 12/08/2023 -13/08/2023 - 23/03/2024 - 10/08/2024. Et la cause de cinq autres jours atypiques n’a pas pu être expliquée : 08/09/2023 - 01/10/2023 - 03/10/2023 - 14/03/2024 - 24/07/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.8.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring du Cheslé de Bérisménil

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Cheslé de Bérisménil	Door18	29/06/2023	05/04/2024	279	10.332	3.444	7.185
	Darm05	05/04/2024	Volée	-	-	-	-
	Darm04	20/06/2024	05/09/2024	72	3.762	1.430	2.969

B) Analyse temporelle générale

Au Cheslé de Bérisménil, l'augmentation de la fréquentation lors des weekends de vacances par rapport aux weekends hors vacances est moins marquée qu'à Nadrin.

Tableau 6.8.9 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	118	825	13	7	8
Weekend	40	1.641	26	41	33
Semaine de vacances	83	1.985	31	24	19
Weekend de vacances	40	1.883	30	47	28

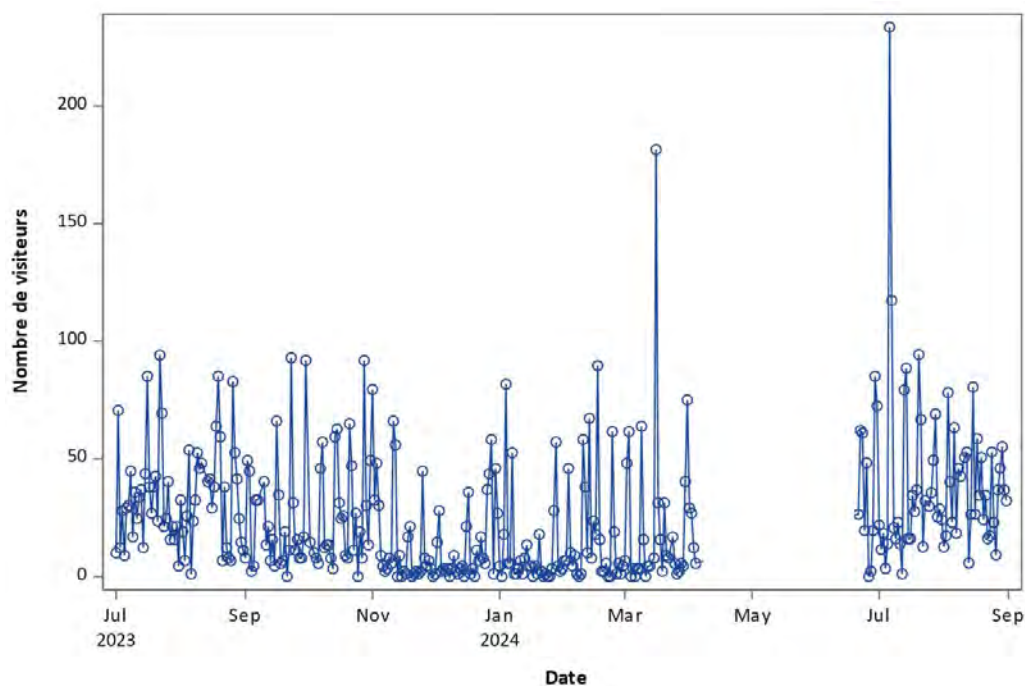


Figure 6.8.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Cheslé de Bérisménil

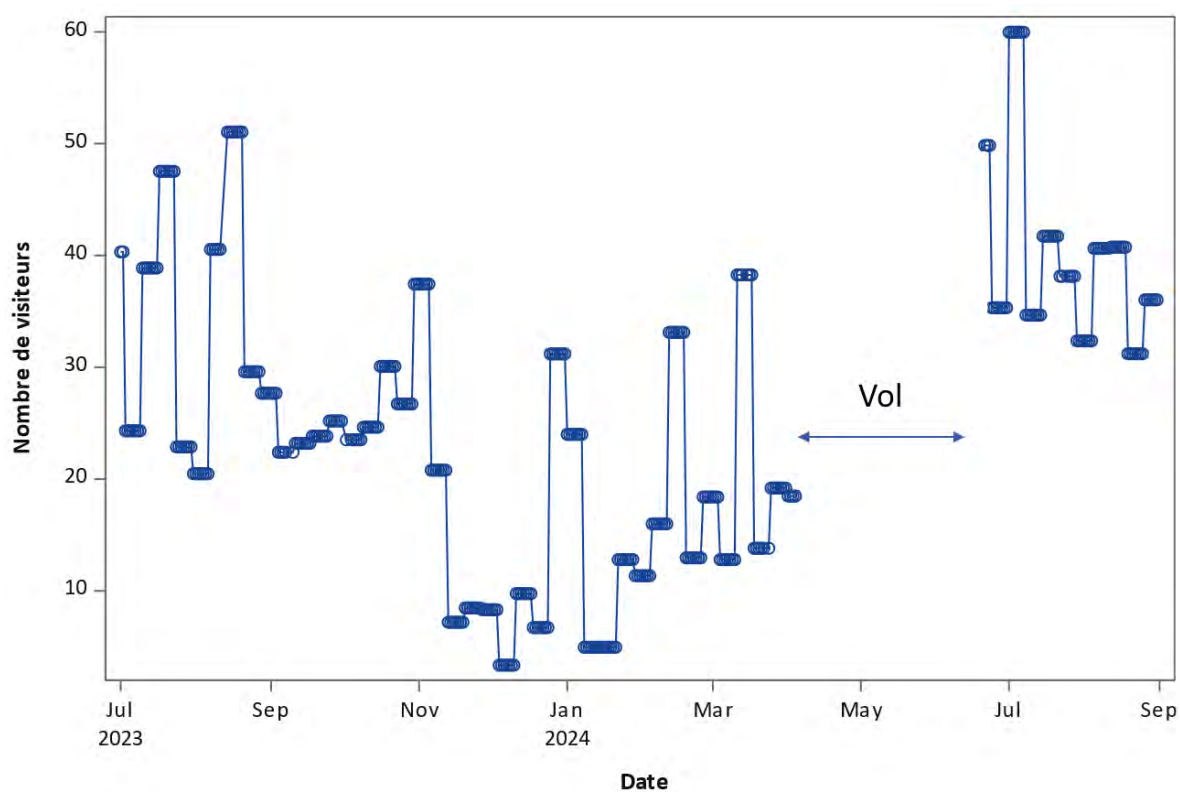


Figure 6.8.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Cheslé de Bérisménil

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Le suivi local montre des influences sur la fréquentation comparable à celles observées dans la zone GSM. Les congés expliquent 50 % de la fréquentation, et les vacances ainsi que les saisons ont un effet majeur, réduisant ainsi l'impact habituellement observé des weekends.

6.8.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre le nombre de personnes détectées par les caméras installées à Nadrin et au Cheslé de Bérisménil est relativement bonne, avec un R^2 de 0,72 (**Figure 6.8.8**). L'évolution de la fréquentation au Cheslé de Bérisménil suit celle du Hérou, bien que sa fréquentation représente environ un cinquième de celle du Hérou. Les relations entre les caméras du Hérou, du Cheslé de Bérisménil (Door) et la zone GSM montrent des tendances similaires à celles observées précédemment, même si la fréquentation sur les sentiers surveillés est bien inférieure à celle de la zone GSM (**Figures 6.8.9, 6.8.10**). En revanche, la corrélation est beaucoup plus faible (52%) avec la caméra "Dark Ops Micro" du Cheslé de Bérisménil (**Figure 6.8.11**). L'abondance de randonnées et d'activités présentes dans la zone GSM complique la possibilité de représenter fidèlement la fréquentation des espaces naturels en utilisant un suivi par caméra sur un ou deux sentiers de randonnée.

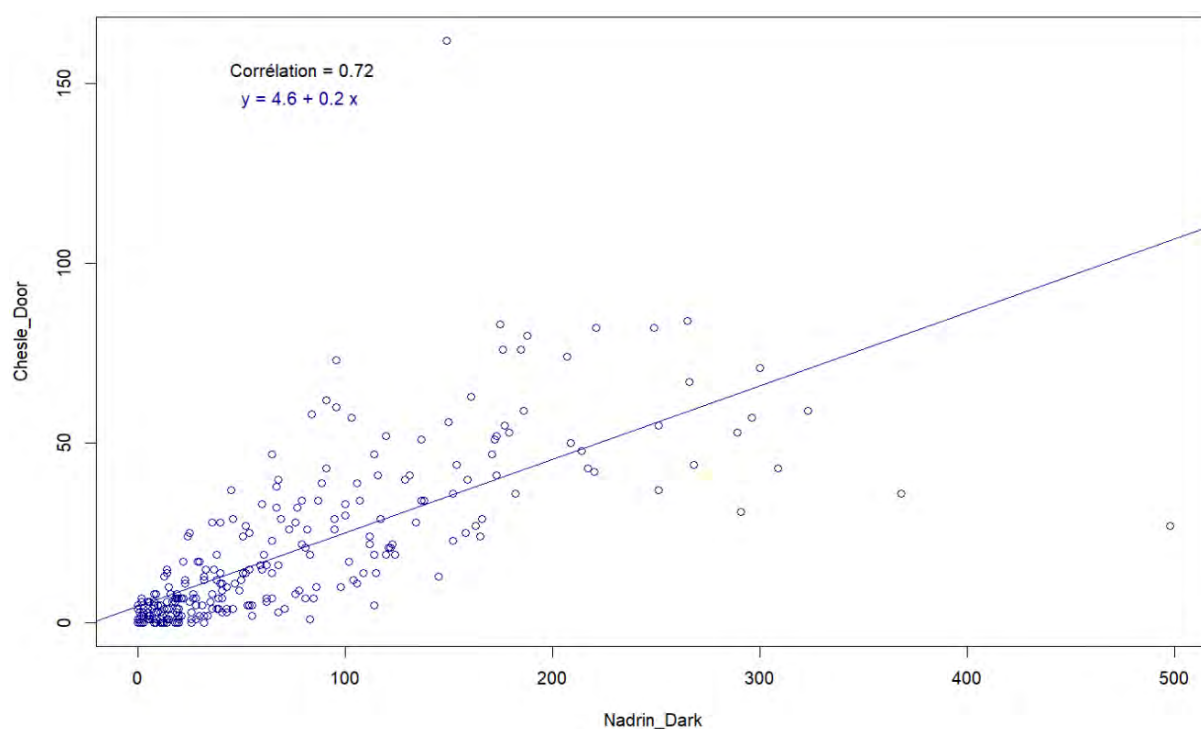


Figure 6.8.8 : Relation entre les données caméra du Hérou et du Cheslé de Bérisménil (Door)

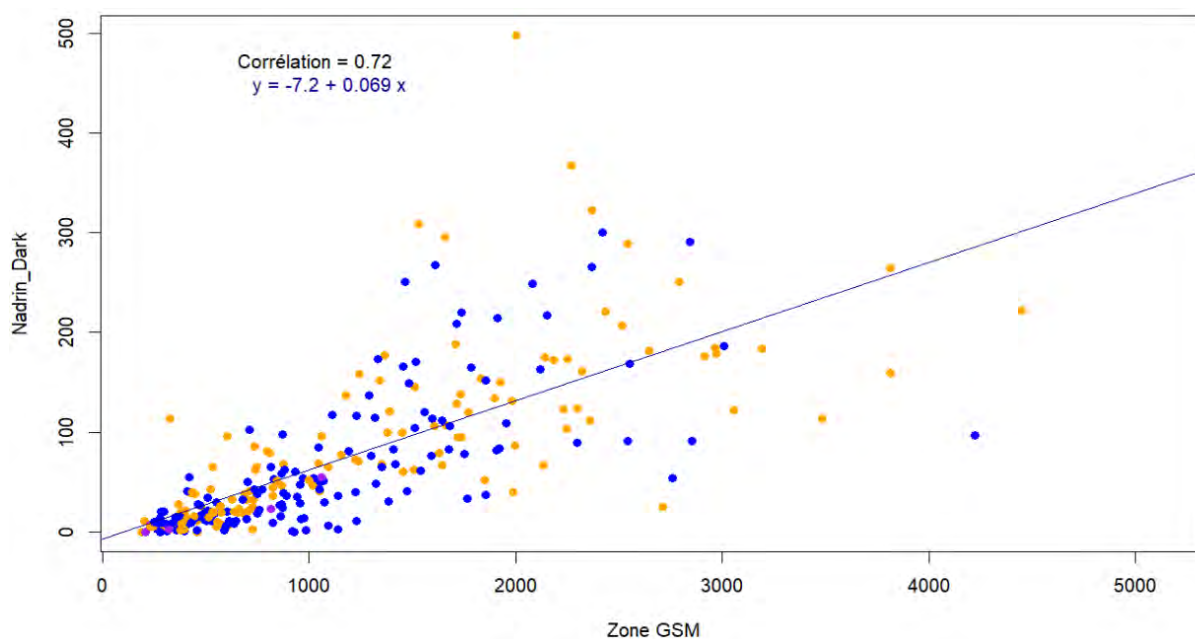


Figure 6.8.9 : Relation entre les données caméra du Hérou et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

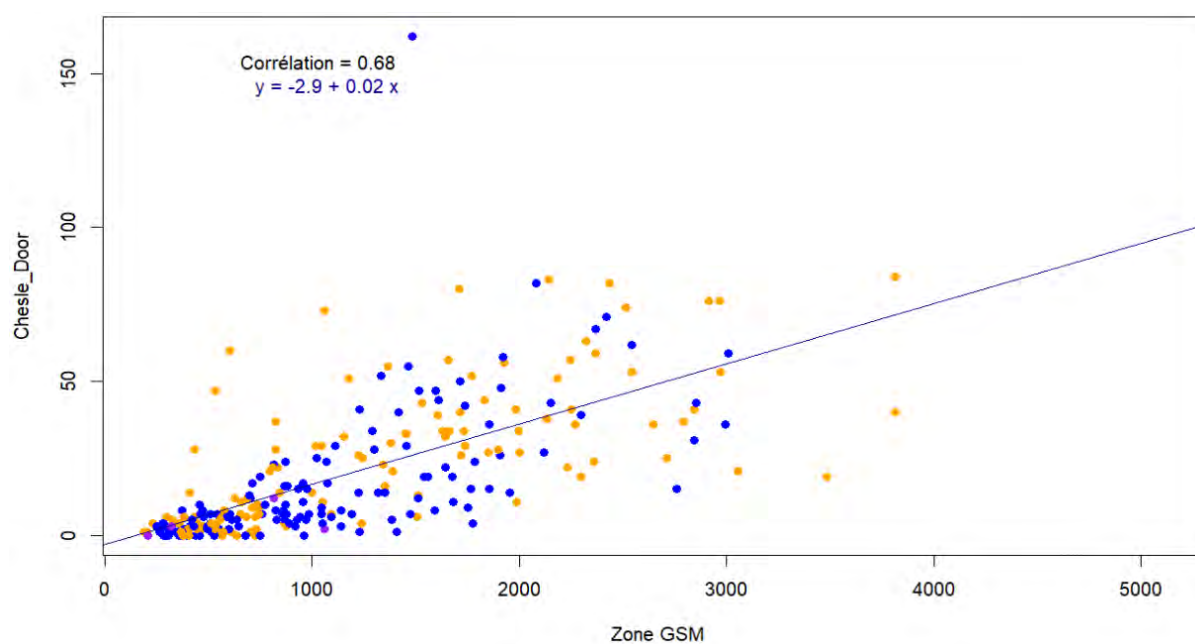


Figure 6.8.10 : Relation entre les données caméra (Door) du Cheslé de Bérisménil et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

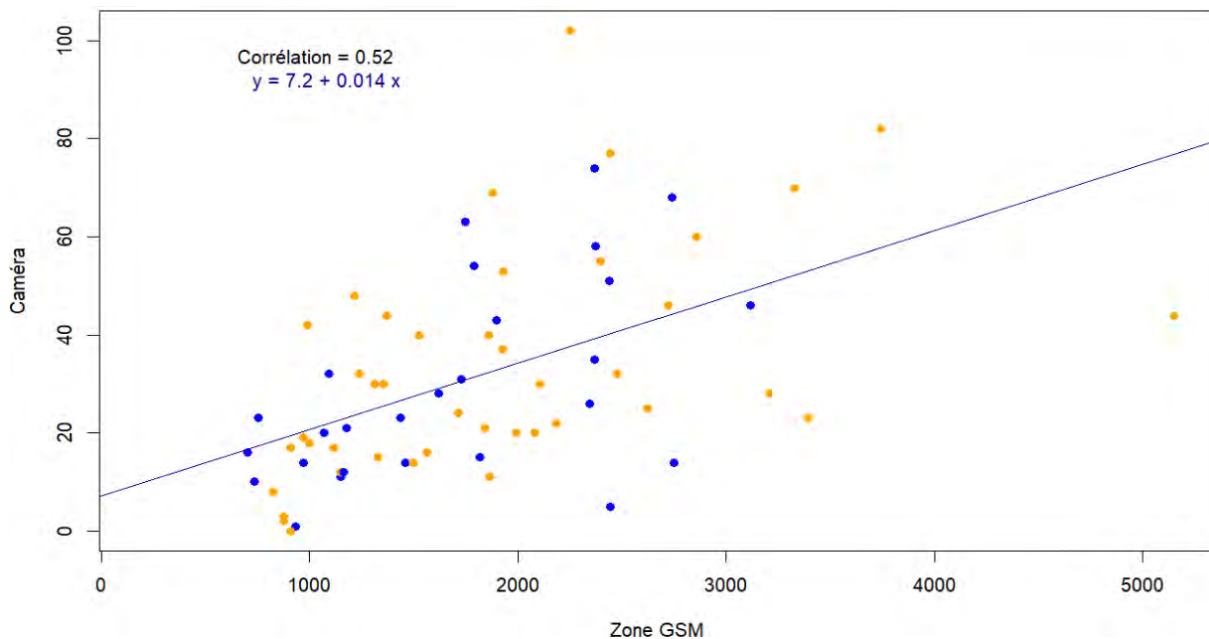


Figure 6.8.11 : Relation entre les données caméra (Dark Ops Micro) du Cheslé de Bérisménil e des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.8.6 Recommandations pour le monitoring du Hérou

Concernant le monitoring local, la diversité des randonnées et des activités dans la zone GSM rend difficile une représentation fidèle de la fréquentation des espaces naturels à l'aide d'une ou deux caméras ou éco-compteurs placés sur seulement un ou deux sentiers de randonnée. Par ailleurs, l'accès aux sites est compliqué par la topographie (pentes abruptes), rendant le suivi plus contraignant. Le Cheslé de Bérisménil ne semble pas être une zone représentative de la fréquentation globale du site. Ce site est en fait difficilement accessible car le DNF a reculé son parking jusqu'à la route près de Maboge.

Les corrélations entre les caméras et les données mobiles de la zone TAC sont plus faibles que celles observées à Nisramont. Malgré cela, il reste intéressant de s'appuyer sur le monitoring par données mobiles pour évaluer la fréquentation du site.

Comme Nisramont, le Hérou est également un site bien fréquenté, reflétant l'attractivité des espaces naturels de Wallonie. Ils sont donc des sites importants à monitorer.

6.9. Synthèse du monitoring pour Hermeton

6.9.1. Description du site

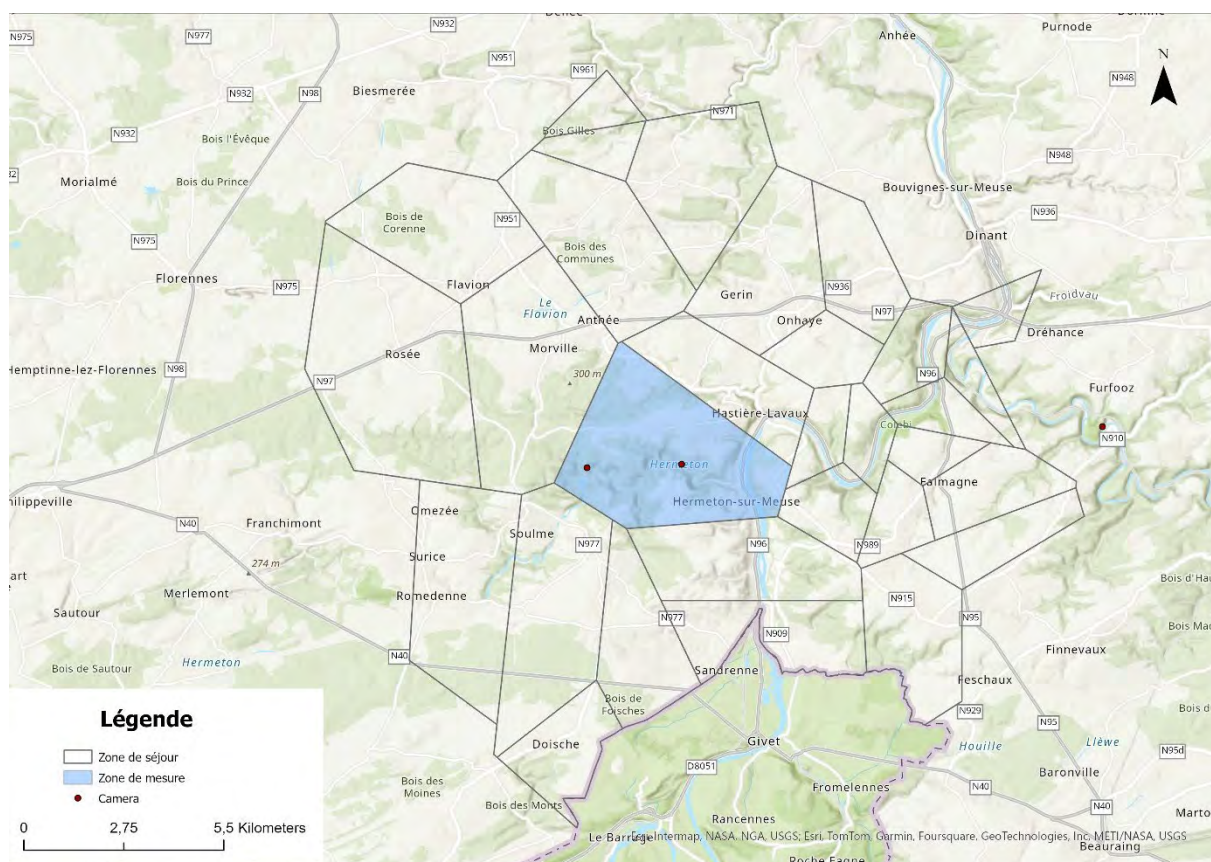


Figure 6.9.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Hermeton

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense sept attractions ouvertes et connues sur les communes de Hastière, Anhee, Dinant et Onhaye, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Abbaye de Mardesous (4), Dinant evasion-kayaks(4), Dinant aventure (3), Château et Jardins de Freyr/Meuse (2), grottes du Pont d'Arcole (2), Ruines de Montaigle (2), Musée du train miniature (1).

La zone compte également **78 randonnées reconnues totalisant 520 km**, dont 10 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **87 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1.550 lits**. Un logement meublé se situe directement dans la zone de mesure et offre 4 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **535 habitants en 2022** (source : Proximus).

La zone TAC cible une zone périphérique assez sauvage du PN ESEM avec la vallée de l'Hermeton. La proportion d'ENF dans la zone TAC « **82HAS_190** » (2.000 ha) est de plus de 50%, le reste étant occupé par des cultures et prairies. La zone TAC couvre différentes zones habitées en périphérie d'Hastières.

6.9.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Quatre jours extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies. Il s’agit du 29/05/2023, 19/08/2023, 08/10/2023 et 17/08/2024.

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **150.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **105.000 visiteurs, soit 300 visiteurs/jour**. La zone GSM de Hermeton est l’un des sites les moins fréquentés.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.9.1**). Les proportions de visiteurs qui se rendent sur le site durant les semaines hors et en période de vacances sont assez élevées. Les congés expliquent 30 % de la fréquentation, avec un impact prédominant des weekends. L'effet des vacances est moins marqué que sur les autres sites suivis par données mobiles. En revanche, la saison a un effet réel sur la fréquentation, expliquant de manière indépendante 25 % de sa variabilité.

Tableau 6.9.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	158	37302	35	236	63
Weekends	53	19055	18	360	123
Semaines en vacances	100	30540	29	305	87
Weekends en vacances	50	19403	18	388	149

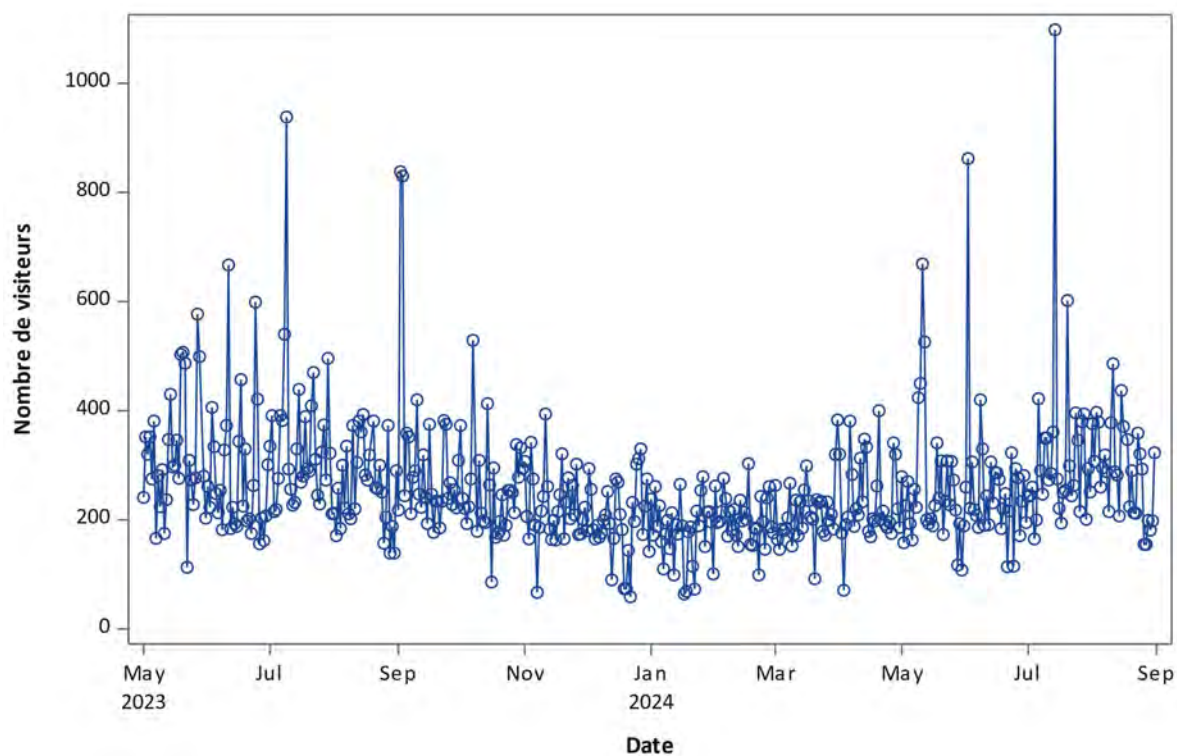


Figure 6.9.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Hermeton au cours du temps

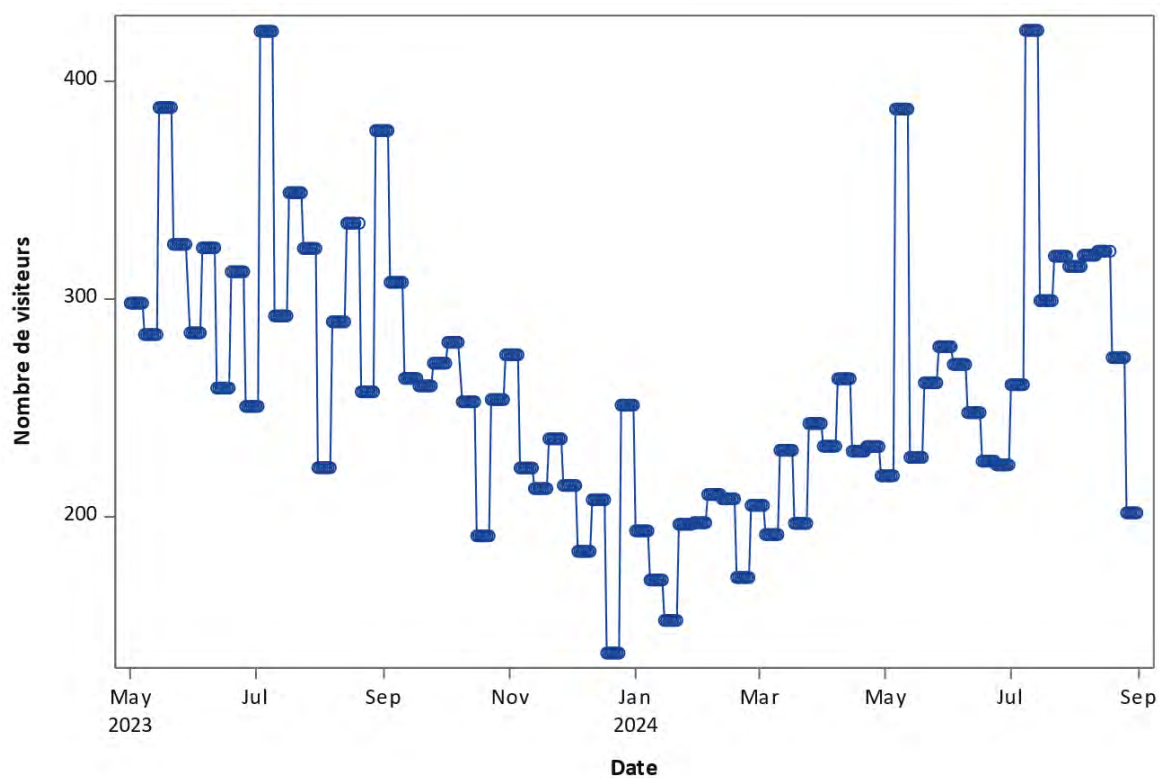


Figure 6.9.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Hermeton au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

La majorité des visiteurs de Hermeton réalisent des visites à la journée, à hauteur de 94%. Les moyennes journalières des visites à la journée et des séjours augmentent nettement avec les weekends et les périodes de vacances (les vacances impactant peu la fréquentation des weekends).

Tableau 6.9.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	158	0	0	0	0
	Départ	157	0	0	0	0
	Séjour	155	1.335	4	9	23
	Visites à la journée	158	30.603	96	194	51
Weekend	Arrivée	52	62	0	1	9
	Départ	53	165	1	3	16
	Séjour	52	865	6	17	38
	Visites à la journée	53	14.119	93	266	93
Semaine de vacances	Arrivée	100	0	0	0	0
	Départ	100	0	0	0	0
	Séjour	100	1.599	6	16	36
	Visites à la journée	100	23.002	94	230	54
Weekend en vacances	Arrivée	50	91	1	2	13
	Départ	50	271	2	5	22
	Séjour	50	950	6	19	39
	Visites à la journée	50	14.503	92	290	130

Origine des visiteurs

La faible fréquentation du site de Hermeton n'a pas permis de bien catégoriser l'origine des visiteurs, entraînant un taux de non-catégorisation élevé de 31%. En réalité, la proportion de Belges visitant la zone GSM, qui est de 68 %, pourrait être plus élevée. Les 2% de visiteurs étrangers n'ont pas pu être catégorisé selon leur pays d'origine.

Tableau 6.9.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Autre	4	254	1	64	20
	Nationale	Belgique	157	20.152	54	128	57

	Autre	Autre	158	16.896	45	107	55
Weekend	Internationale	Autre	2	178	1	89	11
	Nationale	Belgique	53	14.747	77	278	97
	Autre	Autre	53	4.130	22	78	40
Semaine de vacances	International	France	1	29	0	29	.
		Autre	4	309	1	77	6
	National	Belgique	100	20.589	67	206	78
	Autre	Autre	100	9.613	31	96	51
Weekend en vacances	International	Autre	6	561	3	94	22
	National	Belgique	50	15.473	80	309	126
	Autre	Autre	50	3.369	17	67	46

Parmi les visiteurs belges, la majorité est wallonne (71 %), une proportion plus élevée que celle observée dans le schéma général. 9 % des visiteurs sont flamands et 20 % n'ont pas pu être classés selon leur pays d'origine. Aucun visiteur flamand n'a été détecté en semaine hors vacances.

Tableau 6.9.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	-	-	-	-	-
	Wallons	89	9.016	80	101	45
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	24	2.195	20	91	10
Weekend	Flamands	7	791	11	113	71
	Wallons	29	4.779	68	165	82
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	13	1.484	21	114	26
Semaine de vacances	Flamands	10	1.098	7	110	16
	Wallons	85	10.631	68	125	52
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	37	3.912	25	106	19
Weekend en vacances	Flamands	21	2.427	20	116	34
	Wallons	40	7.914	67	198	104
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	15	1.534	13	102	16

Tableau 6.9.5 : Synthèse des origines présentes à Hermeton en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	67				1	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	71	9	0	20		

6.9.3 Analyse des données caméras de Hermeton amont

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de Hermeton amont s'est déroulé de manière continue pendant **428** jours, à l'aide d'une caméra de modèle *Door*. Ce modèle nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 1,12 pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Le 31 mai 2023 a été écarté des analyses en raison d'une tache cachant l'objectif de la caméra.

Six événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un pont de jour férié a été conservé, le 10 mai 2024. La cause de cinq autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 18/09/2023 - 05/10/2023 - 28/12/2023 - 31/12/2023 - 13/07/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.9.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Hermeton amont

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Hermeton amont	Door03	27/06/2023	04/09/2024	428	15.682	5.228	6.653

B) Analyse temporelle générale

Sur le sentier surveillé par la caméra en amont de l'Hermeton, l'évolution de la fréquentation suit le schéma général, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et encore plus marquée les weekends.

Tableau 6.9.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	155	801	14	5	5
Weekend	54	1.569	27	29	29
Semaine de vacances	99	1.687	29	17	14
Weekend de vacances	49	1.700	30	35	18

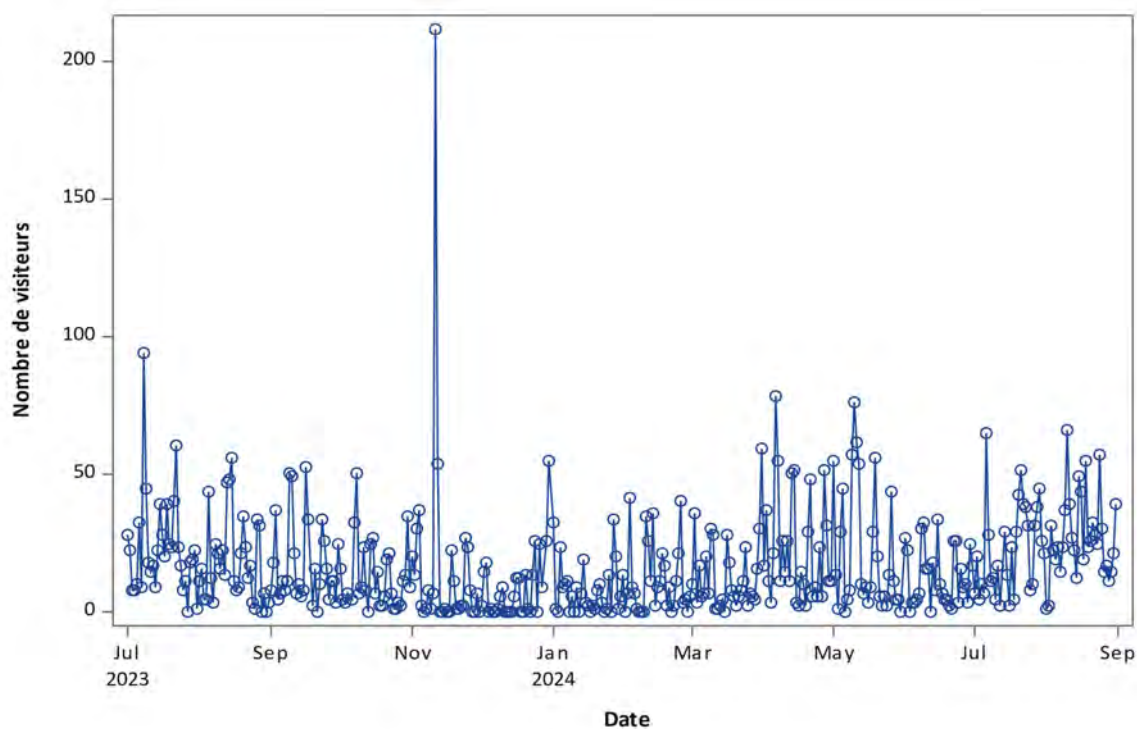


Figure 6.9.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Hermeton amont

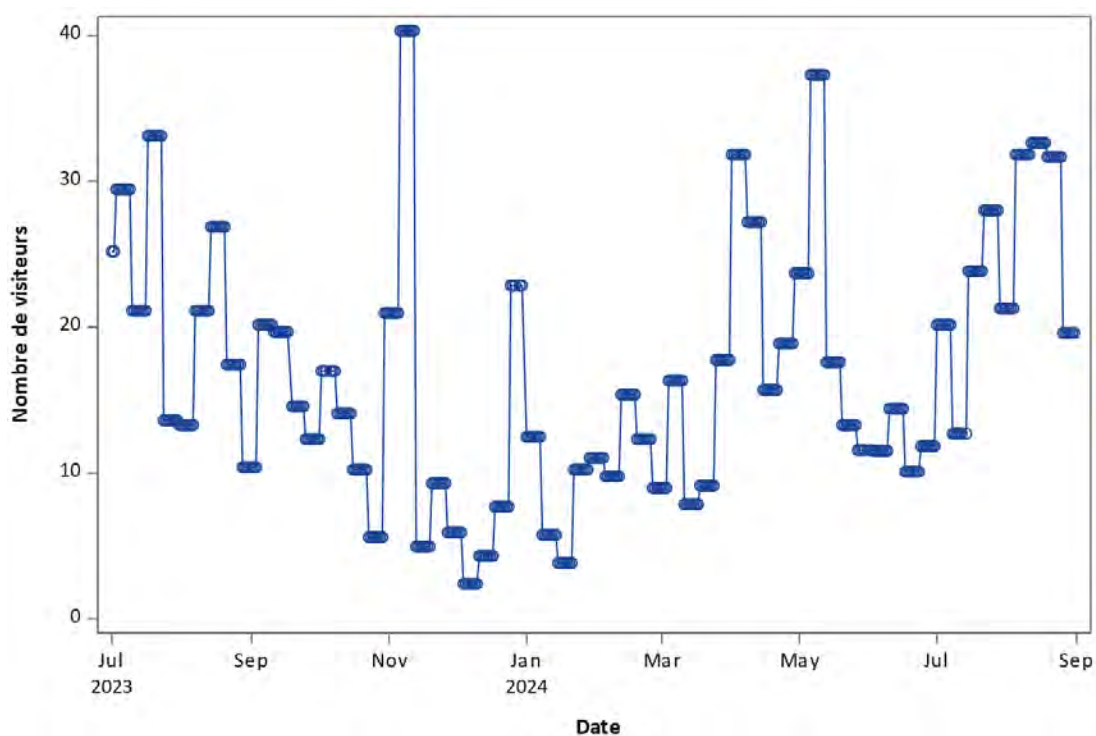


Figure 6.9.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Hermeton amont

6.9.4 Analyse des données caméras de Hermeton aval

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de Hermeton aval a été réalisé sur **385** jours actifs. Un premier modèle de caméra *Door* a été installé de fin juin 2023 à fin février 2024, puis remplacé par un modèle *Door extra* jusqu'à la fin du monitoring. Le 28 juillet 2023 a été exclu des analyses en raison de mauvaises conditions météorologiques ayant affecté la détection des randonneurs. Entre le 10 mai et le 21 juin 2024, le modèle *Door extra* a cessé de fonctionner en raison d'une limite de mémoire, la caméra ayant été paramétrée en mode vidéo par une fausse manipulation, ce qui a entraîné la surcharge de la carte mémoire. Un facteur multiplicatif de 1,12 a été appliqué au modèle *Door* pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Le modèle *Door extra* a quant à lui été ajusté avec un facteur de 1,01.

Cinq événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, deux jours fériés ont été conservés : 11/11/2023 - 15/08/2024. Et la cause de trois autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 11/10/2023 - 24/11/2023 - 13/07/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.9.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Hermeton aval

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Hermeton aval	Door01	26/06/2023	20/02/2024	234	3.837	1.279	2.160
	Doex02	20/02/2024	04/09/2024	151	5.093	1.446	2.788

B) Analyse temporelle générale

Sur le sentier surveillé par la caméra en aval de l'Hermeton, l'évolution de la fréquentation est similaire à celle observée en amont et suit le schéma général, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et encore plus accentuée les weekends.

Tableau 6.9.9 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	128	377	9	3	5
Weekend	43	969	24	23	24
Semaine de vacances	99	1.310	32	13	14
Weekend de vacances	48	1.468	36	31	27

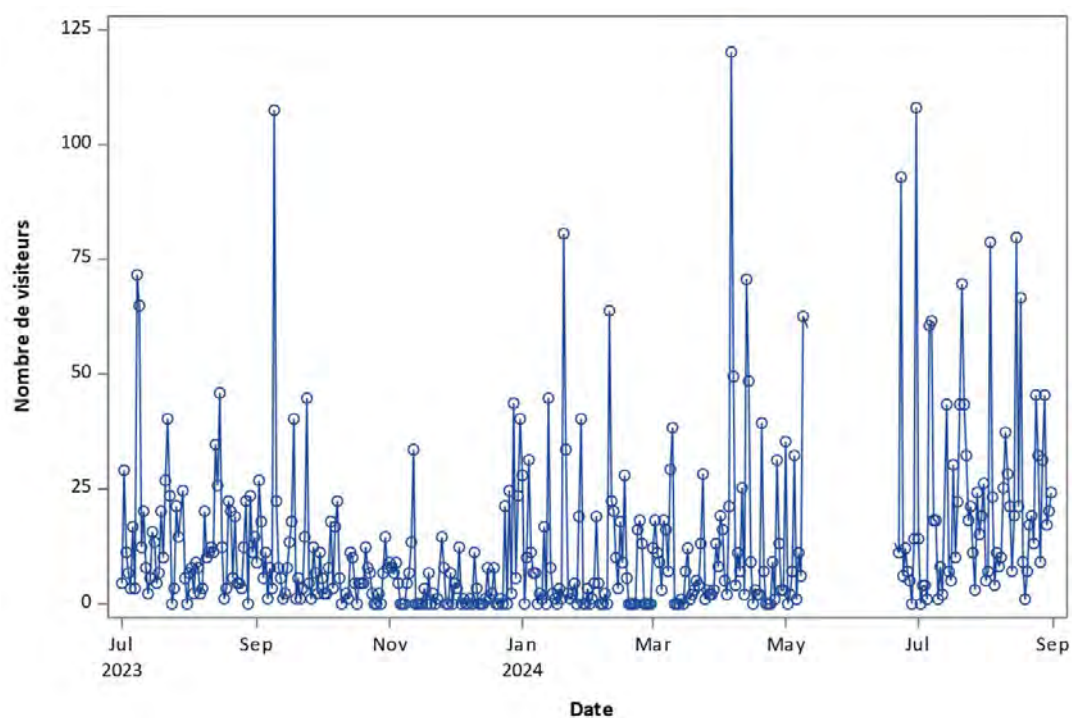


Figure 6.9.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Hermeton aval

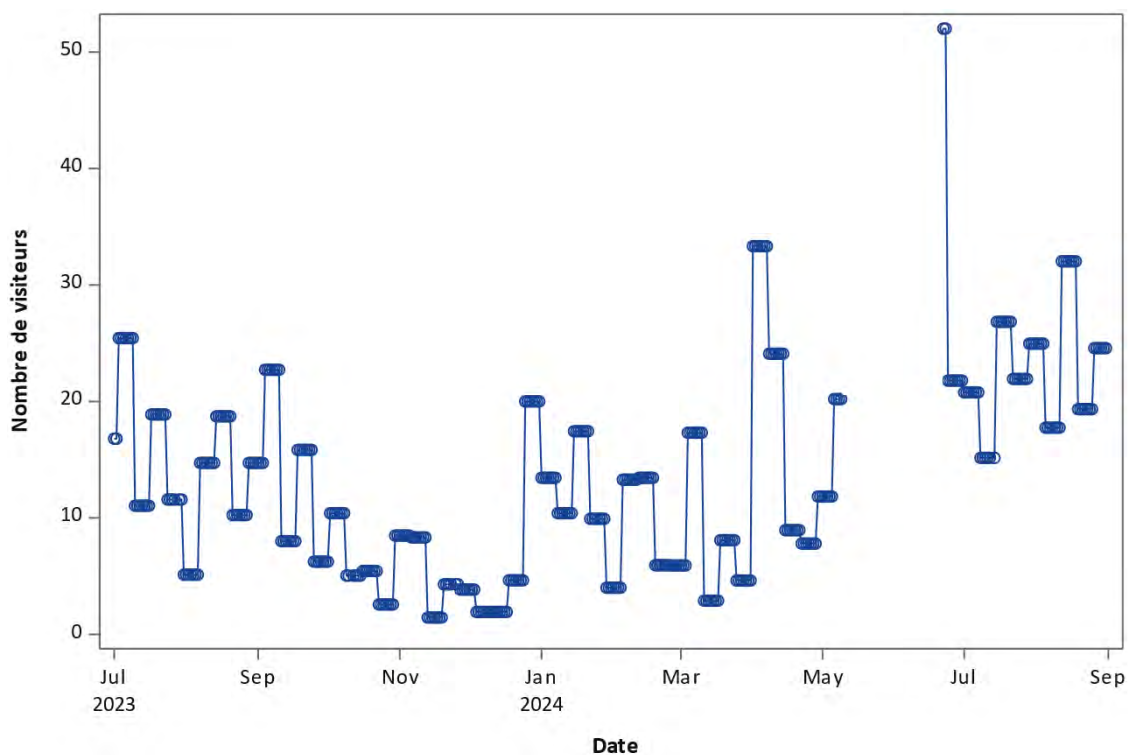


Figure 6.9.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Hermeton aval

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les congés expliquent 40% de la fréquentation des sites monitorés par caméra. Tout comme sur la zone GSM, les weekends ont un impact prédominant. Les vacances ont par contre autant d'effet si pas plus que les saisons. La perte de données entre le mois de mai et juin à Hermeton aval n'engendre pas de différence dans les tendances.

6.9.5 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre le nombre de personnes détectées en amont et en aval de l'Hermeton est d'environ 60%, que ce soit avec le modèle Door (**Figure 6.9.8**) ou Door extra en aval (**Figure 6.9.9**). Cependant, le nombre de personnes en amont est plus similaire à celui observé avec la Door extra utilisée en aval (cfr le facteur multiplicatif de 0,91).

Dans la partie aval de l'Hermeton, la corrélation entre les deux caméras et la zone GSM est relativement faible (**Figures 6.9.11** et **6.9.12**). En amont de l'Hermeton, la corrélation est légèrement meilleure, atteignant un R^2 de 60%. Cependant, les relations linéaires entre le nombre de personnes comptabilisées par les données mobiles et celui des caméras sont quasiment inexistantes. Ceci est étonnant car la zone de mesure GSM semble bien placée au-dessus de la randonnée.

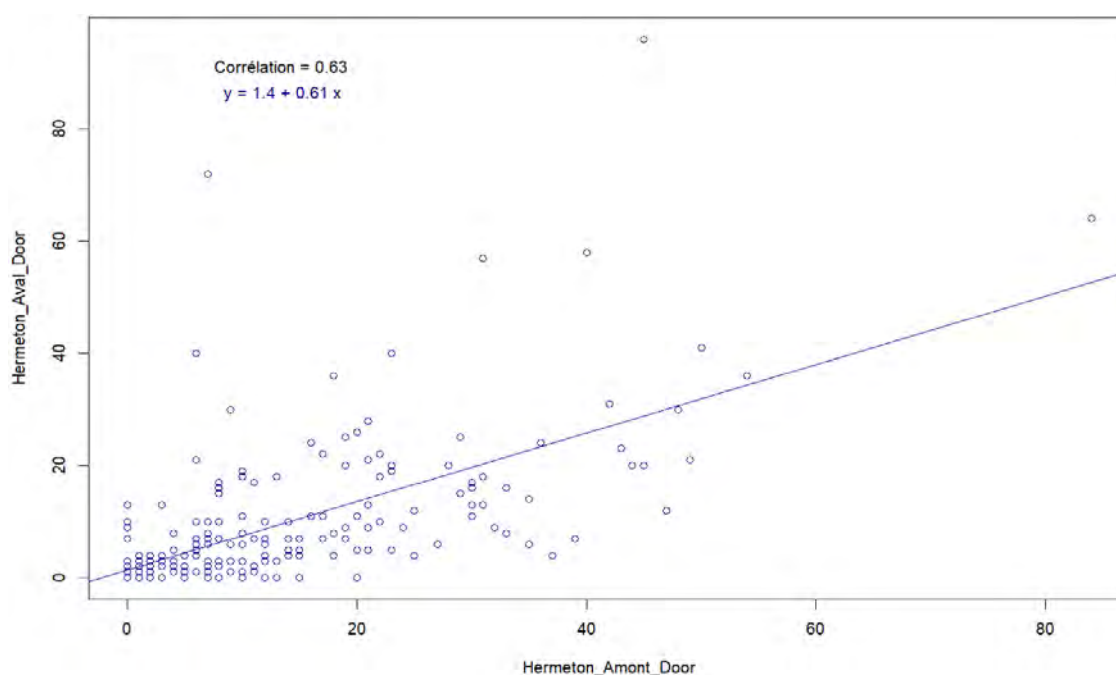


Figure 6.9.8 : Relation entre les données caméra de Hermeton amont et aval (Door)

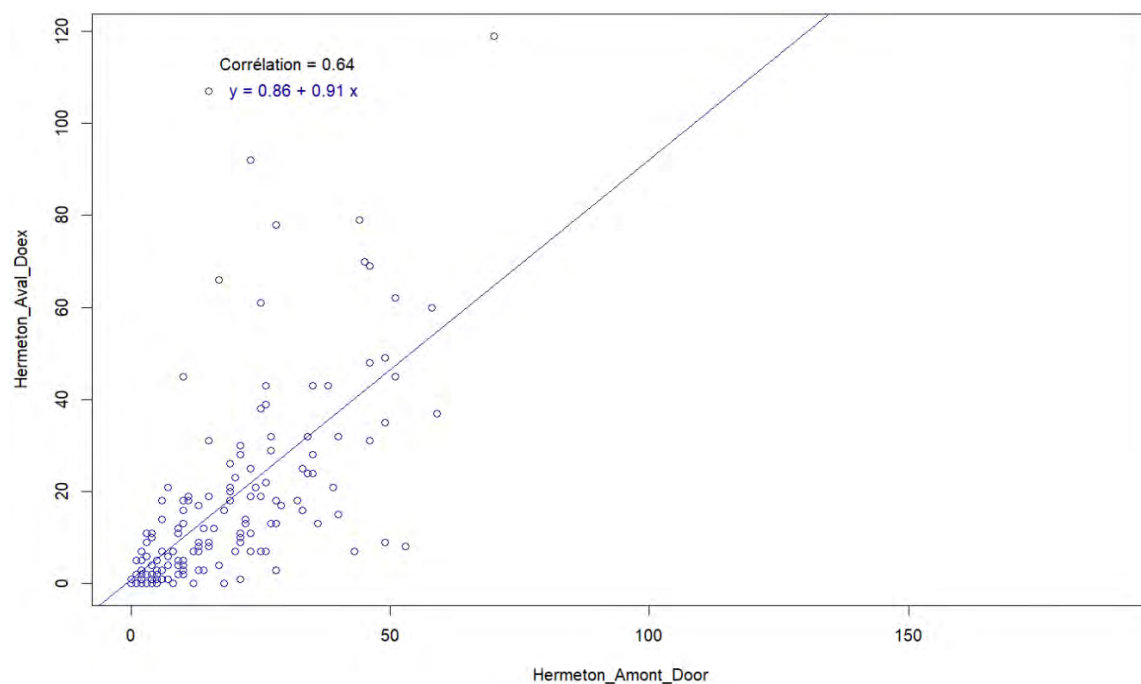


Figure 6.9.9 : Relation entre les données caméra de Hermeont amont et aval (Door extra)

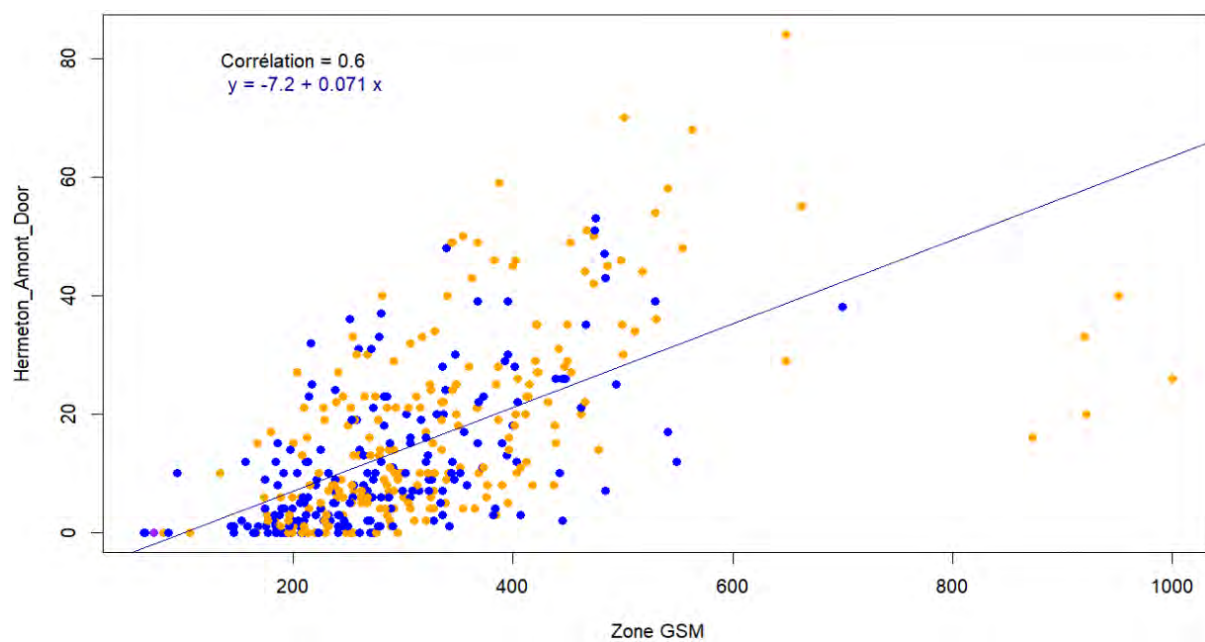


Figure 6.9.10 : Relation entre les données caméra de Hermeton amont et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

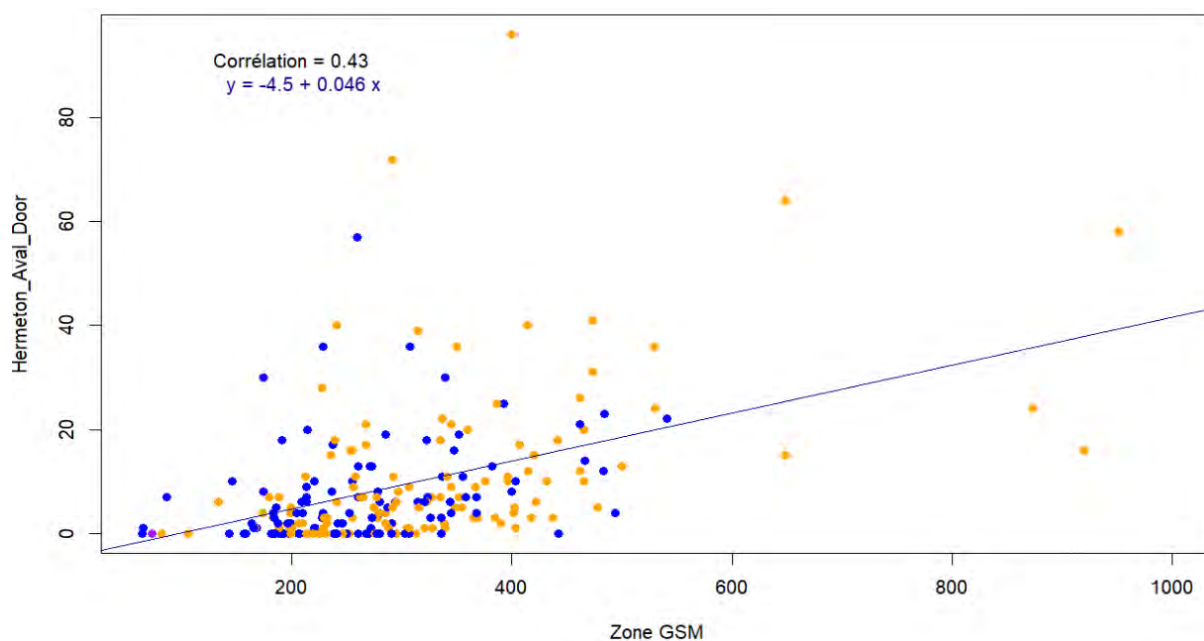


Figure 6.9.11 : Relation entre les données caméra de Hermeton aval (Door) et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

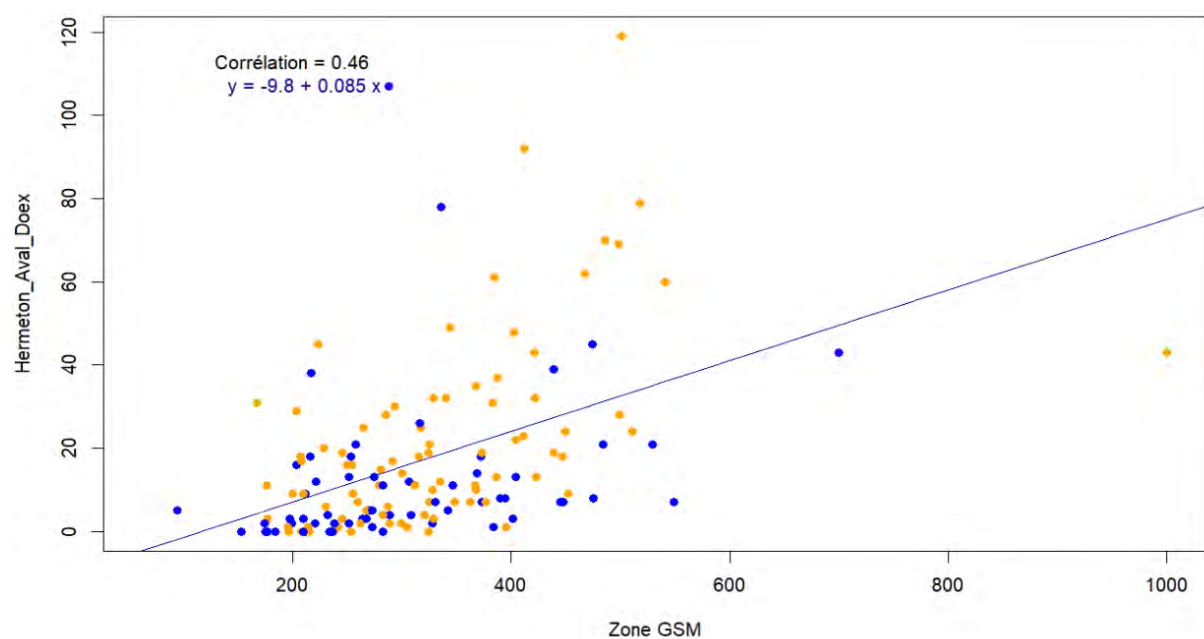


Figure 6.9.12 : Relation entre les données caméra de Hermeton aval (Door extra) et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.9.6 Recommandations pour le monitoring de Hermeton

Le monitoring local du site de Hermeton s'est révélé particulièrement difficile en raison de la topographie du terrain. Il est essentiel de positionner le matériel dans un emplacement plus accessible. La fréquentation semble différer entre l'amont et l'aval de Hermeton, ce qui justifie le maintien de deux points de mesure si le suivi de ce site est poursuivi.

Cependant, compte tenu de la faible fréquentation du site, confirmée par les résultats des deux types de monitoring, il paraît judicieux de ne pas continuer son suivi si l'objectif principal

est de quantifier la fréquentation des sites naturels en Wallonie. De plus, le monitoring macro par données mobiles apporte peu de valeur ajoutée, car la faible fréquentation ne permet pas de catégoriser correctement les visiteurs en fonction de leur origine. Par ailleurs, le comportement des visiteurs montre qu'ils réalisent principalement des visites à la journée, limitant ainsi l'intérêt de ce type de suivi pour analyser les séjours. La plus-value de ce monitoring reste donc largement sous-exploitée.

6.10. Synthèse du monitoring pour Jambon

6.10.1. Description du site

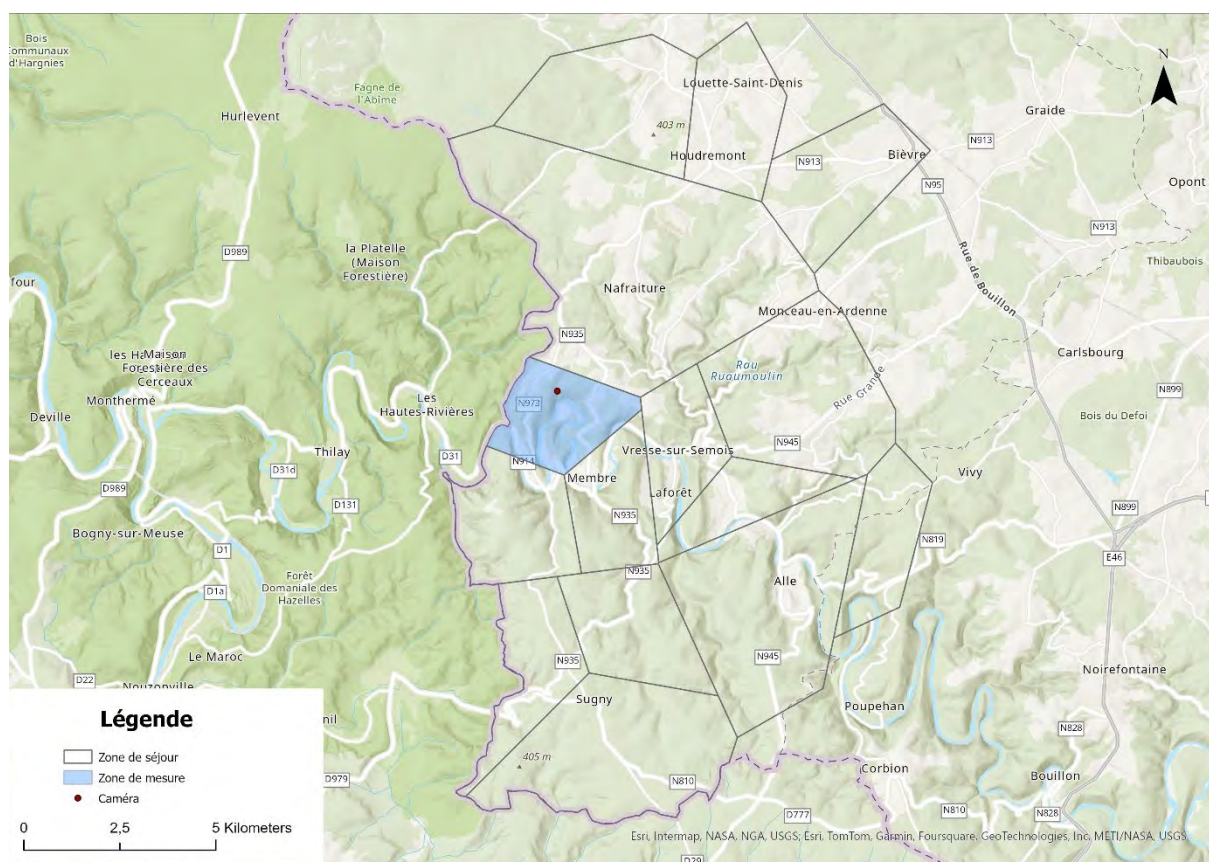


Figure 6.10.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site du Jambon

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense trois attractions ouvertes et connues sur les communes de Bouillon et Vresse sur Semois, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Ardoissale (1), Le centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1), Recréalle (4).

La zone compte également **80 randonnées reconnues totalisant 520 km**, dont 5 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **204 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **2.200 lits**. Douze logements offrant ensemble 40 lits et un budget Holiday offrant 120 lits se situent dans la zone de mesure. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **160 habitants en 2022** (source : Proximus).

La zone TAC est située dans le PN ESEM dans une zone peu fréquentée mais dans laquelle un aménagement d'un promontoire donnant sur le Point de Vue du Jambon est prévu. On est aussi dans la réserve naturelle de Membre. La proportion d'ENF dans la zone TAC « **61BHN_350** » (700 ha) est de plus de 55%, le reste étant occupé par des peuplements résineux. La zone prend en compte une partie des campings du village de Membre.

6.10.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Quatre jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours de pont (conservés) : 15/08/2024
- Trail identifié : 11/05/2024
- Autres jours atypiques : 02/10/2023 - 06/10/2023

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **270.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **165.000 visiteurs, soit 455 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation suit le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et une fréquentation accrue les weekends (**Tableau 6.10.1**). Cependant, c'est le seul site où les weekends de vacances sont significativement plus fréquentés que les weekends hors vacances, et où ces derniers ne sont pas significativement plus fréquentés que les semaines de vacances. Les semaines de vacances représentent la part la plus importante des visiteurs. On peut remarquer que l'hiver n'est pas du tout une saison attractive dans cette zone GSM (**Figure 6.10.2**).

Tableau 6.10.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	154	33.887	20	220	131
Weekends	54	31.383	18	581	344
Semaines en vacances	100	62.697	37	627	440
Weekends en vacances	50	42.998	25	860	518

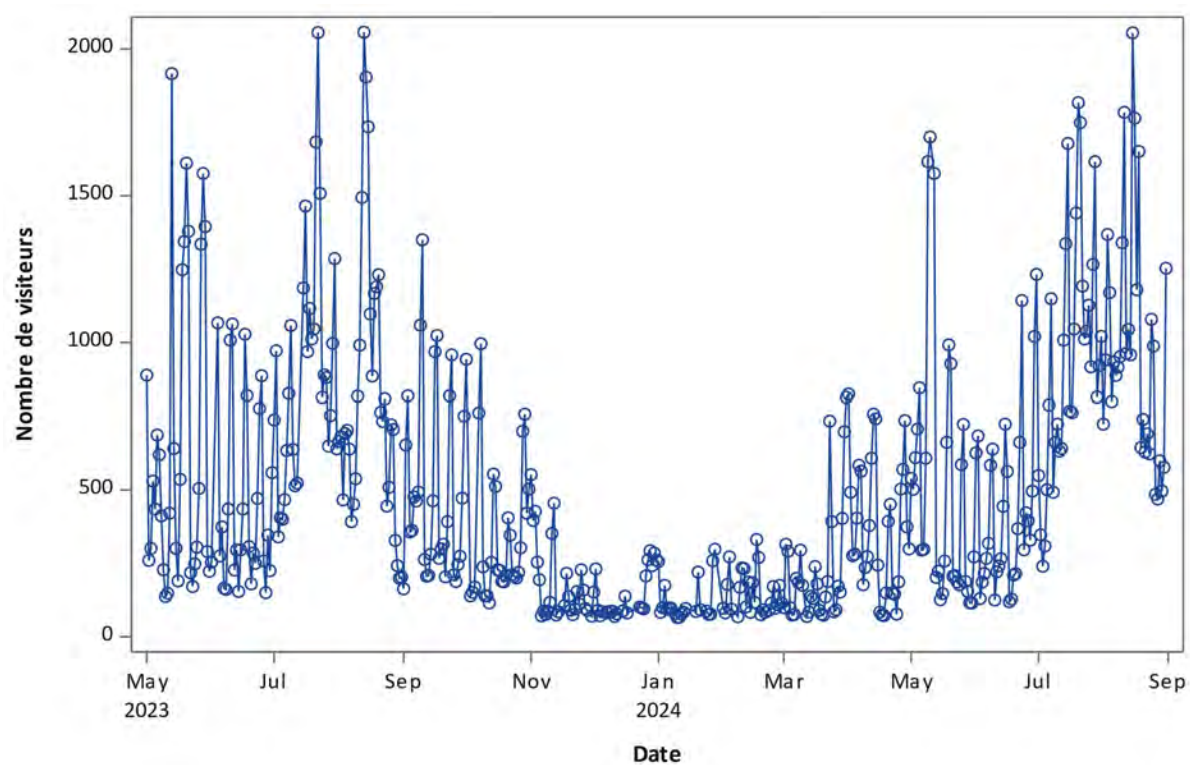


Figure 6.10.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM du Jambon au cours du temps

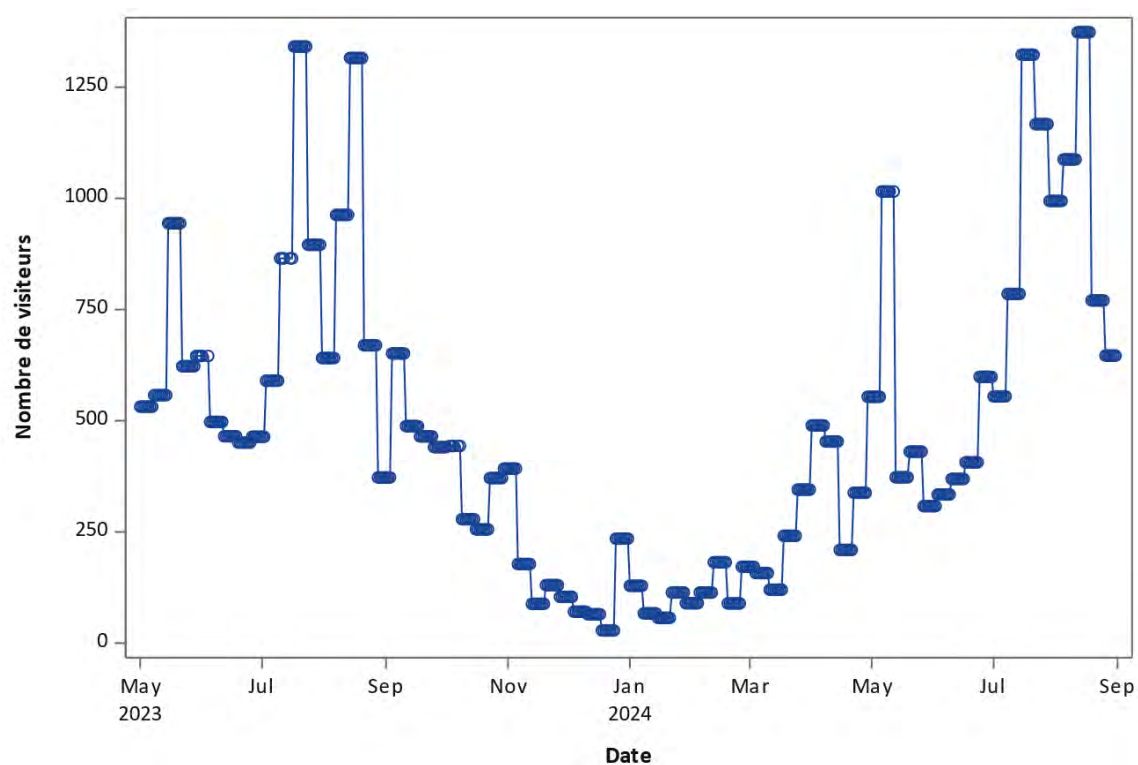


Figure 6.10.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM du Jambon au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

La majorité des visiteurs du Jambon réalisent des visites à la journée, à hauteur de 84%. Les moyennes journalières des visites à la journée et des séjours augmentent nettement avec les weekends et les périodes de vacances.

Tableau 6.10.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	149	0	0	0	0
	Départ	144	0	0	0	0
	Séjour	155	2.579	11	17	33
	Visites à la journée	156	21.193	89	136	113
Weekend	Arrivée	53	0	0	0	0
	Départ	53	1.031	4	19	45
	Séjour	53	3.190	12	60	61
	Visites à la journée	54	22.853	84	423	301
Semaine de vacances	Arrivée	99	620	1	6	23
	Départ	98	336	1	3	17
	Séjour	100	8.439	15	84	68
	Visites à la journée	100	46.272	83	463	356
Weekend en vacances	Arrivée	50	344	1	7	24
	Départ	49	1.274	3	26	48
	Séjour	50	4.606	12	92	67
	Visites à la journée	50	32.726	84	655	444

Origine des visiteurs

Les visiteurs du Jambon sont principalement belges (78%), 11% sont étrangers et 11% n'ont pas pu être catégorisés selon leur origine.

Tableau 6.10.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	France	2	166	0	83	25
		Autre	17	1.720	5	101	20
	Nationale	Belgique	121	21.662	64	179	99
	Autre	Autre	156	10.339	31	66	51
Weekend	Internationale	France	19	2.313	7	122	41

		Pays-Bas	1	116	0	116	.
		Autre	12	1.220	4	102	22
	Nationale	Belgique	54	24.250	77	449	268
	Autre	Autre	54	3.484	11	65	48
Semaine de vacances	Internationale	France	20	1.869	3	93	28
		Pays-Bas	15	1.924	3	128	23
		Autre	30	3.561	6	119	30
	Nationale	Belgique	100	50.267	80	503	370
	Autre	Autre	100	5.076	8	51	49
Weekend en vacances	Internationale	France	18	2.168	5	120	41
		Pays-Bas	6	782	2	130	17
		Autre	19	2.169	5	114	26
	Nationale	Belgique	50	35.032	81	701	424
	Autre	Autre	50	2.847	7	57	53

Parmi les visiteurs belges, la répartition entre wallons et flamands est relativement équilibrée, avec respectivement 50 % et 44 % et seulement 6% des visiteurs belges n'ont pas été catégorisés selon leur région d'origine. La proportion de flamands est légèrement plus élevée que celle observée dans le schéma général.

Tableau 6.10.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	23	2.844	26	124	40
	Wallons	44	5.007	46	114	44
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	32	3.007	28	94	16
Weekend	Flamands	26	5.321	46	205	92
	Wallons	25	5.710	49	228	113
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	6	652	6	109	19
Semaine de vacances	Flamands	72	20.843	48	289	172
	Wallons	72	20.836	48	289	185
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	13	1.343	3	103	24
Weekend en vacances	Flamands	37	13.284	44	359	162
	Wallons	40	16.025	53	401	237
	Bruxellois	1	104	0	104	.
	Autre	9	891	3	99	37

Tableau 6.10.5 : Synthèse des origines présentes au Jambon en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	77				11	
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	50	44	0	6		

6.10.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du Jambon s’est déroulé de manière continue sur **401** jours. Du 18 au 25 février 2024, la chute d’un arbre sur le chemin de randonnée devant la caméra a perturbé le passage des randonneurs, les contraignant à le contourner. Lors du relevé du 2 avril 2024, le modèle *Door* initialement utilisé a été remplacé par une caméra *Dark Ops* et repositionné en amont de l’arbre tombé. Le modèle *Door* nécessite l’application d’un facteur multiplicatif de 1,12 pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Aucune interruption de fonctionnement n’est à signaler.

Huit événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un pont de jour férié a été conservé, le 10 mai 2024. Un trail a eu lieu le 11 mai 2024. Et la cause de six autres jours atypiques n’a pas pu être expliquée : 23/06/2023 - 14/10/2023 - 24/11/2023 - 15/04/2024 - 25/05/2024 - 30/07/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.10.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring de Jambon

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d’images	Nombre d’évènements	Nombre total de visiteurs
Jambon	Door06	04/04/2023	02/04/2024	276	2.387	796	822
	Dark12	02/04/2024	02/09/2024	152	6.182	1.534	1.640

B) Analyse temporelle générale

La fréquentation du site surveillé par caméra est très faible, avec une moyenne de seulement 12 visiteurs par semaine (**Figure 6.10.5**). La fréquentation en semaine, en dehors des périodes de vacances, est presque inexistante. L’impact des vacances est notable. Contrairement au schéma général, les weekends hors vacances n’affichent pas une fréquentation plus élevée que les semaines de vacances. La diminution de la fréquentation en hiver est moins prononcée que celle observée avec le suivi par données mobiles.

Tableau 6.10.7: Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	156	112	8	1	1
Weekend	52	347	24	7	8
Semaine de vacances	99	514	35	5	6
Weekend de vacances	50	503	34	10	11

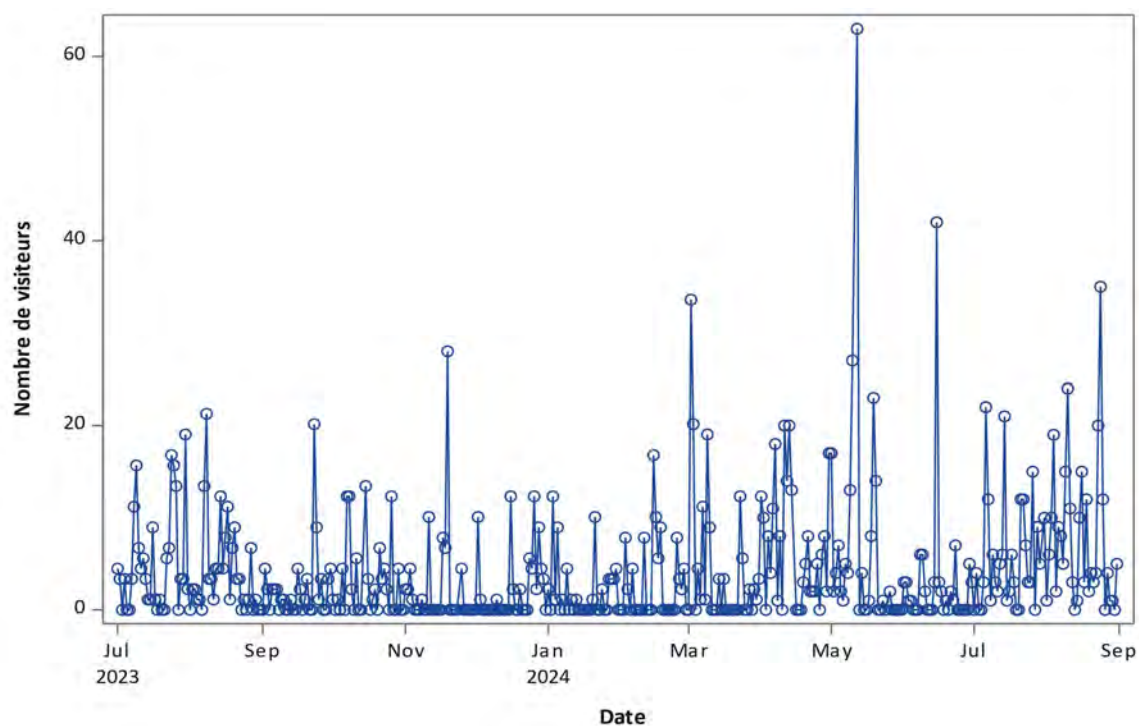


Figure 6.10.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Jambon

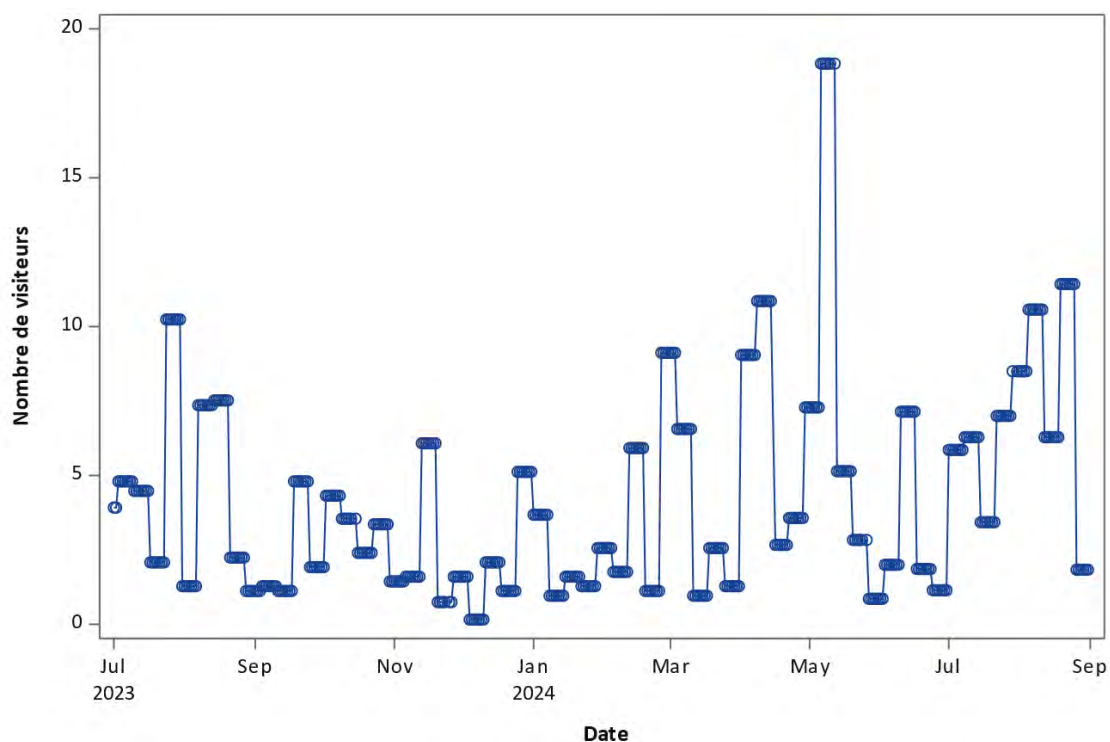


Figure 6.10.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du Jambon

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Selon les données issues du suivi par caméra, le facteur congé explique 30 % de la fréquentation, contre 40 % avec les données mobiles. Les vacances des flamands ont un impact beaucoup plus faible sur la fréquentation mesurée par les caméras, tandis que la saison exerce une influence plus marquée sur les données mobiles.

6.10.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

La caméra Door possède une corrélation très faible avec la zone GSM (**Figure 6.10.6**). La caméra Dark Ops qui l'a remplacée possède une meilleure relation mais elle reste bien médiocre (**Figure 6.10.7**). Il semble que le sentier choisi pour le monitoring par caméra ne soit pas le plus opportun pour monitorer le site du Jambon, les visiteurs de la zone GSM du Jambon n'empruntant pas cette randonnée. Les visites du sentier monitoré sont probablement représentatives de la fréquentation des personnes provenant des campings situés dans la zone TAC.

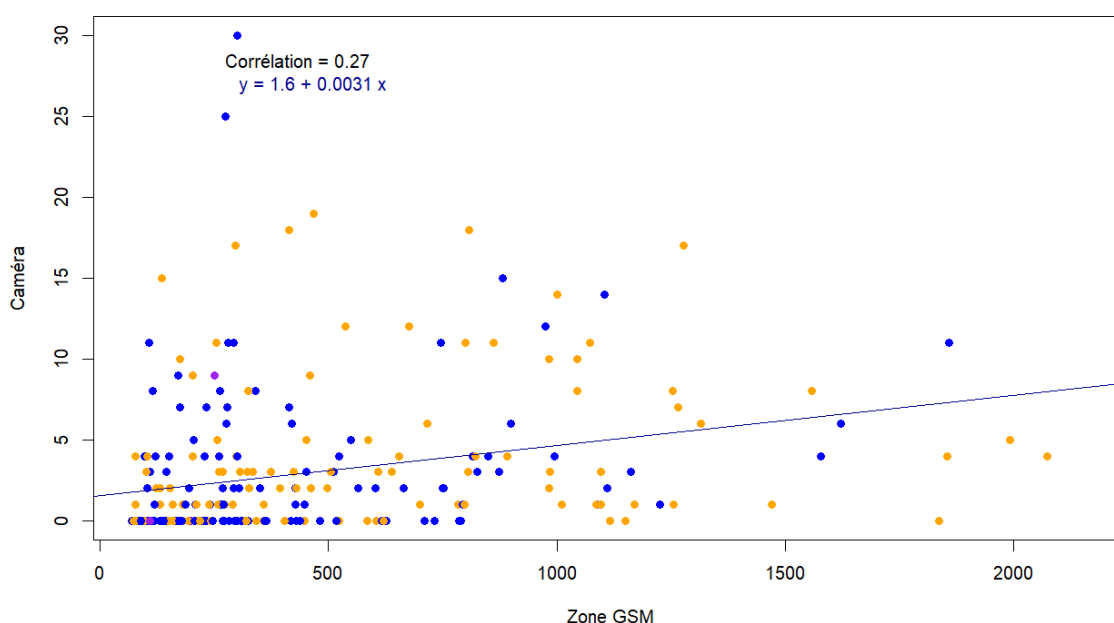


Figure 6.10.6 : Relation entre les données caméra (Door) du Jambon et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

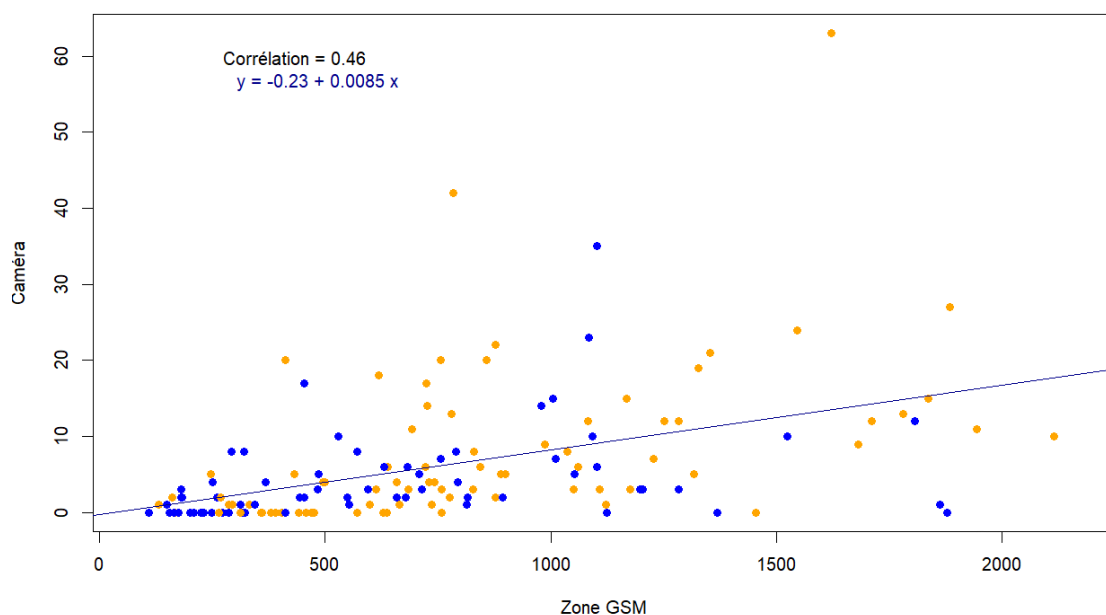


Figure 6.10.7 : Relation entre les données caméra (Dark ops) du Jambon et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.10.5 Recommandations pour le monitoring du Jambon

Les données mobiles ont révélé que la zone de mesure semblait attractive, avec près de 300.000 personnes ayant fréquenté la zone durant la période de monitoring. La fréquentation touristique y évolue en fonction des congés, attirant une proportion considérable de flamands, ainsi que des visiteurs étrangers qui vont profiter des attractions et des campings au village de Membre.

Le site semble donc pertinent à monitorer, mais il serait nécessaire d'identifier une autre randonnée à suivre si on veut réaliser un monitoring local ou attendre que les travaux d'aménagement du promontoire se termine pour que le sentier du Sautou soit plus fréquenté.

L'un des enjeux des randonnées le long des boucles de la Semois est de pouvoir la traverser plus fréquemment sur des passerelles temporaires - comme le pont de claies de Vresse – pour éviter de longs détours par des zones urbanisées pour trouver un pont.

C'est un site où le suivi par éco-compteur serait idéal si ce type d'aménagement était proposé.

6.11. Synthèse du monitoring pour Rochehaut Falloises

6.11.1. Description du site

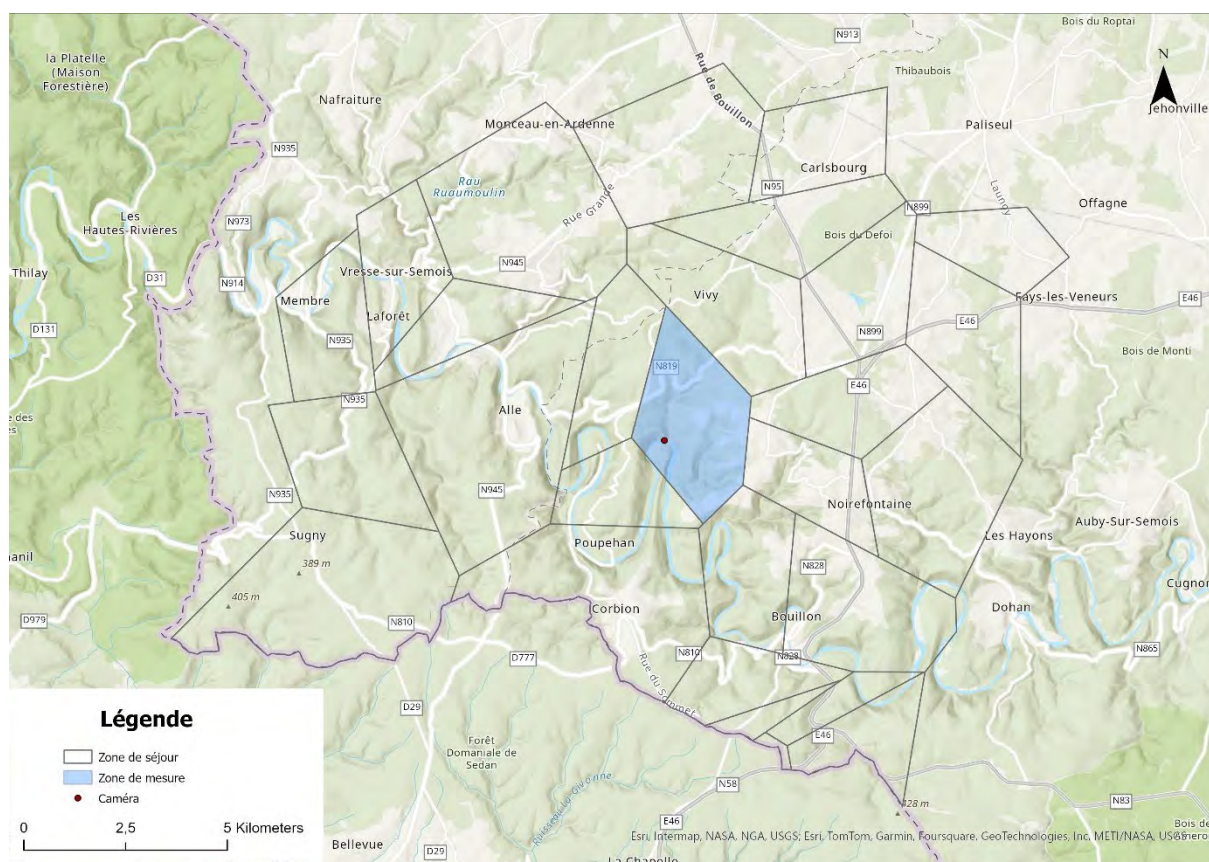


Figure 6.11.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Rochehaut Falloises

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense sept attractions ouvertes et connues sur les communes de Bouillon et Vresse sur Semois, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Parc animalier de Bouillon (4), Recréalle (4), Château fort de Bouillon (4), Archéoscope Godefroid de Bouillon (2), Musée ducal (2), Le Centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1), Ardoisalle (1). Deux attractions inconnues se trouvent dans la zone de mesure : l'agri-musée et le parc animalier « Entre ferme et forêt ».

La zone compte également **94 randonnées reconnues totalisant 730 km**, dont 7 se situent directement dans la zone de mesure. Outre ces randonnées reconnues, le site est également célèbre pour la balade des Echelles, située dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **231 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **2.940 lits**. Aucun logement se situe directement dans la zone de mesure. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **170 habitants en 2022** (source : Proximus).

La zone TAC cible bien le cœur du PN de la vallée de la Semois près de Rochehaut avec une randonnée bien connue appelées localement les Falloises ou la promenade des échelles. La proportion d'ENF dans la zone TAC « **61RCA_090** » (930 ha) est de plus de 44%, le reste étant occupé par des peuplements résineux.

6.11.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Cette zone est à la limite du village de Rochehaut très fréquenté touristiquement comme on peut le voir avec le site de Laviot qui intègre d'ailleurs le village. Cette zone est à la limite des attractions au nord du village avec l'Agri Musée.

Cinq jours extraordinaires ont été identifiés à travers les données originales :

- Jours fériés (conservés) : 15/08/2023 – 15/08/2024
- Jours « pont férié » (conservés) : 10 /05/2024
- Autres jours atypiques : 28/05/2023 – 06/10/2023

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **340 000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **230.000 visiteurs, soit 630 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.11.1**). On peut remarquer qu'une proportion significative (32%) de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances.

Tableau 6.11.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	152	32.678	14	215	106
Weekends	54	59.351	25	1.099	518
Semaines en vacances	100	75.828	32	758	484
Weekends en vacances	51	65.468	28	1.284	469

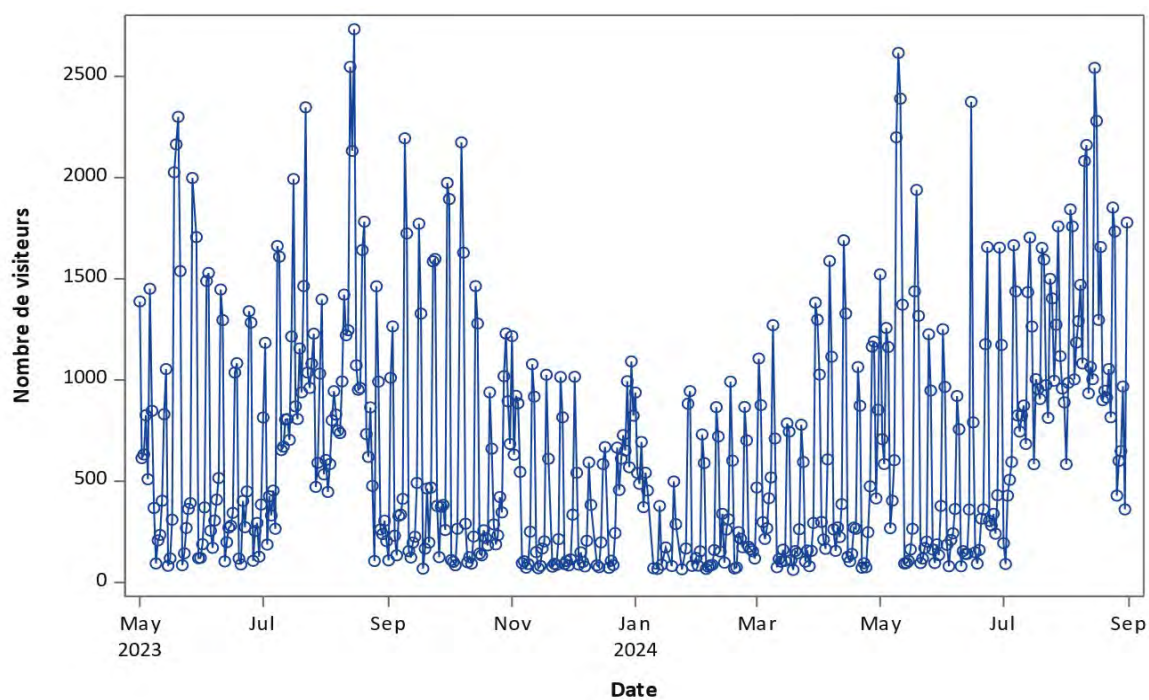


Figure 6.11.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Rochehaut Falloises au cours du temps

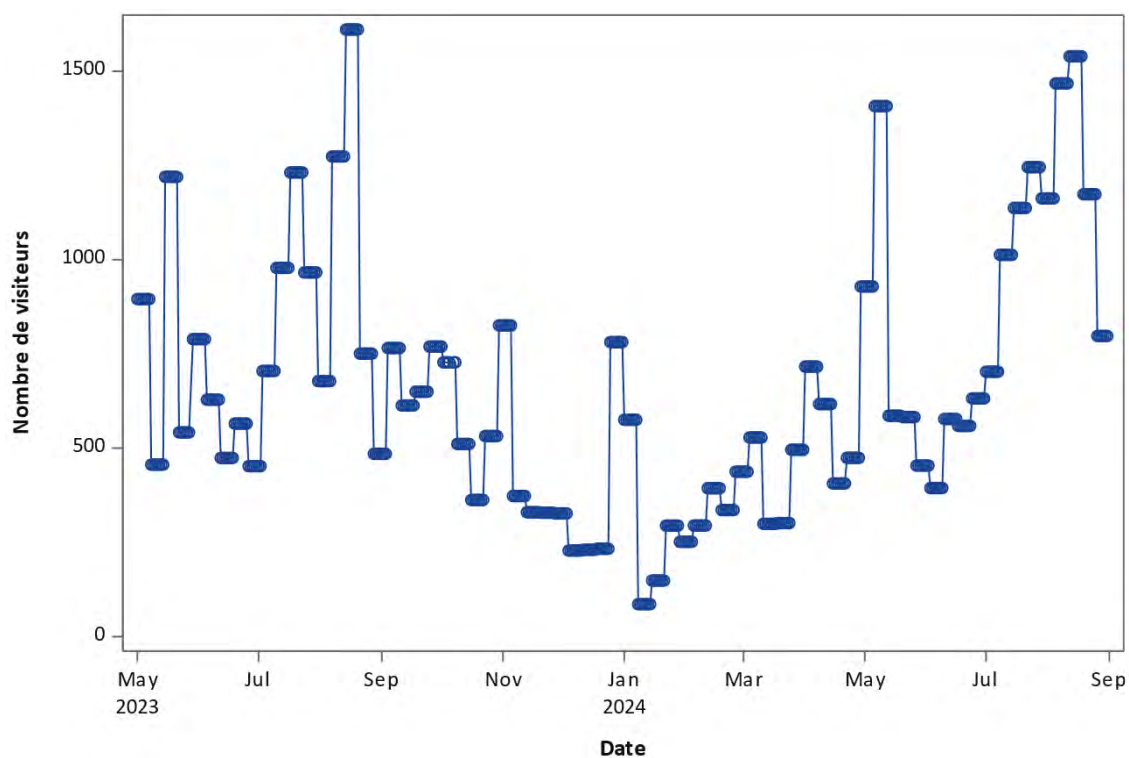


Figure 6.11.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Rochehaut Falloises au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Rochehaut Falloises fait partie des sites avec le plus de séjours recensés, à hauteur de 32%. Les visites à la journée, tout comme les séjours, varient en fonction des congés.

Tableau 6.11.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	156	2.338	9	15	32
	Départ	157	980	4	6	29
	Séjour	157	1.512	6	10	27
	Visites à la journée	157	19.820	80	126	73
Weekend	Arrivée	54	6.332	11	117	139
	Départ	54	7.727	13	143	115
	Séjour	54	4.801	8	89	84
	Visites à la journée	54	38.975	67	722	368
Semaine de vacances	Arrivée	100	7.282	10	73	65
	Départ	100	6.844	9	68	66
	Séjour	100	9.954	14	100	80
	Visites à la journée	100	48.276	67	483	348
Weekend en vacances	Arrivée	51	6.979	11	137	109
	Départ	51	7.886	12	155	85
	Séjour	51	7.616	12	149	88
	Visites à la journée	51	42.411	65	832	342

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs de Rochehaut Falloise sont belges (79%), 17% sont étrangers dont 5% viennent de France et 6% viennent des Pays-Bas, 5% n'ont pas pu être catégorisés.

Tableau 6.11.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	France	2	114	0	57	3
		Autre	19	1.689	5	89	27
	Nationale	Belgique	143	25.358	78	177	81
		Autre	156	5.517	17	35	47
Weekend	Internationale	France	29	3.104	5	107	35
		Luxembourg	1	80	0	80	.

		Pays-Bas	12	1.767	3	147	48
		Autre	29	3.292	6	114	34
	Nationale	Belgique	54	49.066	83	909	417
	Autre	Autre	54	2.042	3	38	50
Semaine de vacances	Internationale	France	27	3.063	4	113	57
		Pays-Bas	37	7.228	10	195	83
		Autre	37	3.810	5	103	30
	Nationale	Belgique	100	58.932	78	589	369
	Autre	Autre	99	2.795	0	28	44
Weekend en vacances	Internationale	France	38	5.197	8	137	61
		Pays-Bas	19	3.000	5	158	44
		Autre	29	3.179	5	110	33
	Nationale	Belgique	51	52.306	80	1.026	332
	Autre	Autre	51	1.786	3	35	47

Parmi les visiteurs belges, 54% sont wallons, 41% sont flamands et seulement 3% n'ont pas pu être catégorisés selon leur région d'origine.

Tableau 6.11.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	13	1.364	13	105	16
	Wallons	68	7.975	75	117	45
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	13	1.256	12	97	13
Weekend	Flamands	29	9.475	42	327	198
	Wallons	28	11.684	52	417	166
	Bruxellois	7	697	3	100	17
	Autre	5	574	3	115	38
Semaine de vacances	Flamands	74	21.903	46	296	188
	Wallons	85	24.221	51	285	186
	Bruxellois	3	322	1	107	20
	Autre	11	1.097	2	100	9
Weekend en vacances	Flamands	41	18.467	42	450	187
	Wallons	41	22.907	52	559	167
	Bruxellois	14	1.531	3	109	21
	Autre	11	1.343	3	122	28

Tableau 6.11.5 : Synthèse des origines présentes à Rochehaut Falloises en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	80				15	5
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	54	41	2	3		

6.11.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le site de Rochehaut Falloises a été monitoré pendant **353** jours à l'aide d'une caméra de modèle *Patriot* installée sur la balade des Échelles, le long de la Semois. Une interruption du monitoring a eu lieu du 2 avril au 6 mai 2024 en raison d'une carte mémoire défectueuse. Le modèle *Patriot* nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 pour ajuster les détections, en raison de son large champ de vision qui génère fréquemment des doubles rafales pour une même détection.

La caméra est installée sur le parcours de la balade des Échelles. Toutefois, les promeneurs empruntant ce sentier pour descendre peuvent décider de remonter par un autre chemin ou de prolonger leur itinéraire, ne passant ainsi pas devant la caméra

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié et un pont de jour férié ont été conservés, le 09 et 10 mai 2024. Et la cause de deux autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 16/10/2023 - 24/06/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.11.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Rochehaut Falloises

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Falloise	Patr02	21/06/2023	02/09/2024	353	88.786	25.226	44.221

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.11.6**). Avec une proportion plus importante de visiteurs en weekends par rapport à la zone GSM.

Tableau 6.11.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	146	3.972	14	27	23
Weekend	52	9.415	32	181	101
Semaine de vacances	56	8.014	28	143	166
Weekend de vacances	32	7.699	26	241	174

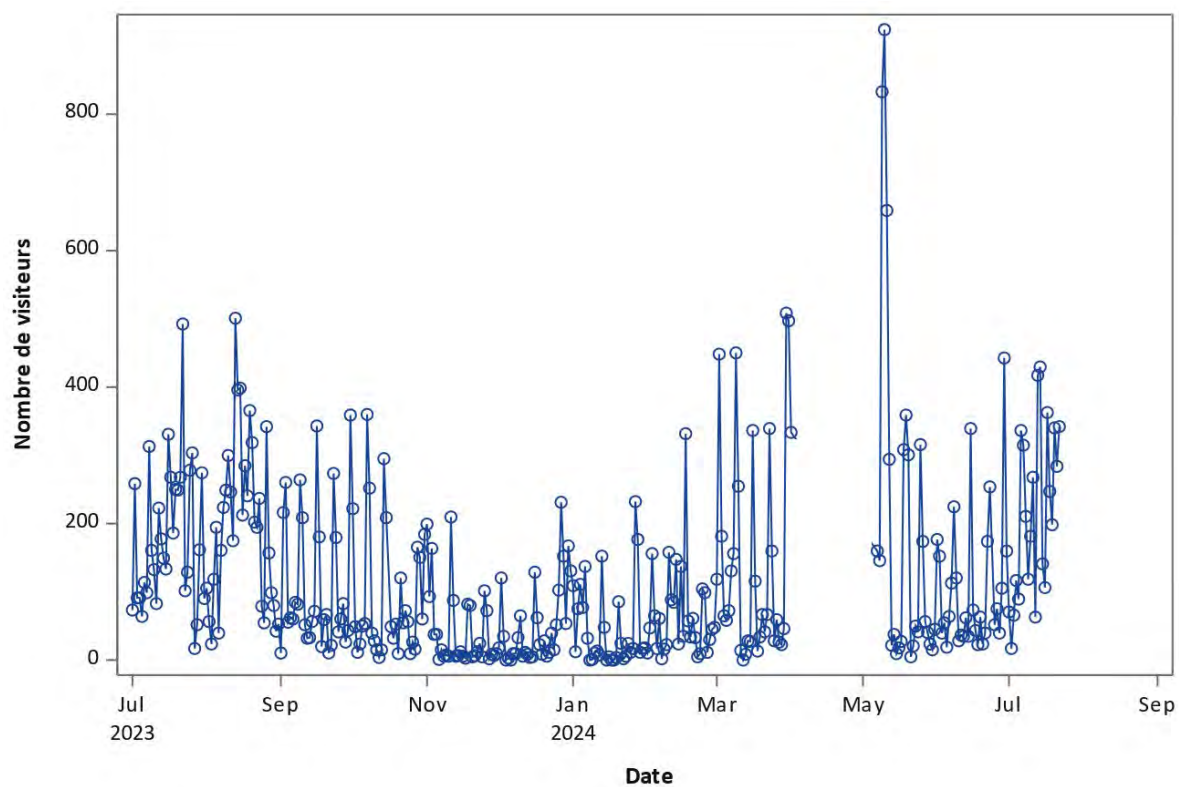


Figure 6.11.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Rochehaut Falloises

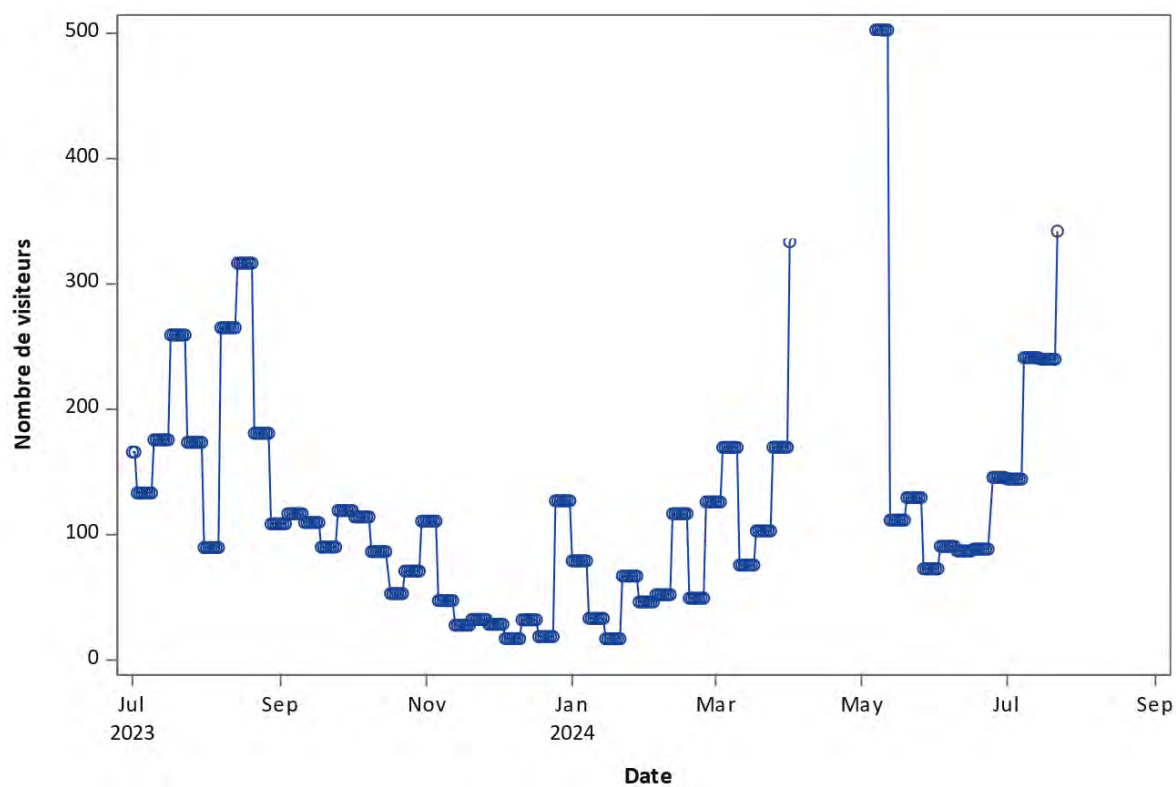


Figure 6.11.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Rochehaut Falloises

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les deux monitorings par données mobiles à Rochehaut, Laviot et Falloise révèlent des tendances similaires. Les congés jouent un rôle majeur, expliquant 60 % de la variabilité de la fréquentation, avec un effet dominant des weekends et une influence notable des vacances. Les mêmes schémas sont observés dans le monitoring par caméra des deux zones, où les congés expliquent 50 % de la fréquentation.

6.11.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

On observe une très bonne corrélation entre les données GSM et les données des caméras avec un R^2 de presque 90%. Un cinquième des visiteurs GSM sont identifiés sur le terrain (**Figure 6.11.6**). Les données GSM ne limitent probablement pas aux visiteurs de la balade des Echelles. Il est plausible qu'elles comprennent également les visiteurs du point de vue du Tombeau du Géant, situé en bordure de zone ; ceux de l'Agri-Musée ; ainsi que des visiteurs empruntant des itinéraires alternatifs, comme ceux contournant la balade pour remonter le bord de la Semois en amont, ou encore ceux partant du sommet de la randonnée pour rejoindre Poupehan.

Une comparaison plus approfondie et des recommandations pour le monitoring du site de Rochehaut se trouvent en point 6.12.

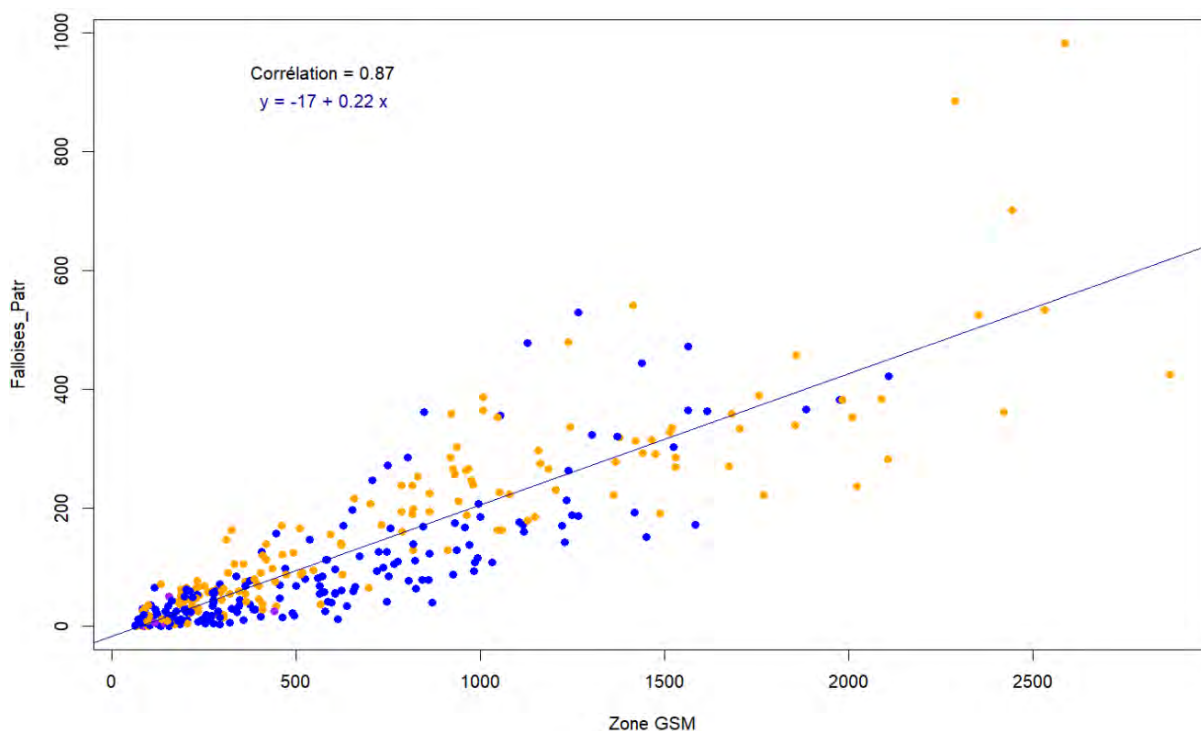


Figure 6.11.6 : Relation entre la caméra placée à Falloise et la zone GSM correspondante.

6.12. Synthèse du monitoring pour Rochehaut Laviot

6.12.1. Description du site

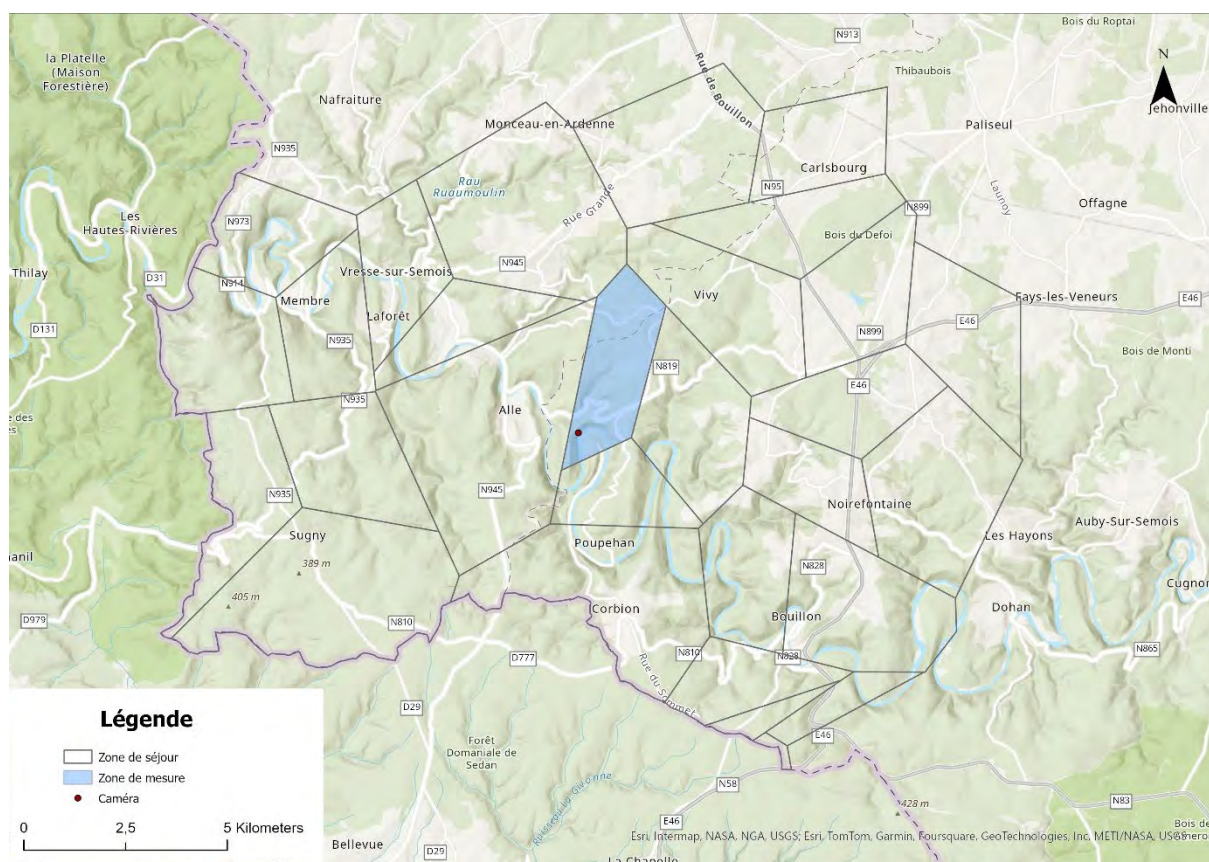


Figure 6.12.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Rochehaut Laviot

Cette zone TAC reprend en fait le village de Rochehaut qui est un haut lieu touristique et il n’y avait guère d’alternatives sauf à prendre la même zone TAC que le site précédent avec la randonnée des Falloises. La caméra qui y est placée est très proche du village mais dans le fond de la vallée de la Semois sur un GR. Les comparaisons entre les données GSM et les caméras se feront mais devront être sans doute élargies à la zone GSM associée au site précédent.

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense sept attractions ouvertes et connues sur les communes de Bouillon et Vresse sur Semois, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Parc animalier de Bouillon (4), Recréalle (4), Château fort de Bouillon (4), Archéoscope Godefroid de Bouillon (2), Musée ducal (2), Le Centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1), Ardoisalle (1). Deux attractions inconnues se trouvent dans la zone de mesure : l’agri-musée et le parc animalier « Entre ferme et forêt ».

La zone compte également **101 randonnées reconnues totalisant 780 km**, dont 9 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **273 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **3.520 lits**. Une trentaine de logements se situent directement dans la zone de mesure, offrant ensemble 400 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **420 habitants en 2022** (source : Proximus).

La zone TAC cible bien le cœur du PN de la vallée de la Semois près de Rochehaut sur une randonnée située au pied du village mais à priori peu fréquentée puisque le GR par exemple remonte sur le village de Rochehaut. La proportion d'ENF dans la zone TAC « **61RCA_300** » (700 ha) est de plus de 40%, le reste étant occupé par des peuplements résineux.

Cette zone couvre toutefois le village de Rochehaut car on souhaitait garder un lien direct entre le positionnement de la caméra et la zone TAC. C'est en fait une erreur car les distorsions sont bien trop importantes. Il vaut mieux dans ce cas choisir une zone à proximité qui répond aux attentes et que les visiteurs touristiques vont aussi en fait visiter. Dans le cas présent, l'alternative aurait pu la même zone TAC que le site précédent ou celle juste au sud sur le petit village de Frahan.

6.12.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Six jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 15/08/2023 – 15/08/2024
- Autres jours atypiques : 13/08/2023 – 28/06/2024

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **790 000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **530.000 visiteurs, soit 1.450 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation à Laviot suit une tendance similaire à celle de Falloise, avec des moyennes journalières deux fois plus élevées à Laviot qu'à Falloise, et même trois fois plus élevées pour les semaines hors vacances.

Tableau 6.12.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	157	108.677	20	692	357
Weekends	54	118.369	22	2.192	748
Semaines en vacances	100	175.349	33	1.753	828
Weekends en vacances	51	129.131	24	2.532	704

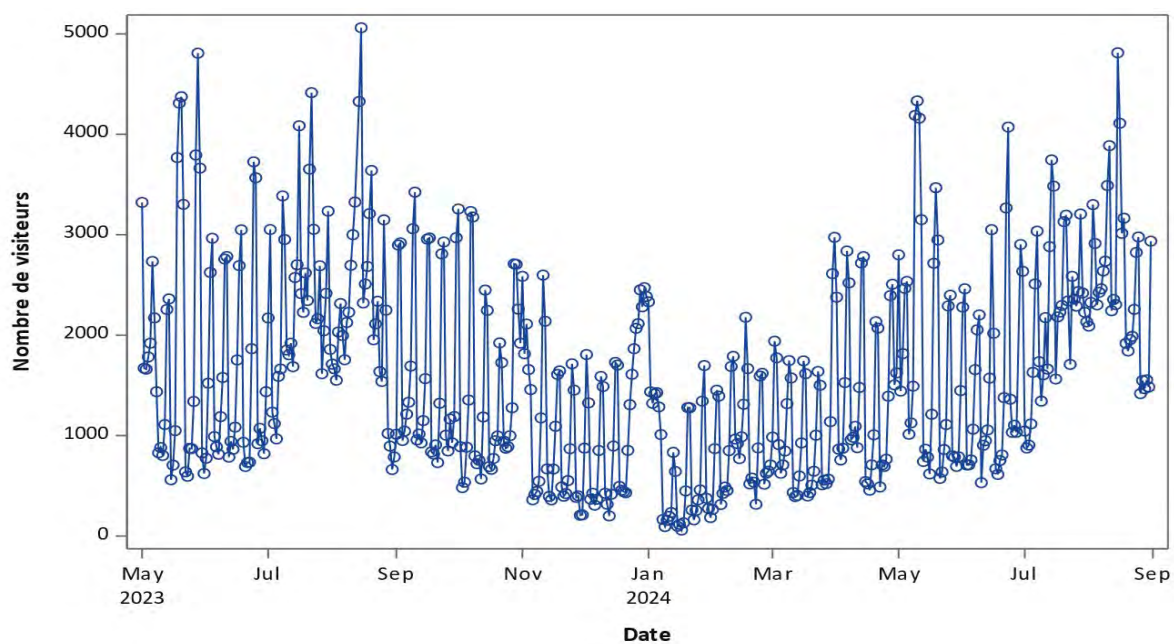


Figure 6.12.2: Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Rochehaut Laviot au cours du temps

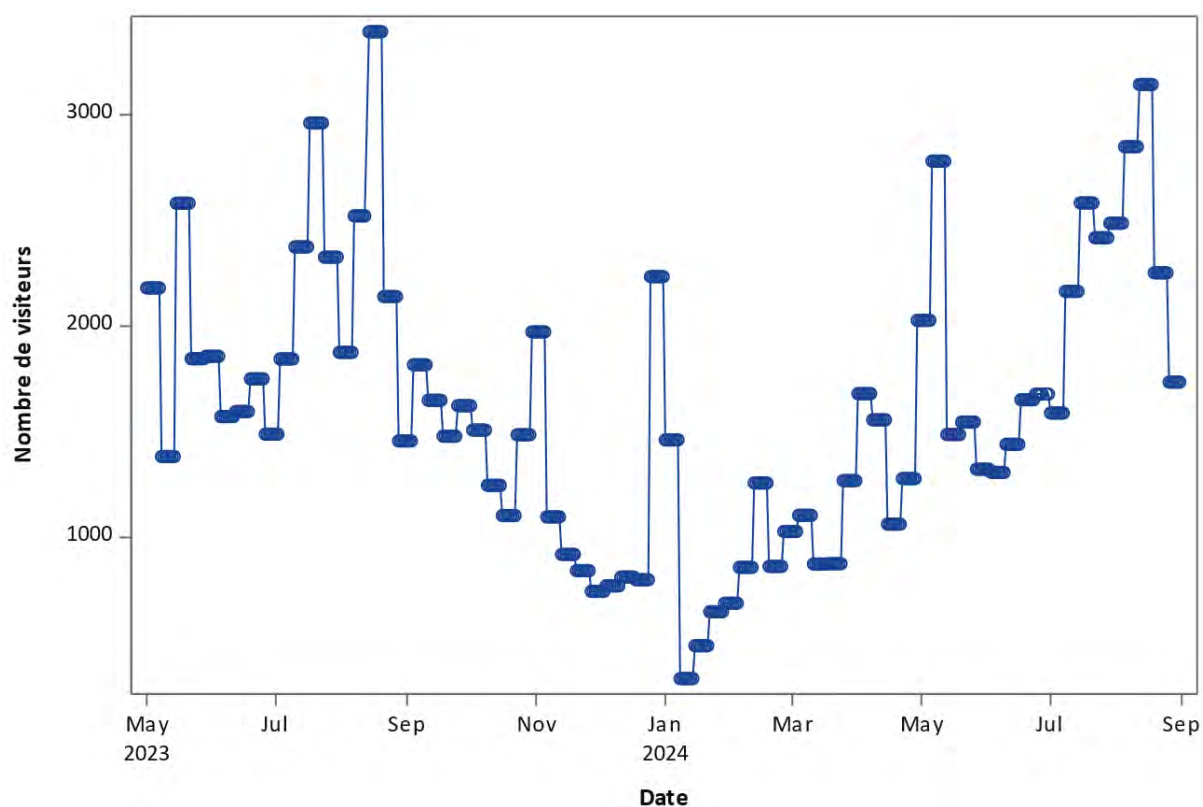


Figure 6.12.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Rochehaut Laviot au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

La zone GSM de Rochehaut Laviot est le site avec le plus de séjours recensés, à hauteur de 55%. Les visites à la journée, tout comme les séjours, varient en fonction des congés.

Tableau 6.12.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	157	27.540	25	175	160
	Départ	157	15.865	15	101	76
	Séjour	157	18.357	17	117	83
	Visites à la journée	157	46.486	43	296	135
Weekend	Arrivée	54	16.966	15	314	267
	Départ	54	27.310	23	506	393
	Séjour	54	17.912	15	332	235
	Visites à la journée	54	54.576	47	1.011	466
Semaine de vacances	Arrivée	100	32.209	18	322	194
	Départ	100	27.058	16	271	161
	Séjour	100	41.857	24	419	233
	Visites à la journée	100	73.391	42	734	447
Weekend en vacances	Arrivée	51	19.352	15	379	241
	Départ	51	25.123	20	493	340
	Séjour	51	27.047	21	530	300
	Visites à la journée	51	56.666	44	1.111	477

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs de Rochehaut Laviot sont belges (80%), 16% sont étrangers dont 7% viennent de France et 5% viennent des Pays-Bas, 3% n'ont pas pu être catégorisés.

Tableau 6.12.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	France	68	5.235	5	77	24
		Allemagne	1	103	0	103	.
		Pays-Bas	18	2.621	2	146	51
		Autre	73	7.588	7	104	27
	Nationale	Belgique	156	86.851	80	557	287
	Autre	Autre	157	6.279	6	40	50
Weekend	Internationale	France	53	9.156	8	173	92

		Luxembourg	5	420	0	84	7
		Pays-Bas	24	3.922	3	163	51
		Autre	34	3.818	3	112	22
	Nationale	Belgique	54	96.976	82	1.796	599
	Autre	Autre	54	4.077	3	76	61
Semaine de vacances	Internationale	France	84	11.346	6	135	84
		Luxembourg	1	73	0	73	.
		Pays-Bas	46	10.970	6	238	98
		Autre	45	5.179	3	115	33
	Nationale	Belgique	100	142.832	81	1.428	674
	Autre	Autre	100	4.949	3	49	57
Weekend en vacances	Internationale	France	49	10.617	8	217	112
		Luxembourg	1	80	0	80	.
		Pays-Bas	30	5.774	4	192	72
		Autre	35	4.140	3	118	34
	Nationale	Belgique	51	104.224	81	2.044	503
	Autre	Autre	51	4.296	5	84	60

Parmi les visiteurs belges, 55% sont wallons, 40% sont flamands et seulement 2% n'ont pas pu être catégorisés selon leur région d'origine.

Tableau 6.12.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	70	13.520	32	193	85
	Wallons	87	28.033	66	322	155
	Bruxellois	1	123	0	123	.
	Autre	9	849	2	94	15
Weekend	Flamands	29	19.063	39	657	280
	Wallons	29	25.888	54	893	374
	Bruxellois	20	2.631	5	132	37
	Autre	6	690	1	115	18
Semaine de vacances	Flamands	85	49.584	43	583	331
	Wallons	85	60.973	53	717	341
	Bruxellois	15	1.764	2	118	27
	Autre	26	3.154	3	121	25
Weekend en vacances	Flamands	41	35.067	40	855	263
	Wallons	41	46.479	53	1.134	284
	Bruxellois	34	4.633	5	136	41
	Autre	10	1.156	1	116	25

Tableau 6.12.5 : Synthèse des origines présentes à Rochehaut Laviot en pourcentage (%)

Période	Origine				
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale
	81				15
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre	4
	55	40	3	2	

6.12.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le site de Rochehaut Laviot a été monitoré pendant 339 jours à l'aide de plusieurs modèles de caméras. Initialement, un modèle *Décathlon* a été installé de fin juin à début septembre 2023, mais ses performances s'étant révélées très insuffisantes, les données collectées n'ont pas été utilisées. Ce modèle a été remplacé par une *Bolycam* de septembre 2023 à avril 2024, la caméra a fonctionné seulement 4 jours lors de la première période de relevé. Ensuite une *Dark Ops Micro* a remplacé la *Bolycam* jusqu'à la fin du monitoring. Des facteurs multiplicatifs de 1,26 et 1,15 ont été appliqués respectivement aux résultats du modèle *Bolycam* et *Dark Ops Micro* pour corriger les détections manquées en raison de leur champ de vision étroit. Le 17 mai 2024, la buée présente sur la caméra a rendu les données inexploitable.

Six jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 15/08/2023 – 15/08/2024
- Autres jours atypiques : 13/08/2023 – 28/06/2024 qui correspondent à XXX (à compléter dans le rapport final)

Tableau 6.12.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Rochehaut Laviot

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Laviot	Deca01	21/06/2023	11/09/2023	72	2.648	2.648	1.919
	Boly03	11/09/2023	02/04/2024	116	4.443	1.576	2.532
	Darm01	02/04/2024	02/09/2024	151	11.627	3.876	7.658

B) Analyse temporelle générale

Cette balade est moins fréquentée que celle des Échelles à Rochehaut Falloises, malgré une fréquentation plus élevée dans la zone GSM de Laviot. L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.12.7**).

Tableau 6.12.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	146	1.097	10	11	10
Weekend	52	1.804	16	60	40
Semaine de vacances	56	4.615	40	51	34
Weekend de vacances	32	3.888	34	88	46

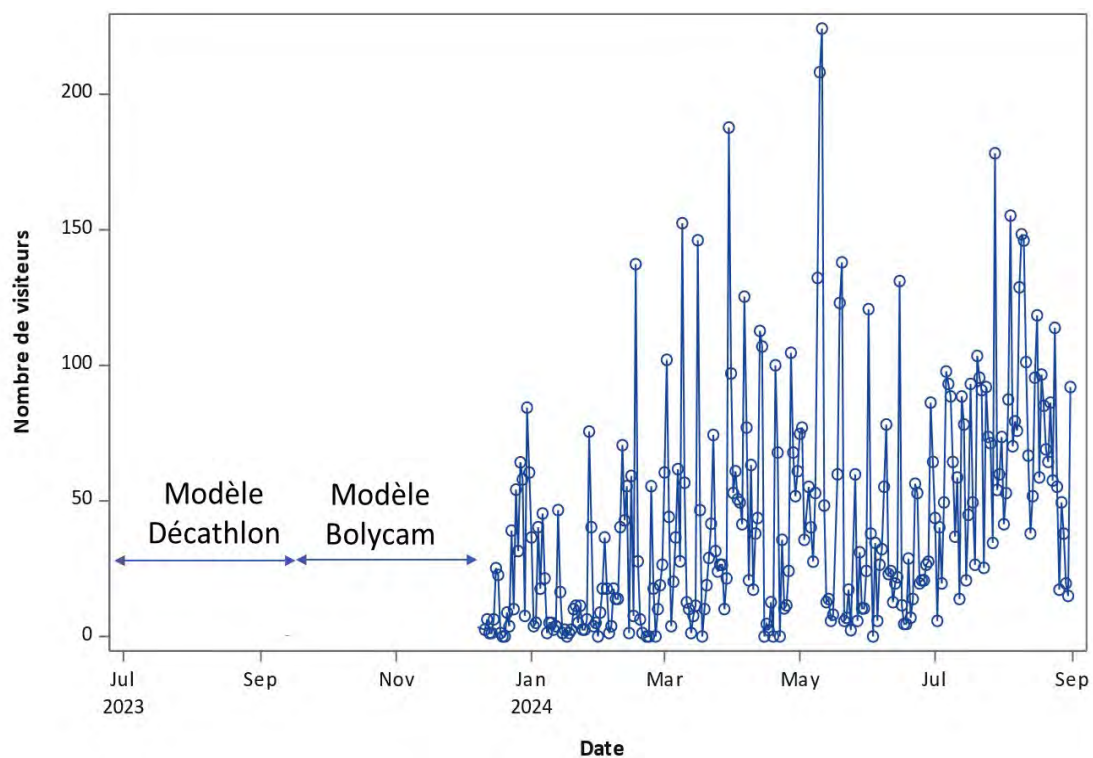


Figure 6.12.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Rochehaut Laviot

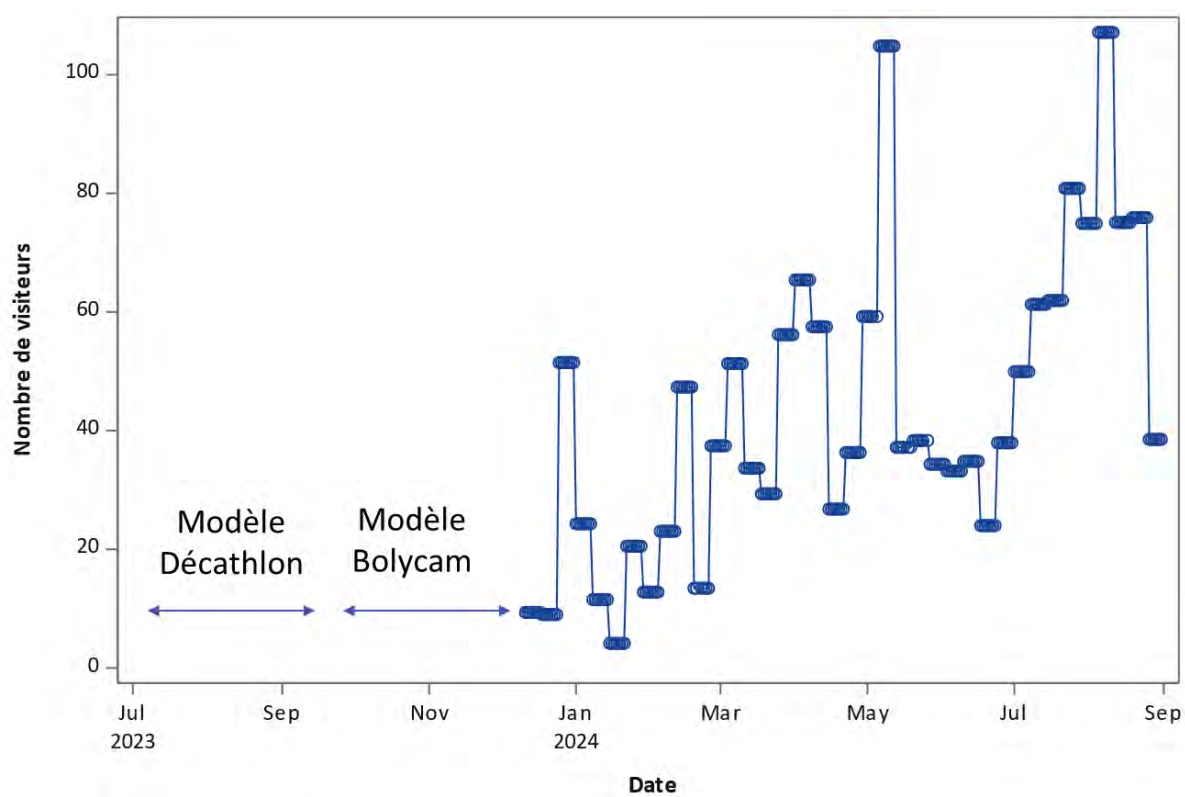


Figure 6.12.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Rochehaut Laviot

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les deux monitorings par données mobiles à Rochehaut, Laviot et Falloise révèlent des tendances similaires. Les congés jouent un rôle majeur, expliquant 60 % de la variabilité de la fréquentation, avec un effet dominant des weekends et une influence notable des vacances. Les mêmes schémas sont observés dans le monitoring par caméra des deux zones, où les congés expliquent 50 % de la fréquentation.

6.12.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

Le site de Laviot bien que tout proche des Falloises, qui est un site très connu (« La balade des échelles »), est bien moins fréquenté. En effet, les caméras présentes à la balade des échelles (Falloises) et à Laviot ont montré une corrélation très bonne de 90%, représentant une même variabilité de la fréquentation, et un nombre de personnes perçues à Laviot représentant 20% du nombre de Falloises (**Figures 6.12.6 et 6.12.7**).

Vu que la zone GSM où les caméras de Laviot sont installées contient le village de Rochehaut, on préfère comparer la fréquence des visiteurs à celle qui sert de référence pour les Falloises. Le R^2 est très satisfaisant (80%). Par contre, on tombe à moins de 3% de visiteurs de la zone GSM Falloise (**Figures 6.12.8 et 6.12.9**).

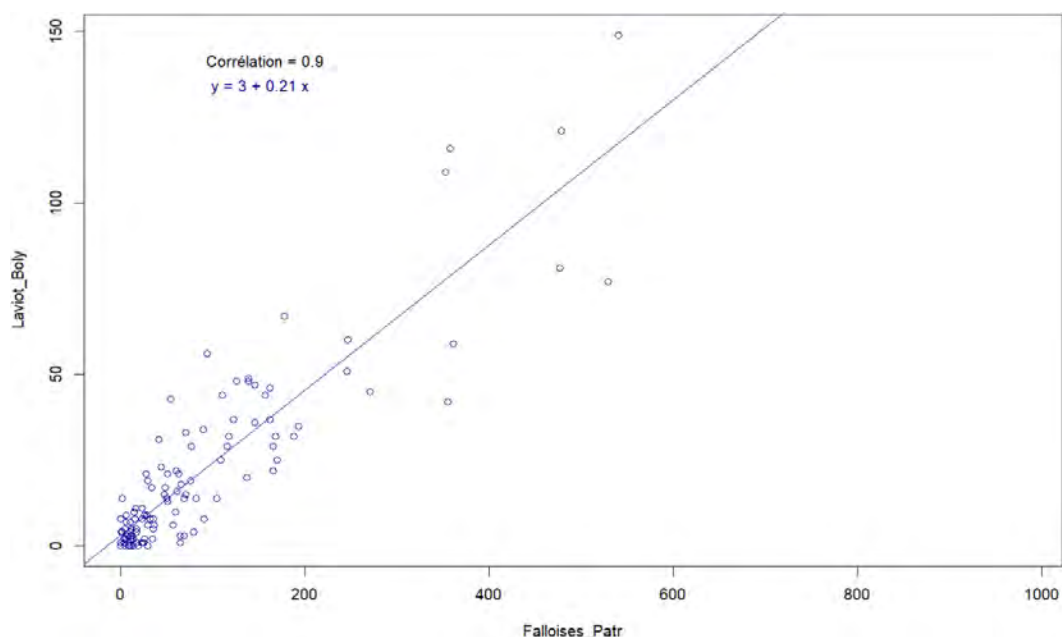


Figure 6.12.6 : Relation entre les données caméra de Laviot (Bolycam) et des Falloises

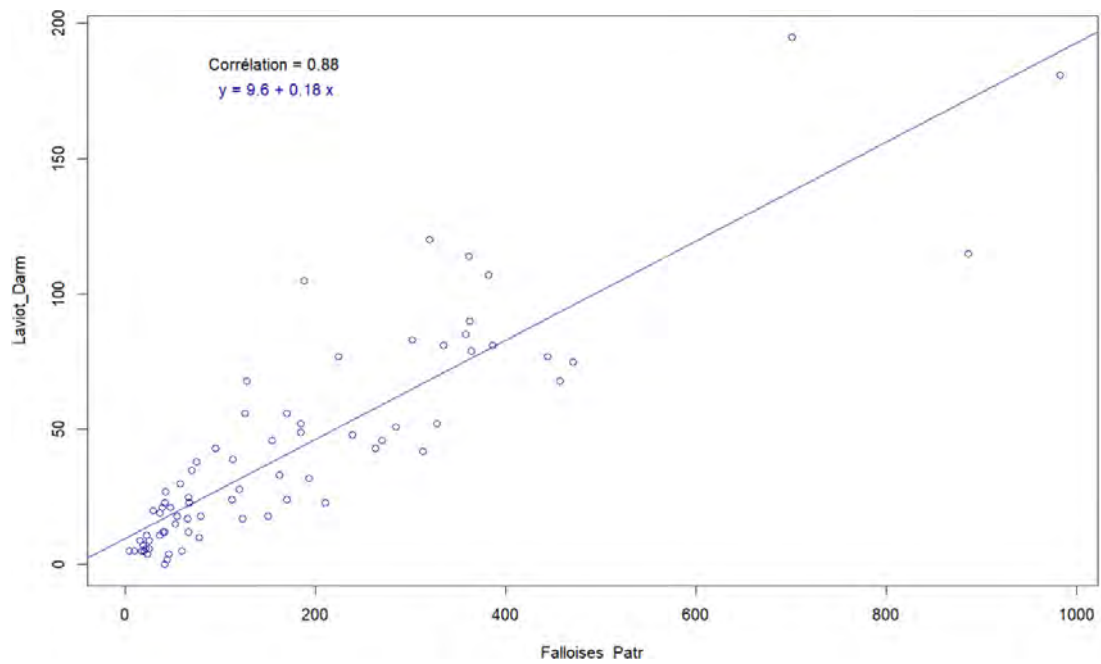


Figure 6.12.7 : Relation entre les données caméra de Laviot (Dark ops Micro) de Falloises

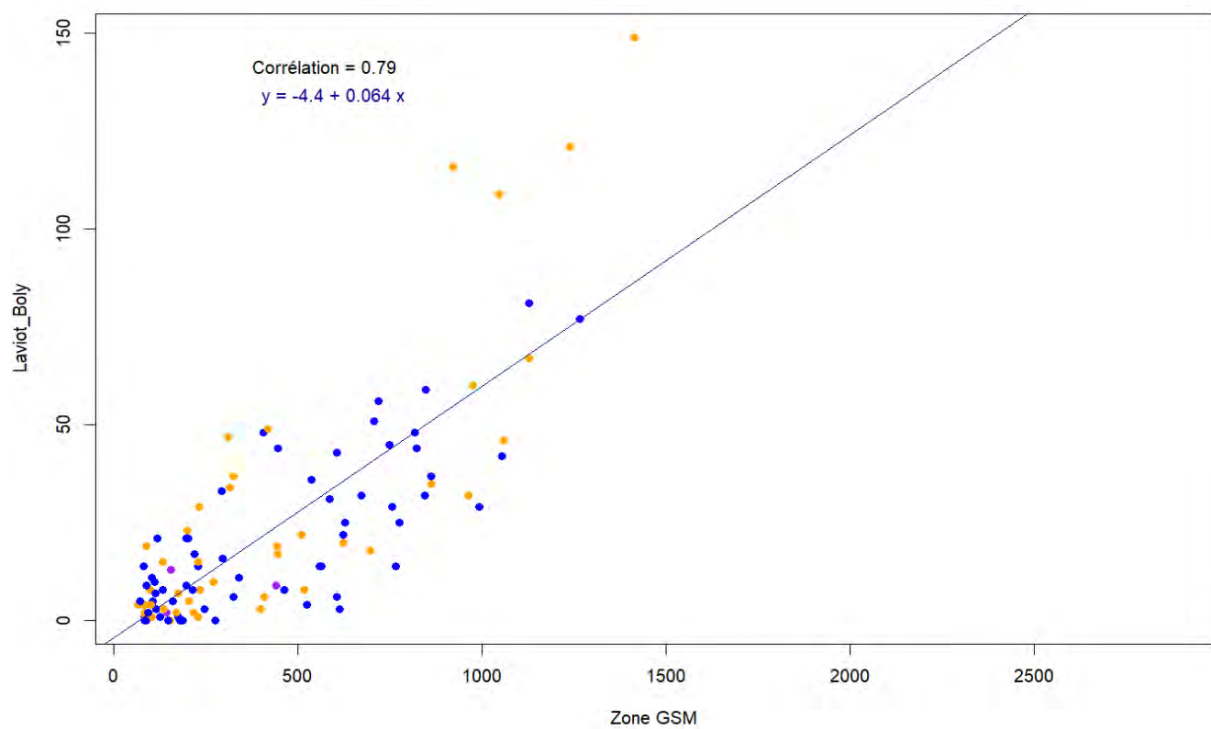


Figure 6.12.8 : Relation entre les données caméra de Laviot (Bolycam) et les données mobiles de la zone GSM des Falloises

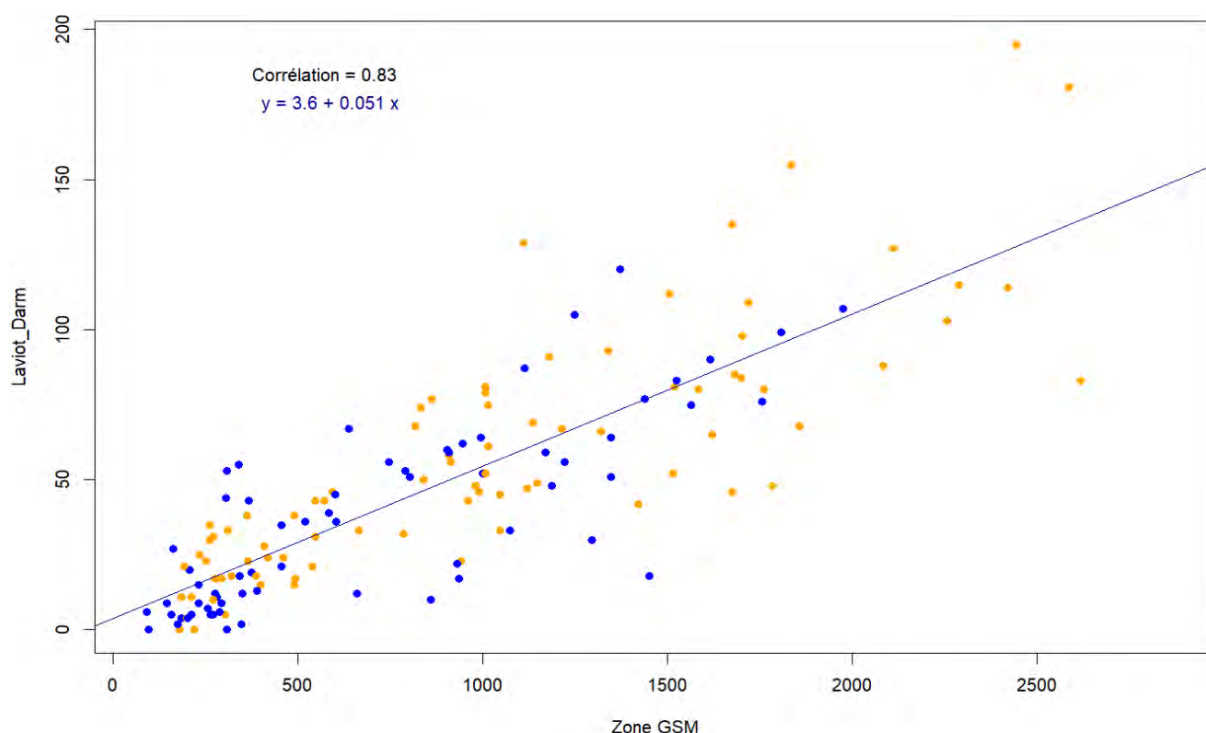


Figure 6.12.9 : Relation entre les données caméra de Laviot (Dark ops Micro) et les données mobiles de la zone GSM des Falloises

6.12.5 Recommandations pour le monitoring de Rochehaut

Pour le monitoring local, l'attractivité principale en termes d'espace naturel à Rochehaut se concentre autour de la balade des échelles. Il est donc recommandé de privilégier le suivi de cette zone.

En ce qui concerne le monitoring macro par données mobiles, la zone TAC située au-dessus des Falloises s'avère pertinente. En revanche, celle de Laviot s'est révélée inexacte, car elle inclut les visiteurs du village de Rochehaut plutôt que ceux de l'espace naturel. Pour mieux suivre Laviot, il serait plus approprié de sélectionner la zone TAC située au-dessus du village de Frahan ou d'utiliser la même que celle des Falloises.

Rochehaut constitue un site très attractif qui est pertinent de continuer à monitorer et les randonnées sur le bord de la Semois sont assez faciles à monitorer avec des écompteurs. Près des Falloises, près du confluent de la Liresse avec la Semois, d'installation d'une passerelle temporaire offrirait de nouveaux espaces de randonnées plutôt que d'être obligé de rejoindre Poupehan. Le suivi de tel aménagement avec des écompteurs serait d'un grand intérêt.

6.13. Synthèse du monitoring pour Saint-Hubert

6.13.1. Description du site

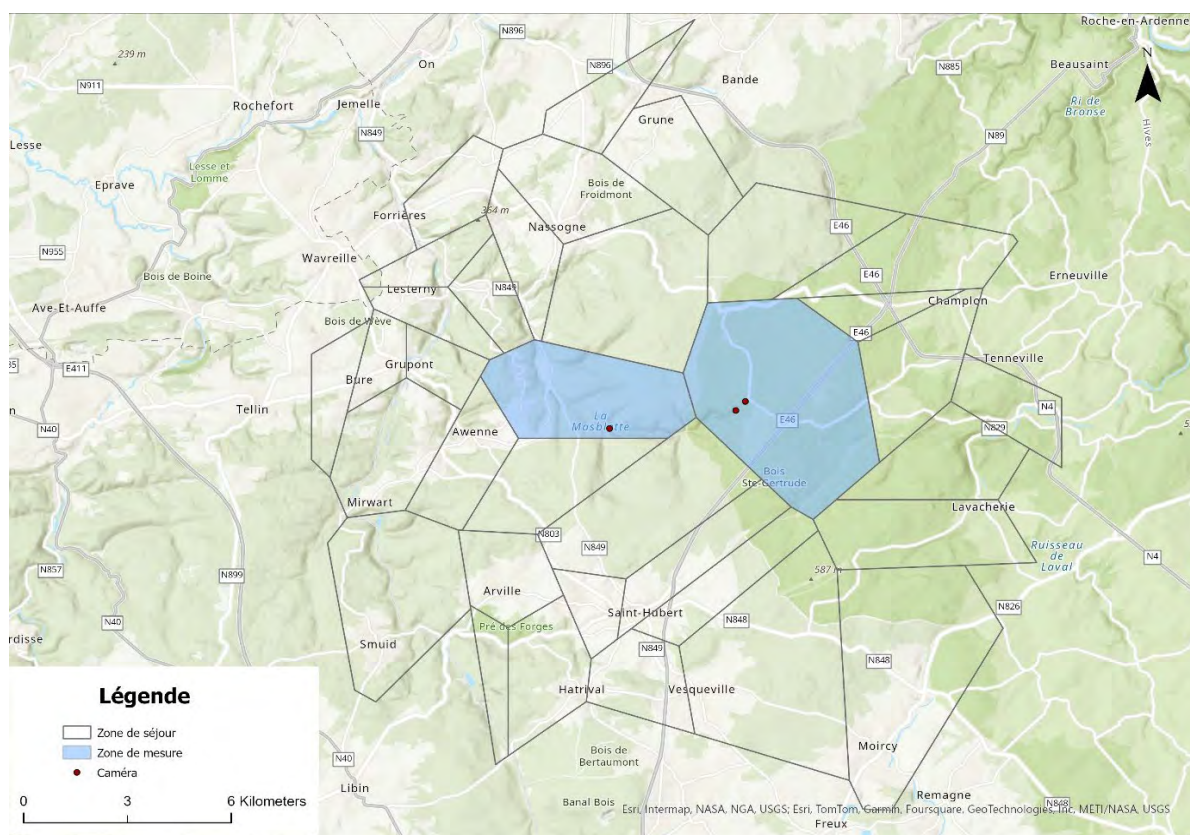


Figure 6.13.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Saint-Hubert

Aux alentours du site, on recense deux attractions ouvertes et connues sur la commune de Saint-Hubert, de catégories de taille 2 : le musée du Fourneau St Michel qui se trouve dans la zone de mesure et le parc à Gibier de Saint-Hubert qui se trouve dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure.

La zone compte également **95 randonnées reconnues totalisant 770 km**, dont 16 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **79 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1.450 lits**. Un logement se situe au sein de la zone de mesure et offre 9 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **130 habitants en 2022** (source : Proximus).

Le monitoring local de Saint-Hubert s'est divisé en trois sites distincts. Une première caméra a été installée sur la route menant à l'observatoire de Bilaude, tandis que deux autres ont été placées le long du chemin longeant la Masblette, une en amont et l'autre en aval.

Vu la faible fréquentation identifiée lors du projet AGRETA de ce massif forestier, deux zones TAC sont mobilisées. La première « **84AWE_030** » (1.350 ha) est située à l'Ouest et cible la vallée de la Masblette mais aussi le Musée de la Vie Rurale et le Fourneau de Saint-Michel. Elle est occupée par plus de 70 % d'ENF. La seconde « **84TEN_230** » (2.500 ha) couvre le plateau zone TAC et la proportion d'ENF y atteint 60%, le reste étant occupé par des peuplements résineux.

6.13.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Événements extraordinaires :

- Jours fériés (conservés) : 21/07/2024
- Pont férié (conservé) : 10/05/2024
- Trail identifié : 19/05/2023
- Festivité locale : 03/11/2023
- Autres jours atypiques : 09/11/2023 - 03/03/2024 - 11/05/2024 - 13/06/2024

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **250.000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **180.000 visiteurs, soit 490 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.13.1**). Les congés expliquent 40 % de la fréquentation du site, avec une influence marquée des weekends, tandis que l'impact des vacances est légèrement moins prononcé que généralement observé, contrairement à celui des saisons.

Tableau 6.13.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	156	53.265	30	341	107
Weekends	54	36.087	20	668	260
Semaines en vacances	99	50.055	28	506	289
Weekends en vacances	49	37.757	21	771	398

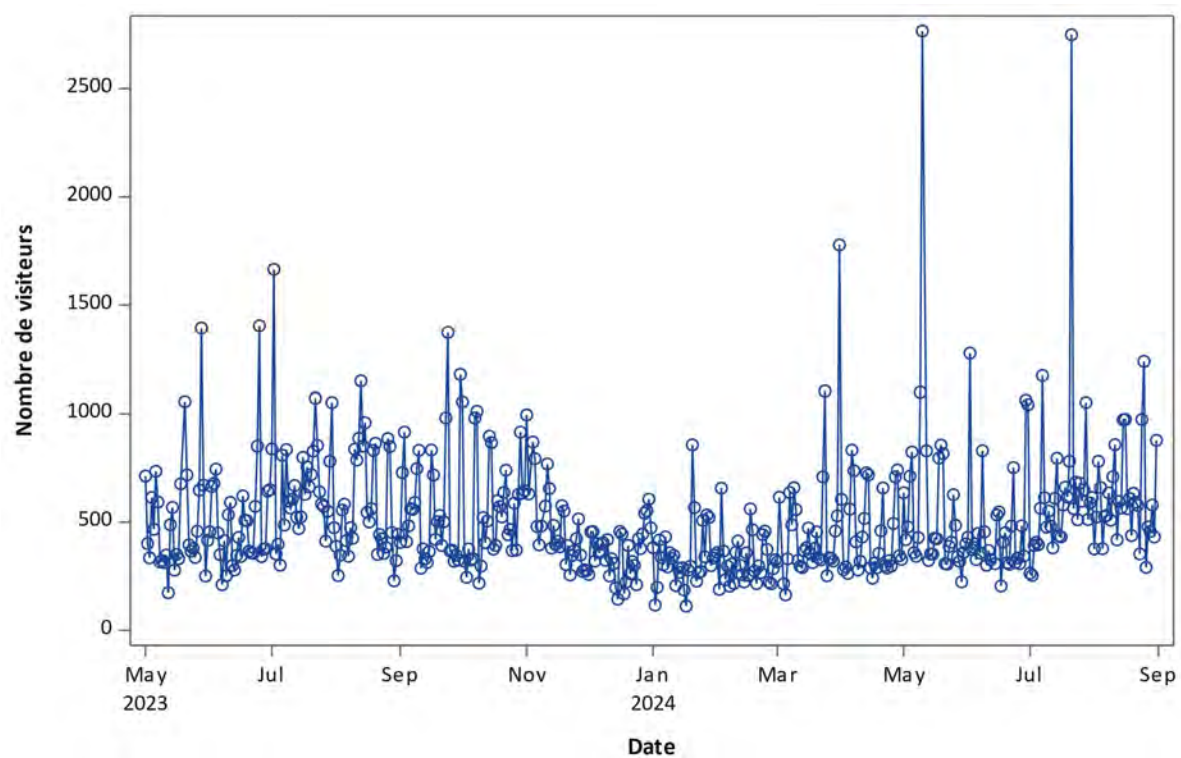


Figure 6.13.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Saint-Hubert au cours du temps

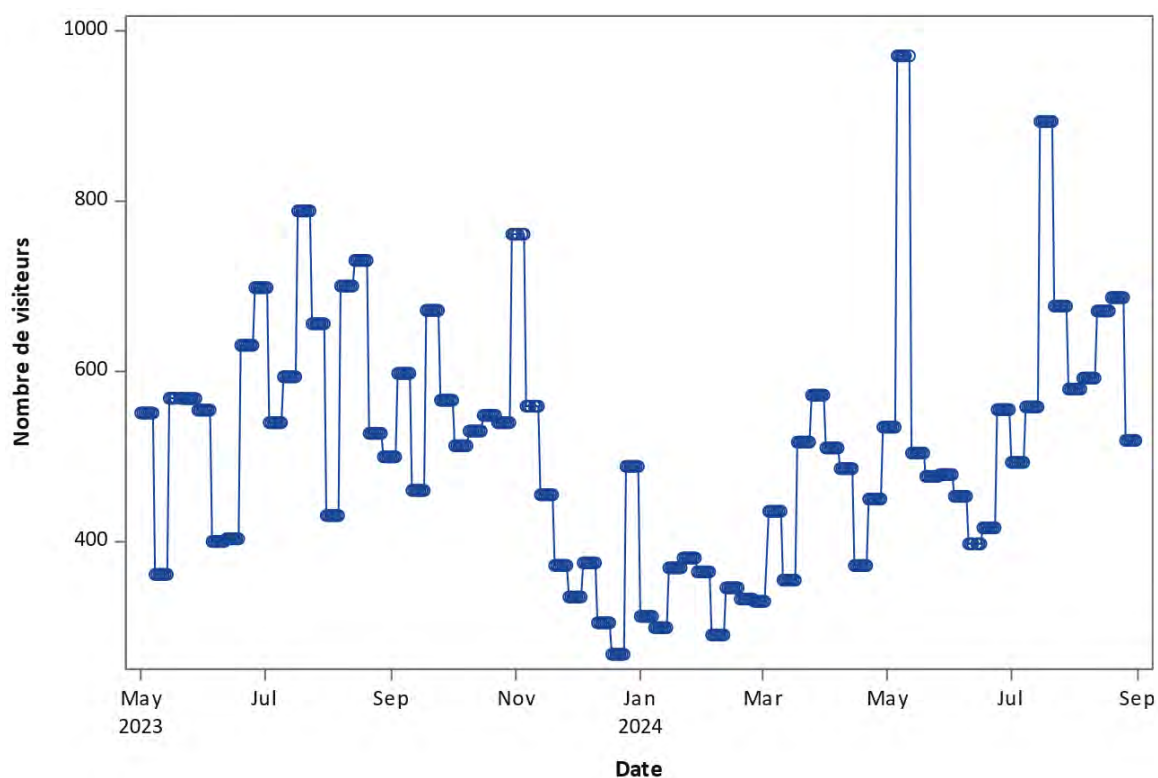


Figure 6.13.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Saint-Hubert au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

84% des visiteurs réalisent des visites à la journée. Les séjours présentent une variabilité plus importante en fonction des congés que les visites à la journée (**Tableau 6.13.2**).

Tableau 6.13.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	156	1.254	2	8	24
	Départ	156	611	1	4	17
	Séjour	156	378	1	2	13
	Visites à la journée	156	51.887	96	333	76
Weekend	Arrivée	54	2.631	7	49	55
	Départ	54	3.427	10	63	72
	Séjour	54	1.002	3	19	38
	Visites à la journée	54	28.258	80	523	204
Semaine de vacances	Arrivée	99	3.369	7	34	85
	Départ	99	1.659	3	17	36
	Séjour	99	4.177	9	42	49
	Visites à la journée	99	38.998	81	394	172
Weekend en vacances	Arrivée	49	2.978	8	61	53
	Départ	49	3.387	9	69	61
	Séjour	49	2.521	7	51	49
	Visites à la journée	49	28.603	76	584	352

Origine des visiteurs

Le site présente une excellente catégorisation de l'origine des visiteurs, équivalent à 98% des visiteurs. La grande majorité, soit 88 %, est belge, tandis que les 11 % restants, classés comme étrangers, n'ont pas pu être identifiés par leur pays d'origine.

Tableau 6.13.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Autre	40	3.104	6	78	14
	Nationale	Belgique	156	48.298	91	310	88
	Autre	Autre	151	1.863	3	12	34
Weekend	Internationale	Pays-Bas	2	140	0	70	11

		Autre	32	3.353	9	105	25
	Nationale	Belgique	54	32.353	90	599	216
	Autre	Autre	51	241	1	5	19
Semaine de vacances	Internationale	France	2	132	0	66	41
		Luxembourg	1	98	0	98	.
		Pays-Bas	4	190	0	48	8
		Autre	54	4.605	9	85	25
	Nationale	Belgique	99	44.507	89	450	243
	Autre	Autre	95	523	1	6	20
Weekend en vacances	Internationale	Luxembourg	1	90	0	90	.
		Pays-Bas	2	203	1	102	26
		Autre	37	3.853	10	104	29
	Nationale	Belgique	49	33.262	88	679	355
	Autre	Autre	46	349	1	8	26

Parmi les visiteurs belges, 72 % sont wallons, 19 % flamands, et 6 % n'ont pas pu être catégorisés selon leur région d'origine. La proportion de Wallons est plus élevée que celle observée dans le schéma général.

Tableau 6.13.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	4	387	2	97	5
	Wallons	88	19.723	87	224	67
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	26	2.493	11	96	16
Weekend	Flamands	26	3.923	26	151	56
	Wallons	29	10.054	67	347	161
	Bruxellois	7	753	5	108	25
	Autre	2	184	1	92	14
Semaine de vacances	Flamands	49	7.068	20	144	76
	Wallons	85	24.462	70	288	153
	Bruxellois	2	588	2	294	242
	Autre	25	2.726	8	109	23
Weekend en vacances	Flamands	38	7.227	27	190	60
	Wallons	39	17.082	65	438	310
	Bruxellois	13	1.356	5	104	17
	Autre	6	749	3	125	40

Tableau 6.13.5 : Synthèse des origines présentes à Saint-Hubert en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	89				9	2
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	72	19	3	6		

6.13.3 Analyse des données caméras à Bilaude

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du site de Bilaude à Saint-Hubert a été réalisé sur **428** jours actifs à l'aide d'une caméra de modèle Dark Ops. Aucun incident ou interruption de fonctionnement n'est à signaler.

Huit événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié a été conservé, le 09 mai 2024. Et la cause de sept autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : le 26-27-28 et 29/09/2023 - 01/10/2023 - 06/10/2023 - 28/12/2023 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.13.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Saint-Hubert près de Bilaude

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Bilaude	Dark05	28/06/2023	03/09/2024	428	53.330	17.587	23.421

B) Analyse temporelle générale

Près de Bilaude, la fréquentation suit le schéma général, avec un impact plus marqué des weekends. Aucune différence notable n'est observée entre les weekends en période de vacances et hors vacances. Un pic de visiteurs est enregistré au début de l'automne (**Figure 6.13.4**) possiblement expliqué par la période de brame et de chasse.

Tableau 6.13.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	153	4.351	24	28	26
Weekend	52	5.086	28	98	74
Semaine de vacances	99	4.592	25	46	27
Weekend de vacances	51	4.108	23	81	34

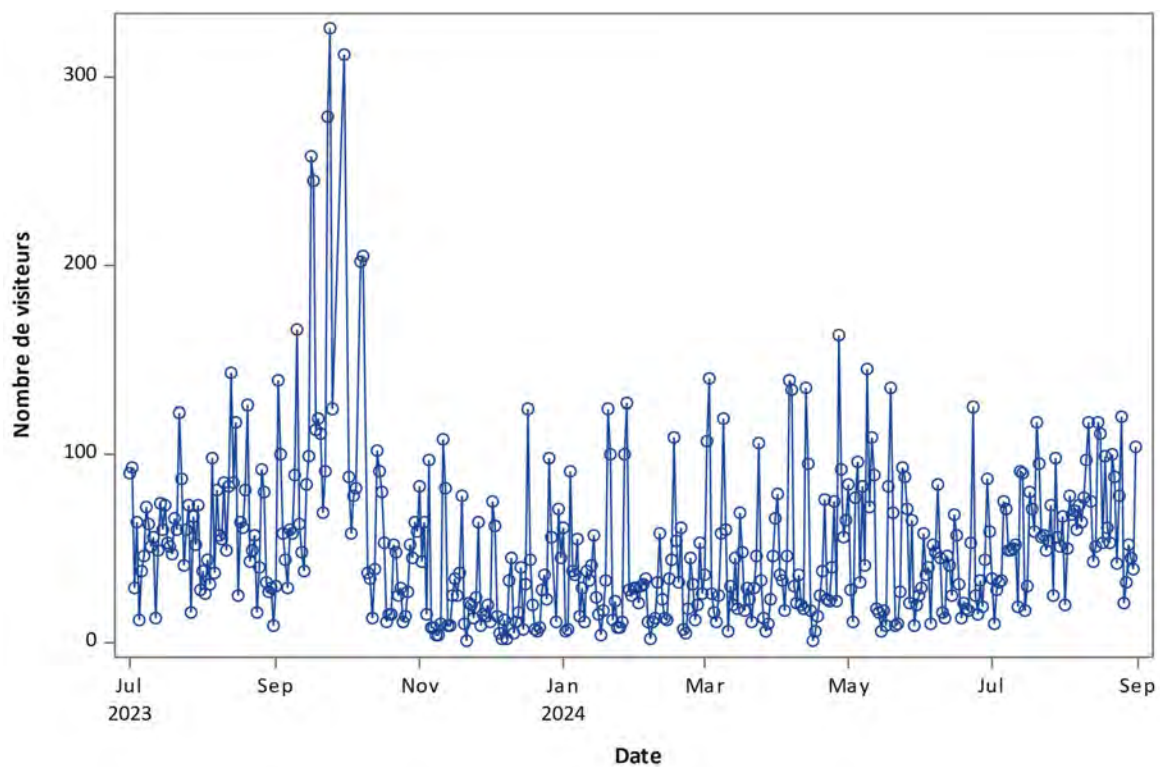


Figure 6.13.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Bilaude

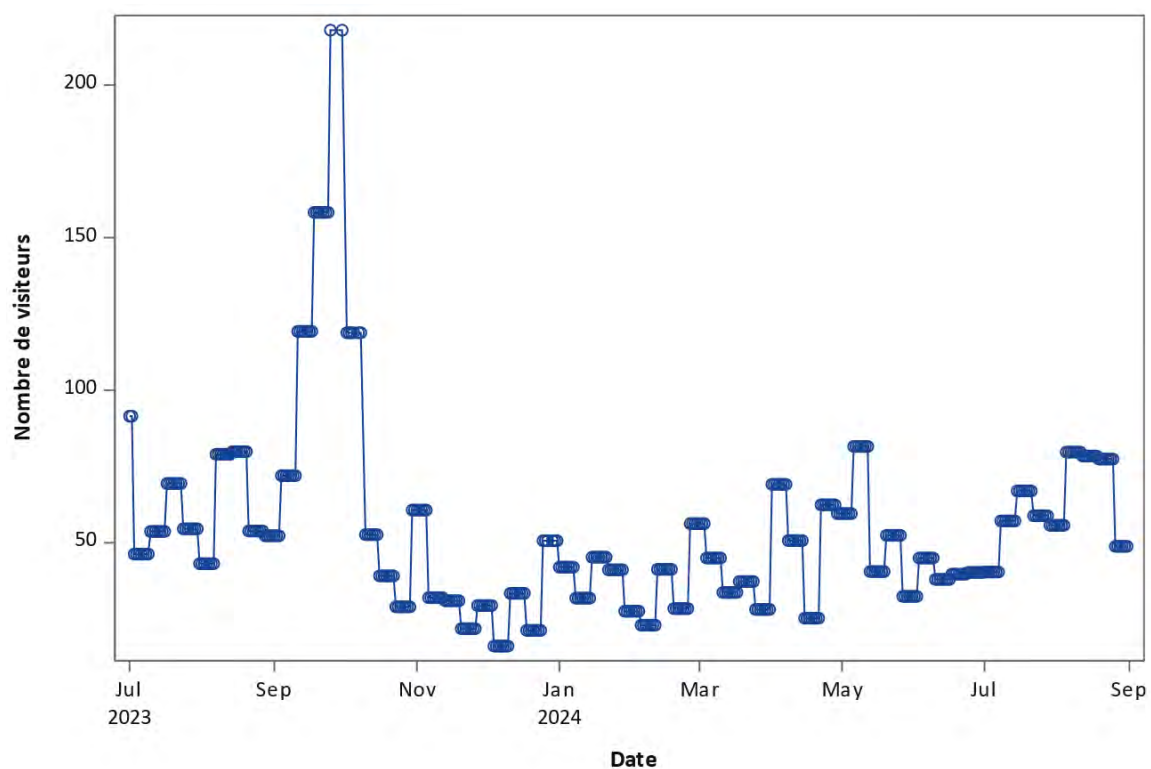


Figure 6.13.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Bilaude

6.13.4 Analyse des données caméras de Masblette amont

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du site de Masblette en amont à Saint-Hubert a été effectué pendant **324** jours actifs à l'aide d'une caméra de modèle *Dark Ops*. Des problèmes liés aux cartes mémoire ou au paramétrage de la caméra ont causé une interruption du monitoring entre le 26 juillet 2023 et le 7 novembre 2023.

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié a été conservé, le 21 juillet 2024. Et la cause de trois autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 28/12/2023 - 14/03/2024 - 06/06/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.13.8 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Saint-Hubert le long de la Masblette en amont

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Masblette amont	Dark06	28/06/2023	03/09/2024	324	10.904	3.635	5.007

B) Analyse temporelle générale

En amont de la Masblette, la proportion de fréquentation pendant les semaines de vacances est plus importante, et la moyenne journalière des weekends en vacances dépasse celle des weekends hors vacances. L'interruption du monitoring n'a pas pu mettre en évidence le pic de fréquentation observé au début de l'automne près de Bilaude.

Tableau 6.13.9 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	120	531	12	4	5
Weekend	41	885	20	22	10
Semaine de vacances	89	1.489	34	17	12
Weekend de vacances	45	1.436	33	32	18

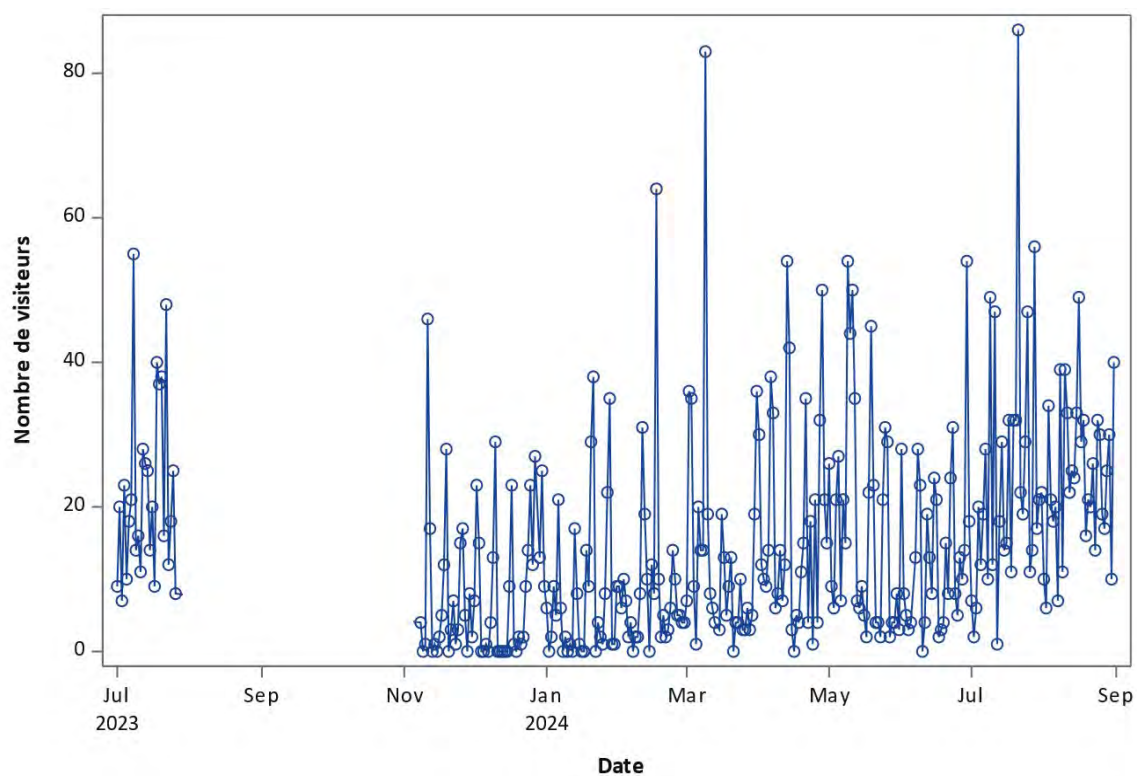


Figure 6.13.6 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra de Saint-Hubert le long de la Masblette en amont

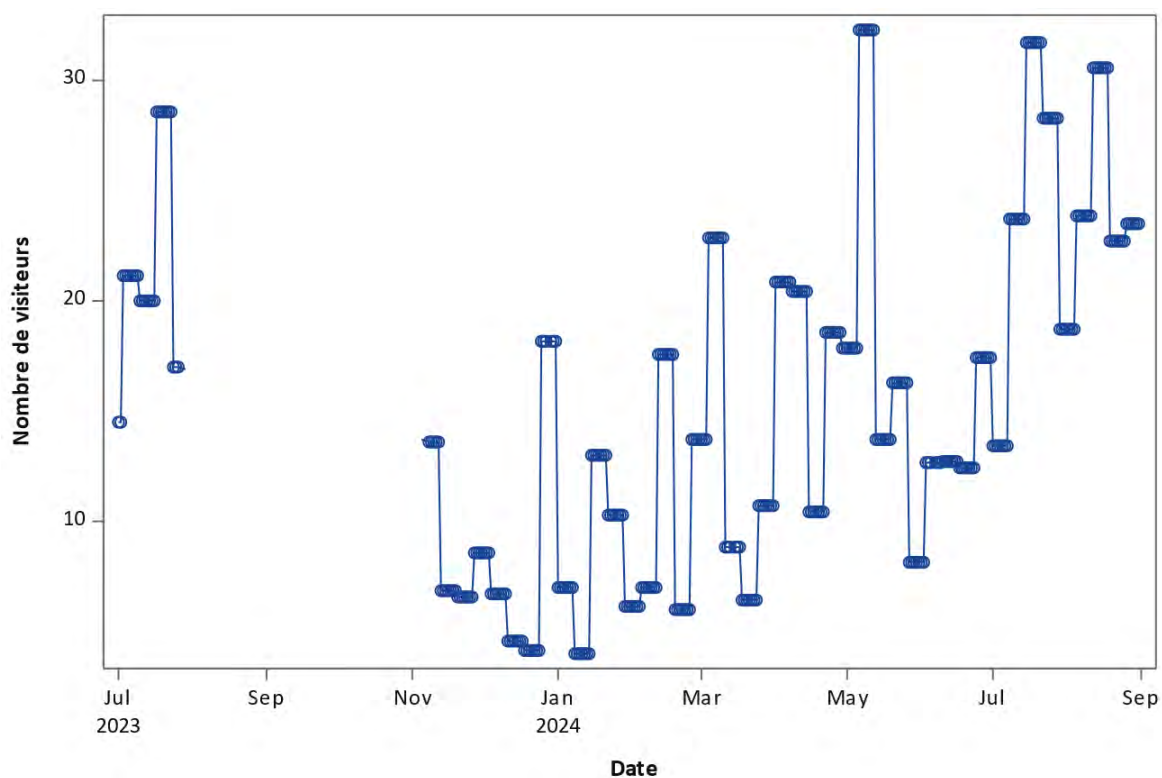


Figure 6.13.7 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra de Saint-Hubert le long de la Masblette en amont

6.13.5 Analyse des données caméras de Masblette aval

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du site de Masblette en aval à Saint-Hubert a été effectué pendant **344** jours actifs. Deux modèles ont été utilisés : le modèle *Door*, déployé de fin juin 2023 à fin mars 2024, puis remplacé par le modèle *Dark Ops* jusqu’à la fin du monitoring. Le modèle *Door* nécessite l’application d’un facteur multiplicatif de 1,12 pour corriger le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Des problèmes liés aux cartes mémoire ou au paramétrage de la caméra ont causé une interruption du monitoring entre le 7 novembre 2023 et le 23 janvier 2024.

Quatre événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié a été conservé, le 1^{er} mai 2024. Et la cause de trois autres jours atypiques n’a pas pu être expliquée : 29/09/2023 - 06/10/2023 - 27/06/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.13.10 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l’analyse d’images lors du monitoring de Saint-Hubert le long de la Masblette en aval

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Masblette aval	Door14	28/06/2023	27/03/2024	192	6.789	2.263	2.873
	Dark15	27/03/2024	03/09/2024	157	7.248	2.063	2.916

B) Analyse temporelle générale

En aval de la Masblette, la fréquentation suit le schéma général, avec un impact plus prononcé des weekends. Aucune différence notable n’est observée entre les weekends en vacances et hors vacances. Le monitoring met en évidence une hausse de fréquentation au début de l’automne, similaire à celle observée à Bilaude, mais atténuée par un pic enregistré le 1er mai (Figure 6.13.8).

Tableau 6.13.11 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	108	646	13	6	6
Weekend	38	1.261	26	33	20
Semaine de vacances	90	1.409	29	16	19
Weekend de vacances	45	1.497	31	33	16

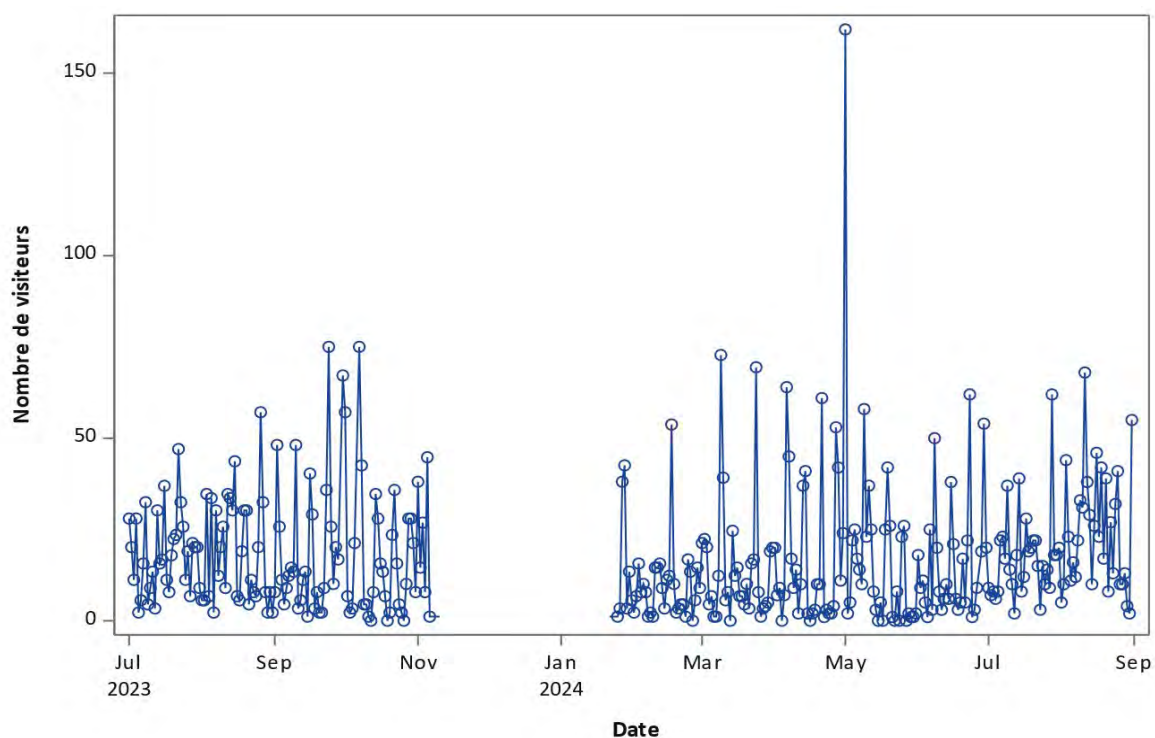


Figure 6.13.8 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Saint-Hubert le long de la Masblette en aval

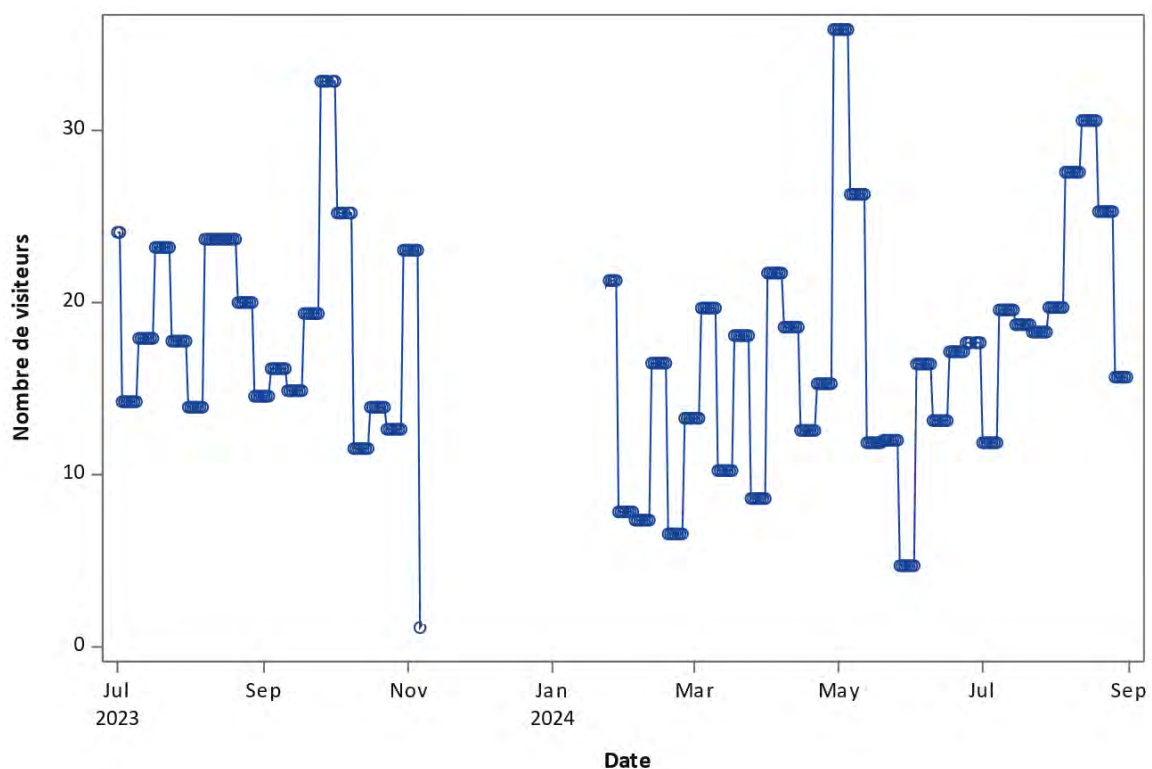


Figure 6.13.9 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site de Saint-Hubert le long de la Masblette en aval

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Les résultats du monitoring de Bilaude présentent davantage de similitudes avec ceux de la Masblette aval qu'avec ceux de la Masblette amont. À Bilaude et en aval de la Masblette, l'impact des weekends est très marqué, particulièrement en aval. Dans ces deux zones, les congés expliquent 40 % de la fréquentation, un taux comparable à celui observé dans la zone GSM. En revanche, en amont de la Masblette, les saisons et les vacances jouent un rôle plus important que sur les autres caméras, avec les congés représentant 50 % de la fréquentation.

6.13.6 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre Bilaude et Masblette amont est de 75%, tandis qu'elle est de 80% entre Bilaude et la caméra Dark Ops de Masblette aval, et de 70% avec la caméra Door de Masblette aval. On observe trois fois plus de visiteurs à Bilaude qu'à Masblette amont et aval. Ces résultats sont à prendre avec précaution car il est probable que les visiteurs captés à Bilaude réalisent des allers-retours.

Entre les caméras positionnées le long de la Masblette, la corrélation est de 72%. Le nombre de personnes captées en aval est presque équivalent à celui en amont, avec un facteur multiplicatif de 0,8.

Toutes les caméras présentent une corrélation de 65-70% avec la zone GSM (**Figures 6.13.10 à 6.13.13**). Parmi elles, Bilaude affiche un nombre de visiteurs plus proche de celui de la zone GSM, représentant 10% de sa fréquentation.

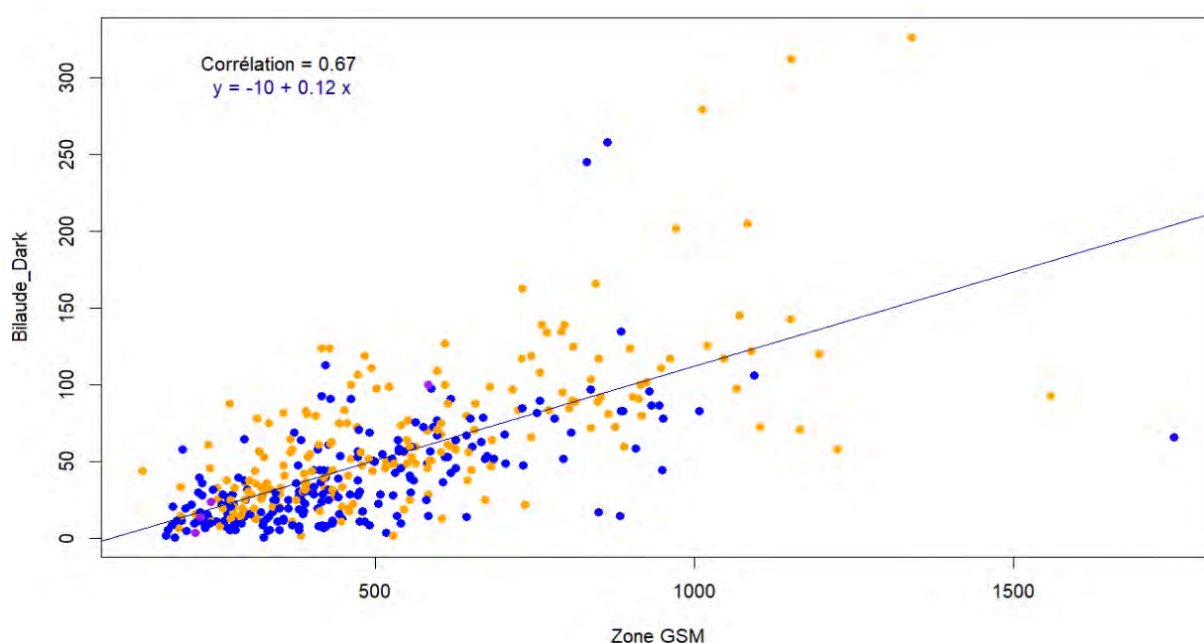


Figure 6.13.10 : Relation entre les données caméra de Bilaude et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

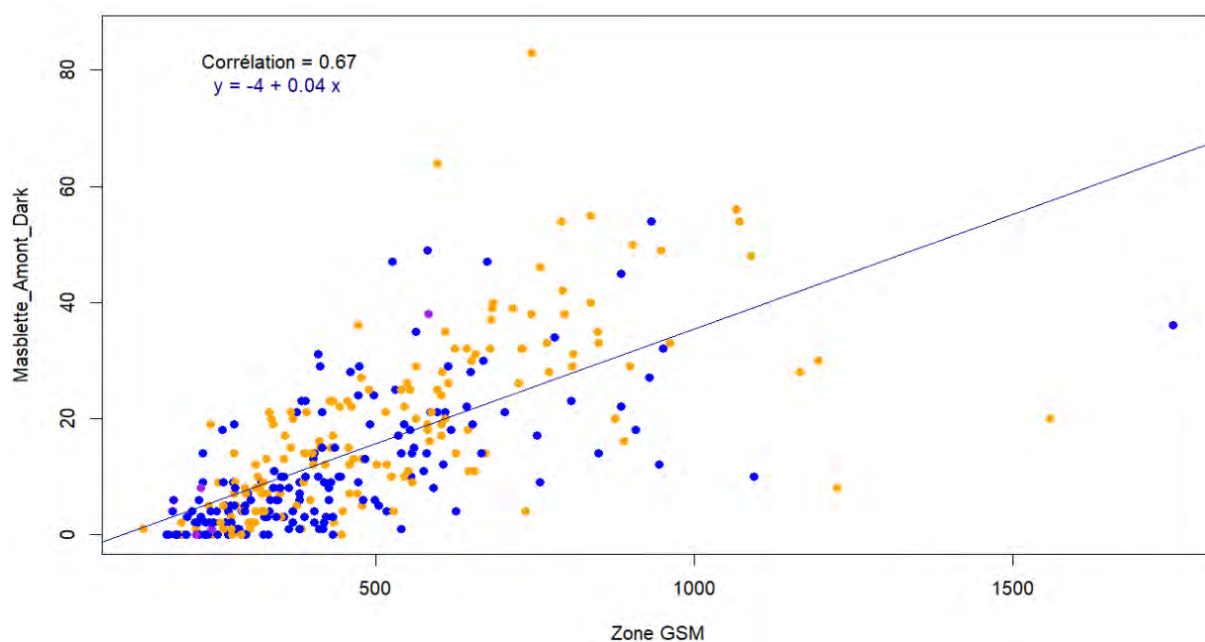


Figure 6.13.11 : Relation entre les données caméra de Masblette amont et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

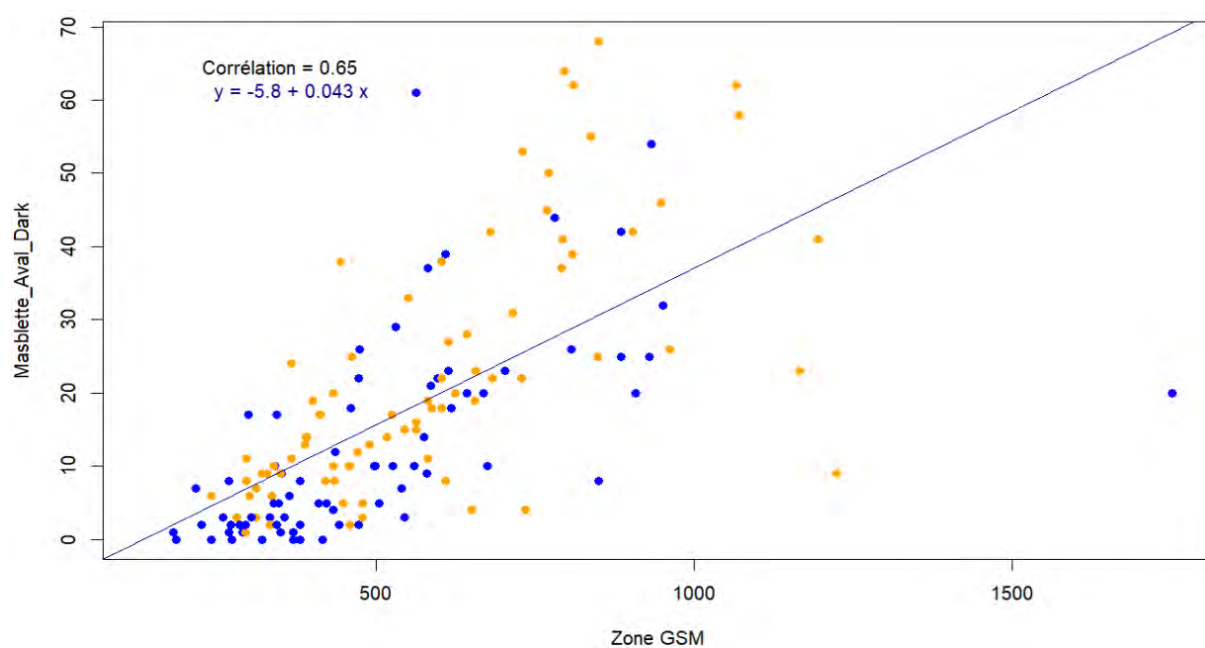


Figure 6.13.12 : Relation entre les données caméra de Masblette aval (Dark ops) et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

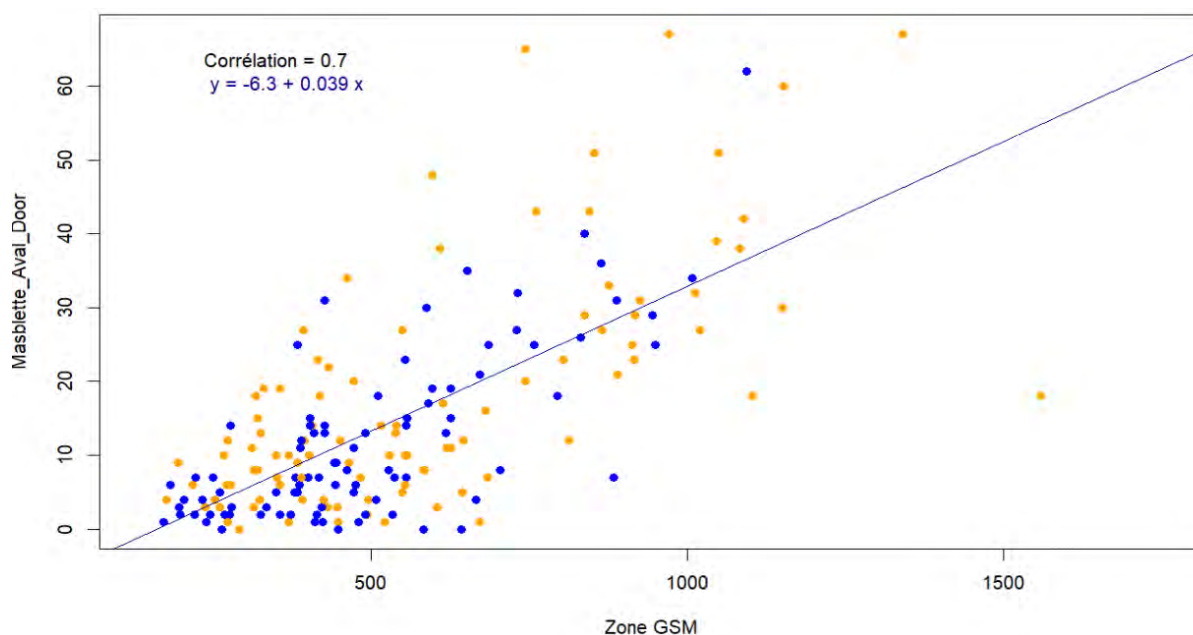


Figure 6.13.13 : Relation entre les données caméra de Masblette aval (Door) et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.13.7 Recommandations pour le monitoring du Saint-Hubert

Pour le monitoring local, il est préférable de conserver les emplacements situés le long de la Masblette, car celui situé près de Bilaude présente une probabilité élevée de comptabiliser des allers-retours. Cependant, la différence de fréquentation observée entre les deux types de monitoring suggère que la Masblette pourrait ne pas être le sentier le plus fréquenté de Saint-Hubert.

Le problème du massif de Saint-Hubert est la quasi absence de sentiers (alors qu'un potentiel important existe) et que la seule manière de se déplacer est d'utiliser de larges chemins d'exploitation forestière ou même des chemins macadamisés. Ces supports favorisent les vélos qui sont difficilement interceptés par les caméras. Les éco-compteurs peuvent les identifier mais ces voiries sont aussi utilisées par des véhicules.

Le suivi de ce site pourrait toutefois être réalisé avec des éco-compteurs pour voir la fréquentation des miradors d'observation de la nature qui sont distants des voiries et permettent un passage sur un point de passage obligé. C'est l'un des rares sites ardennais où cela est possible et c'est bien une activité spécifique des ENF.

6.14. Synthèse du monitoring pour Songes

6.14.1. Description du site

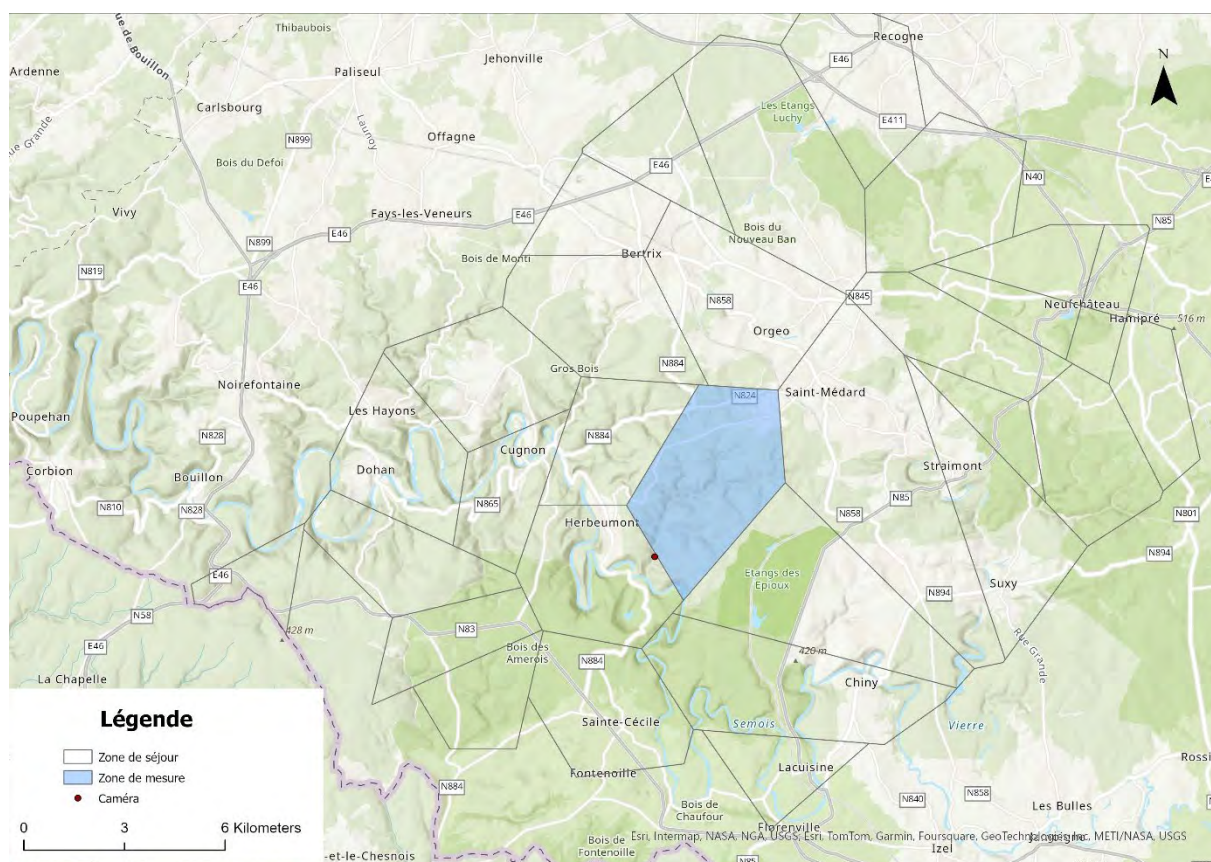


Figure 6.14.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site de Songes

Aux alentours du site, on recense deux attractions ouvertes et connues sur la commune de Bouillon et Bertrix, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Au cœur de l'Ardoise (2) qui se trouve dans la zone de mesure, La ferme des Fées (1) qui se trouve dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure.

La zone compte également **52 randonnées reconnues**, dont 5 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **116 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**. Deux logements meublés se situent directement dans la zone de mesure et offrent ensemble 6 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **30 habitants en 2022** (source : Proximus).

Situé au cœur de plusieurs sites Natura, la proportion d'ENF dans la zone TAC « **61HRB_090** » (1.800 ha) est de plus de 65%.

6.14.2 Analyse des données mobiles (janv-sept 2024)

A) Analyse préalable du monitoring

Le suivi a été réalisé entre le 1^{er} janvier et le 1^{er} septembre 2024. Un événement extraordinaire a été identifié le 6 juillet 2024.

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du janvier à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **30.000 visiteurs**. Songes constitue le site le moins fréquenté.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les weekends. On peut remarquer qu'une proportion significative de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances (**Tableau 6.14.1**).

Tableau 6.14.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges pour la période allant de janvier à fin août 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	78	7.271	27	93	22
Weekends	27	3.733	14	138	82
Semaines en vacances	81	9.246	35	114	47
Weekends en vacances	40	6.332	24	158	60

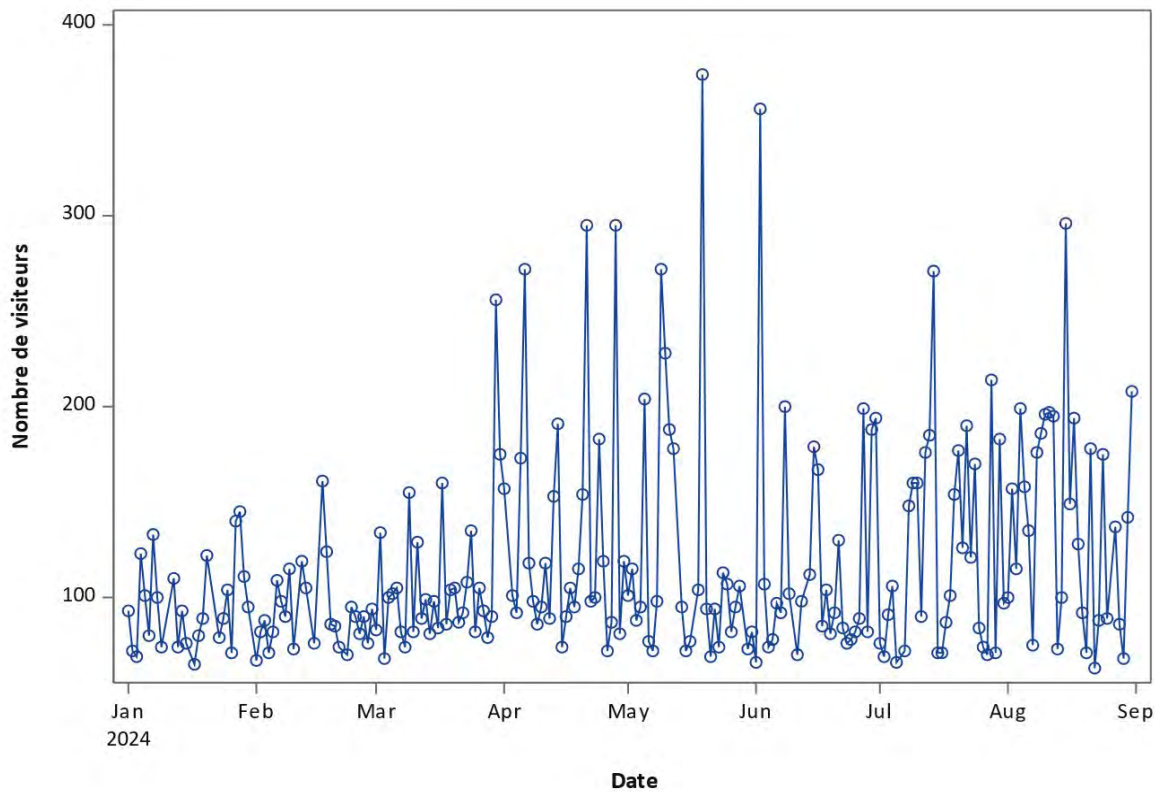


Figure 6.14.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM de Songes au cours du temps

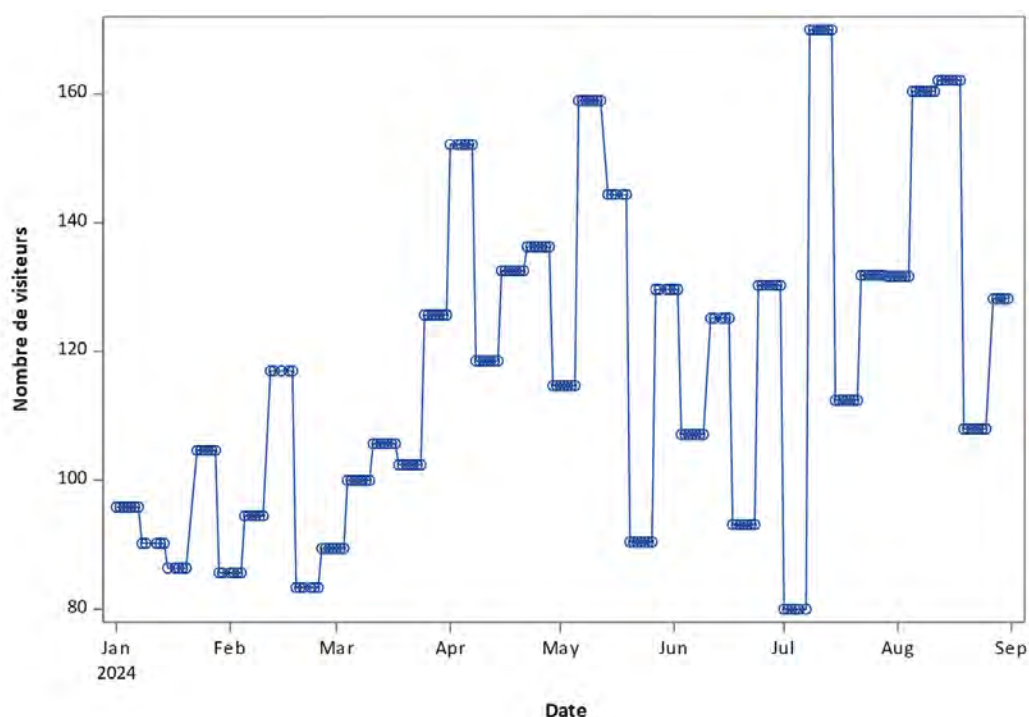


Figure 6.14.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM de Songes au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

100% des visiteurs ont réalisé des visites à la journée sur la zone GSM de Songes. Aucun des visiteurs n'a réalisé de séjour dans les communes aux alentours.

Origine des visiteurs

La moitié des visiteurs n'a pas pu être catégorisée selon l'origine à cause de la faible fréquentation du site. L'autre moitié a été identifiée comme belge. On remarque qu'en semaine hors vacances, la majorité des visiteurs n'ont pas été catégorisés (**Tableau 6.14.2**).

Tableau 6.14.2 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à fin août 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Nationale	Belgique	9	794	11	88	36
	Autre	Autre	70	6.477	89	93	15
Weekend	Internationale	Autre	2	138	4	69	7
	Nationale	Belgique	25	2.597	70	104	62
	Autre	Autre	11	998	27	91	20
Semaine de vacances	Internationale	Autre	1	57	1	57	.
	Nationale	Belgique	56	5.002	54	89	29
	Autre	Autre	44	4.187	45	95	18
Weekend en vacances	Internationale	Autre	1	105	1	105	.
	Nationale	Belgique	37	5.040	68	136	127
	Autre	Autre	22	2.271	31	103	22

Parmi les visiteurs belges qui ont pu être catégorisé, une majorité de wallons a été détectée (**Tableau 6.14.3**).

Tableau 6.14.3 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	-	-	-	-	-
	Wallons	5	479	60	96	49
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	4	315	40	79	8
Weekend	Flamands	2	221	9	111	42
	Wallons	12	1.169	45	97	47
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	14	1.207	46	86	11
Semaine de vacances	Flamands	1	134	3	134	.
	Wallons	21	1.770	35	84	19
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	36	3.098	62	86	16
Weekend en vacances	Flamands	3	327	6	109	31
	Wallons	26	2.992	59	115	121
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	17	1.721	34	101	18

Tableau 6.14.4 : Synthèse des origines présentes à Songes en pourcentage (%)

Période	Origine					
Janvier - Septembre 2024	Nationale				Internationale	Autre
	49				1	50
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	48	5	0	47		

6.14.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du sentier des Songes s’est déroulé sur **392** jours à l’aide d’une caméra installée le long de l’Antrogne. Deux modèles ont été utilisés durant cette période : le modèle *Door* de fin juin 2023 à avril 2024, suivi du modèle *Dark Ops*, qui a pris le relais jusqu’à la fin du monitoring. Le modèle *Door* nécessite l’application d’un facteur multiplicatif de 1,12 pour ajuster le décompte des visiteurs, en raison de sa tendance à manquer certaines détections. Une interruption a été enregistrée entre le 18 décembre et le 23 janvier, probablement en raison d’un problème de batterie.

Neuf événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un jour férié et un pont de jour férié ont été conservés, le 9 et 10 mai 2024. Et la cause de sept autres jours atypiques n’a pas pu être expliquée : 01/09/2023 - 01/10/2024 - 11/05/2024

- 04/06/2024 - 09/06/2024 - 25/07/2024 - 17/08/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Au cours de cette période de monitoring, les caméras ont capté à peine 5.000 personnes (**Tableau 6.14.5**). Malgré l'application du facteur multiplicatif sur le modèle Door, le modèle Dark semble avoir détecté plus de personnes, entraînant une augmentation de la fréquentation de base dès son installation (**Figures 6.14.4 et 6.14.5**).

Tableau 6.14.5 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring du sentier des Songes

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Songes	Door04	27/06/2023	04/04/2024	242	5.508	1.836	1.976
	Dark14	04/04/2024	02/09/2024	150	8.076	2.225	3.108

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les weekends (**Tableau 6.14.6**).

Tableau 6.14.6 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges pour la période allant

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	141	2.466	12	4	5
Weekend	48	6.056	29	23	24
Semaine de vacances	89	5.718	28	13	14
Weekend de vacances	43	6.507	31	25	15

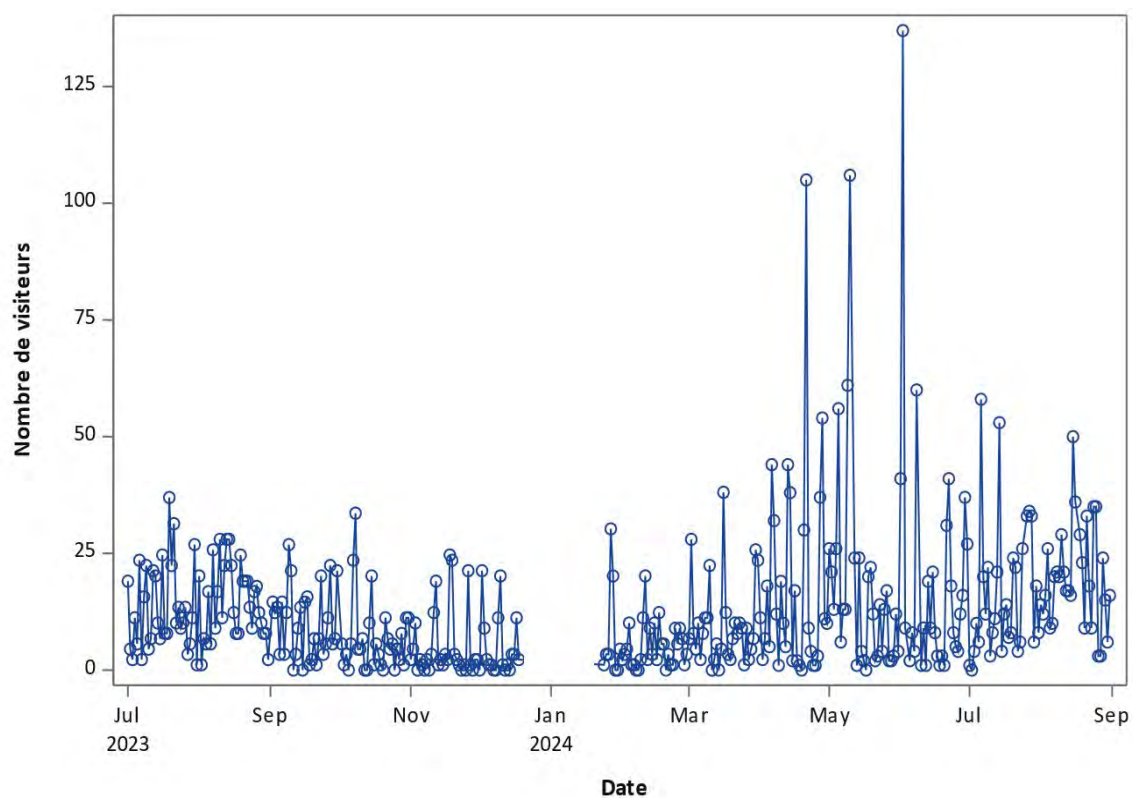


Figure 6.14.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du sentier des Songes

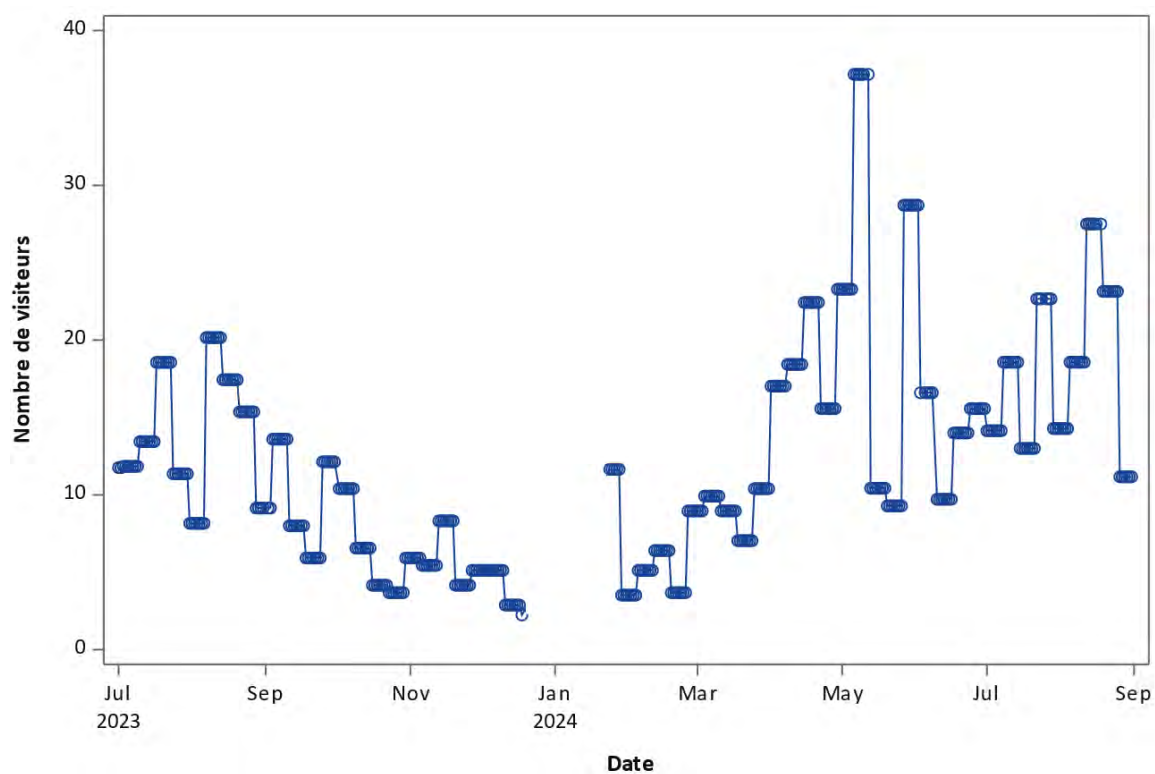


Figure 6.14.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du site du sentier des Songes

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

La fréquentation touristique semble fortement influencée par les périodes de congés, qui expliquent 40 % des données captées par les caméras. Ce sont principalement les weekends qui exercent l'impact le plus significatif sur la variation du nombre de visiteurs, étant deux fois plus explicatifs que les vacances. Par ailleurs, les jours de semaine enregistrent une moyenne journalière de visiteurs presque nulle.

6.14.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre les données mobiles et données caméra n'est pas très bonne comparé aux autres sites, de l'ordre de 50%, et les données caméras ne captent que 10% des visiteurs passant dans la zone de mesure de Proximus (Figures 6.14.6 et 6.14.7). La zone GSM peut détecter des personnes qui ne passent pas devant la caméra, mais empruntent d'autres sentiers aux alentours. Par exemple, les visiteurs semblent privilégier le chemin adjacent, où se trouvent des sculptures, plutôt que de se promener le long de l'eau.

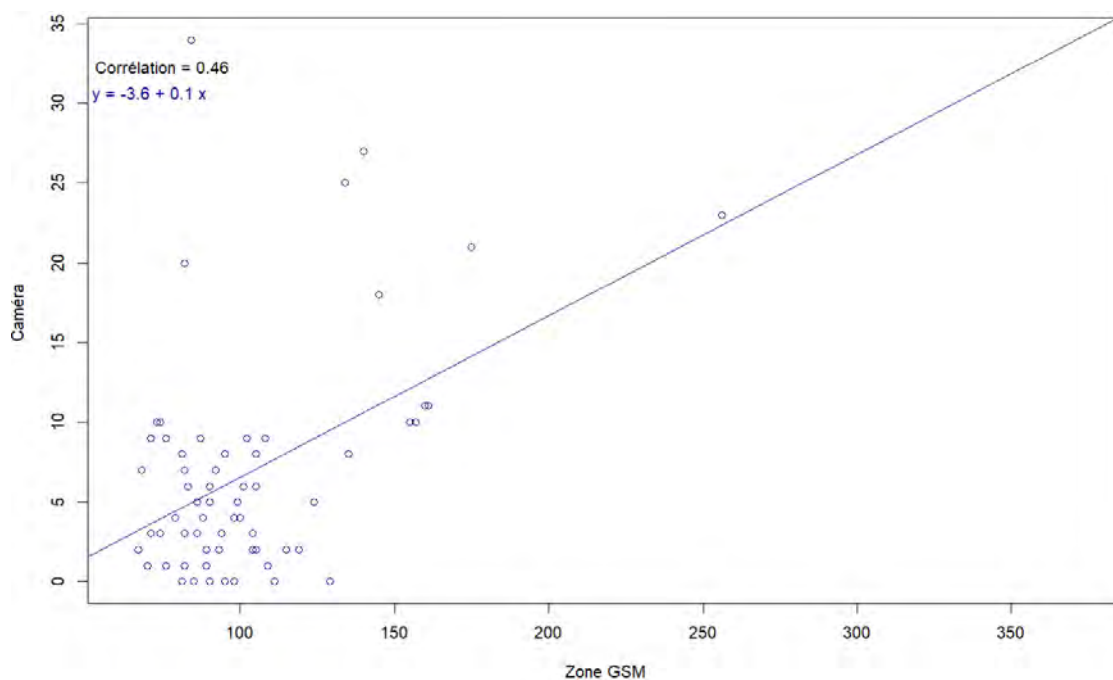


Figure 6.14.6 : Relation entre les données caméra du Sentier des Songes (Door) et des données mobiles de la zone GSM correspondante

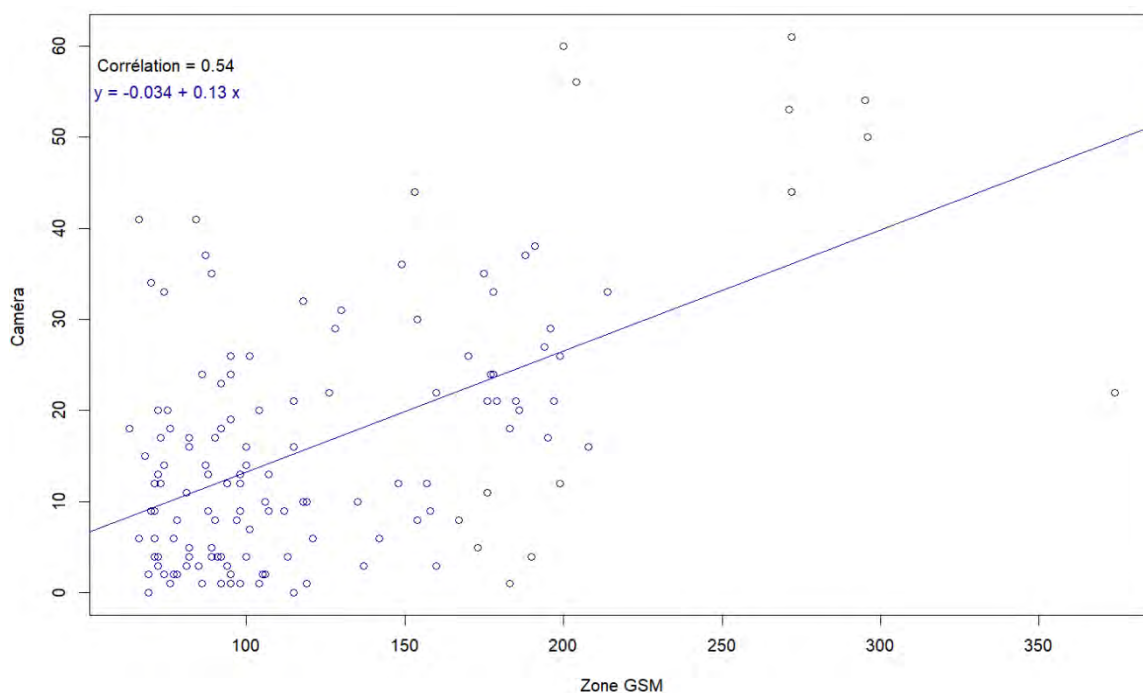


Figure 6.14.7: Relation entre les données caméra du Sentier des Songes (Dark) et des données mobiles de la zone GSM correspondante

6.14.5 Recommandations pour le monitoring de Songes

En ce qui concerne le monitoring, l'attractivité du site n'a probablement pas été pleinement mesurée, car les visiteurs semblent privilégier le chemin adjacent avec les sculptures, plutôt que d'emprunter les autres sentiers. Toutefois, seules les personnes ayant véritablement randonné dans l'espace naturel ont pu être détectées. Il est également possible que les visiteurs effectuent des allers-retours sur ce chemin plutôt qu'une boucle complète.

Étant donné la faible fréquentation du site, confirmée par les deux types de monitoring, il semble judicieux de ne pas poursuivre son suivi si l'objectif est de quantifier la fréquentation des sites naturels en Wallonie. De plus, le monitoring macro par données mobiles apporte peu de valeur ajoutée, car la faible fréquentation ne permet pas de catégoriser les visiteurs en fonction de leur origine. Par ailleurs, le comportement des visiteurs montre qu'ils réalisent principalement des visites à la journée, limitant ainsi l'intérêt de ce type de suivi pour analyser les séjours. La plus-value de ce monitoring reste donc largement sous-exploitée.

6.15. Synthèse du monitoring pour Furfooz

6.15.1 Description du site

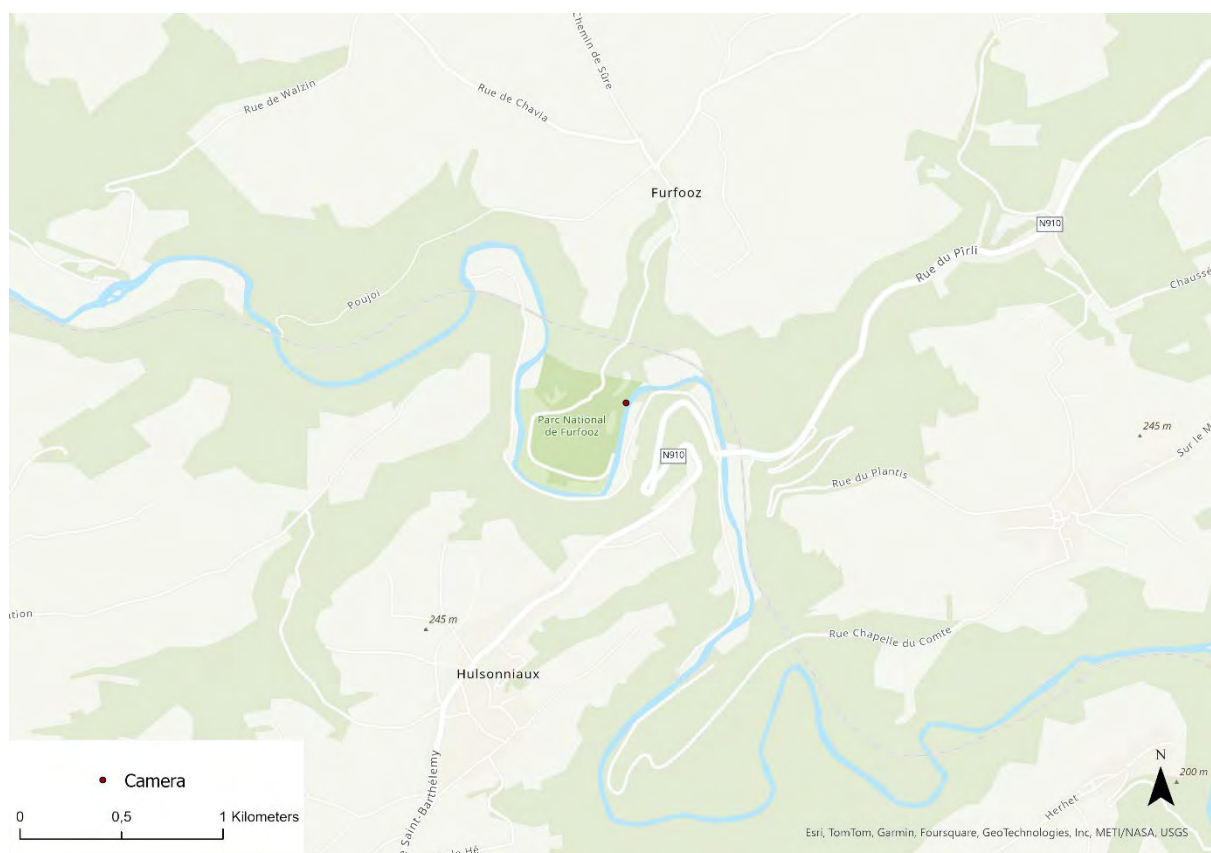


Figure 6.15.1 : Cartographie de l'emplacement de la caméra installée à Furfooz

Dans un rayon de 10km, on recense 9 attractions ouvertes et connues sur les communes de Houyet, Dinant et Hastière, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : EcoMusée La Besace (1), Maison du Patrimoine Mosan (2), Grotte La Merveilleuse (2), Chateau et Jardins de Freyr/Meuse (2), Chateau de Vêves (3), Parc de Furfooz (3), Dinant Aventure (3), Citadelle de Dinant (4), Dinant Evasion - kayak (4).

La zone compte également **111 randonnées reconnues totalisant 874 km**. Par ailleurs, on trouve environ **114 hébergements à proximité du site naturel**, offrant une capacité totale de **2.000 lits**.

6.15.2 Analyse des données mobiles

Le site n'a pas été suivi par données mobiles car cela n'était pas possible de le faire à cause de la faible couverture réseau GSM liée au relief qui ne permet pas d'être capté par les antennes, la difficulté d'exclure les zones habitées ou fréquentées pour d'autres activités comme les kayaks et d'être en bordure (< 400 m) de 4 zones GSM.

6.15.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring de Furfooz a été réalisé sur **425** jours actifs à l'aide d'une caméra installée le long de la Lesse. Le modèle utilisé, *Patriot*, nécessite l'application d'un facteur multiplicatif de 0,94 pour corriger le décompte des visiteurs, en raison de son large champ de vision, qui a tendance à générer des doubles rafales pour un même événement. Une interruption a été constatée entre le 1^{er} et le 3 juillet 2023, probablement due à un problème de batterie.

Six événements extraordinaires ont été identifiés conformément aux règles établies. Parmi eux, un deux jours fériés ont été conservés, le 9 mai et le 15 août 2024. Un trail a eu lieu le 26 mai 2024. Et la cause de trois autres jours atypiques n'a pas pu être expliquée : 17/10/2023 - 28/12/2023 - 13/4/2024 (cela pourrait correspondre à un stationnement prolongé de personnes devant la caméra).

Tableau 6.15.1 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring de Furfooz

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Furfooz	Patr05	30/06/2023	04/09/2024	425	49.674	15.543	26.019

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début d'été 2023 à la fin de l'été 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **23.000 visiteurs** par caméra. Sur une année complète, on y a observé **19.000 visiteurs, soit 50 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends. On peut remarquer qu'une proportion significative de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances.

Tableau 6.15.2 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	157	3.297	17	21	20
Weekend	53	4.256	23	80	46
Semaine de vacances	99	5.717	30	58	48
Weekend de vacances	50	5.605	30	112	67

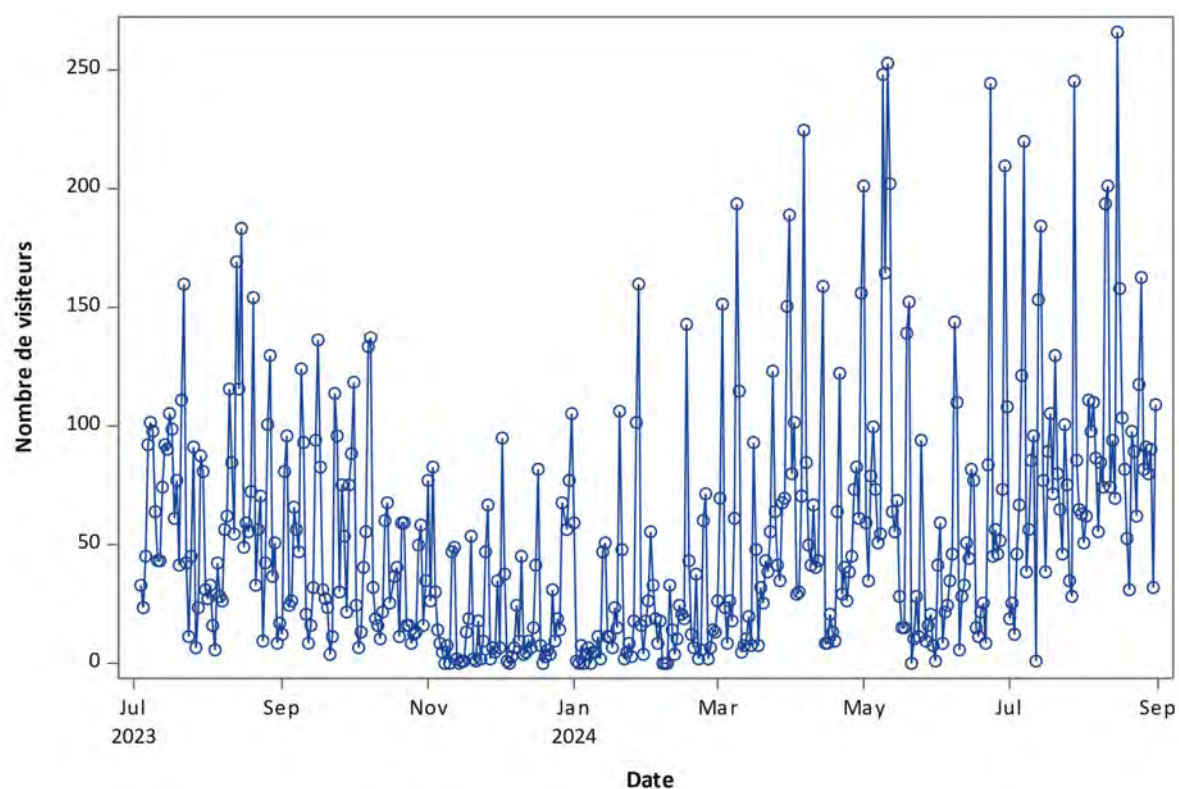


Figure 6.15.2 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra de Furfooz

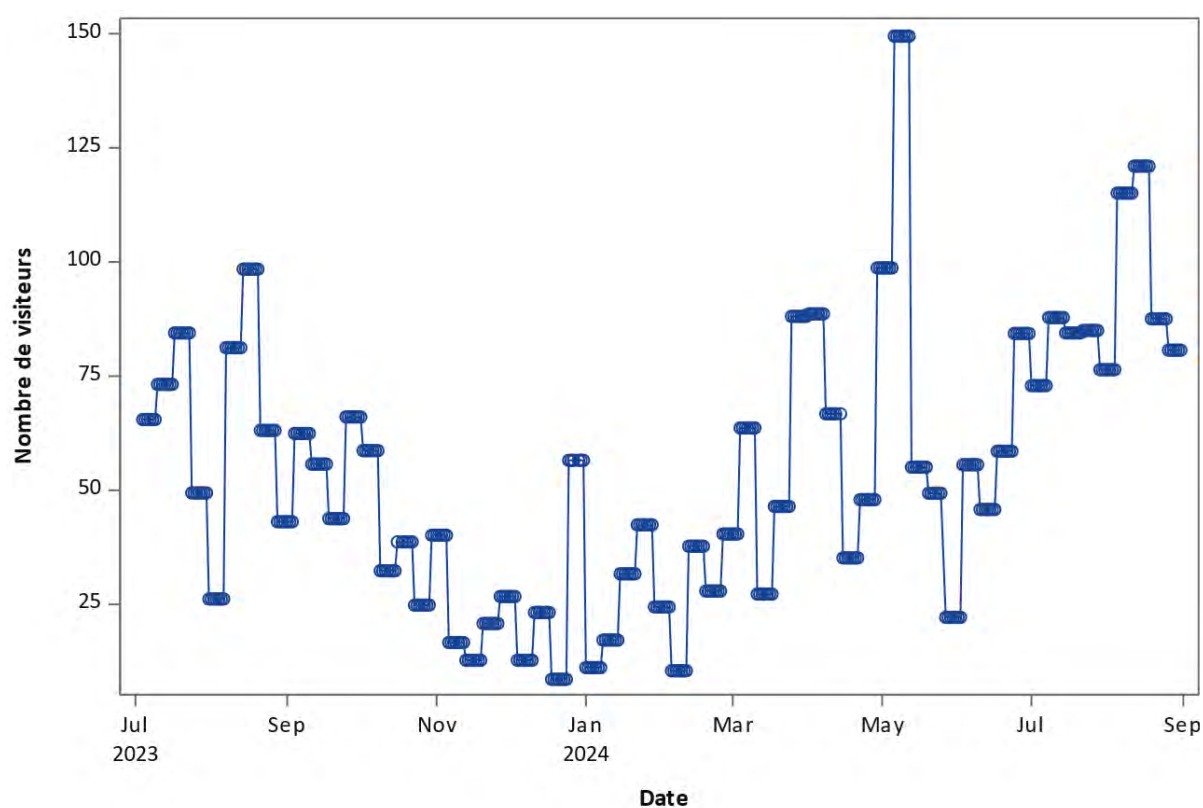


Figure 6.15.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra de Furfooz

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

À Furfooz, les congés expliquent 30 % de la fréquentation. L'effet des saisons s'avère deux fois plus important que celui des vacances et équivaut à celui des weekends. La caméra semble avoir détecté un plus grand nombre de visiteurs en 2024. Par ailleurs, l'influence des pluies est également plus marquée que celle observée en général.

6.15.4 Recommandations pour le monitoring de Furfooz

Le site est relativement difficile à suivre par caméra pour obtenir une mesure quantitative précise de la fréquentation touristique. Plusieurs accès permettent de s'y promener et tous les sentiers ne convergent pas. Le chemin choisi a permis d'éviter les visiteurs qui se contentent de se rendre au bar La Flobette ou de faire une pause pendant le kayak. Toutefois, il est possible que ce chemin ne capte pas certains visiteurs qui préfèrent ne pas emprunter le sentier longeant l'eau menant à la sortie du site. De plus, en hiver, ce chemin présente un risque accru d'inondation. Un autre chemin, situé en amont, pourrait être plus adapté.

6.16. Synthèse du monitoring pour Ninglinspo

6.16.1. Description du site



Figure 6.16.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site du Ninglinspo

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense dix attractions ouvertes et connues sur les communes de Spa, Stavelot, Theux, Aiyaille et Stoumont, réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Grottes de Remouchamps (4), Monde sauvage Safari Parc (4), Parc Forestia (4), Thermes de Spa (4), Château de Franchimont (2), Coo Kayak (2), Musée de Décembre 44 (2), Musée de la Lessive (2), Pierre Pouhou-le-Grand (2), Musées de la Ville d’eaux (1).

La zone compte également **123 randonnées reconnues totalisant 915 km**, dont 7 se situent directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **184 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1.770 lits**. Aucun logement se situe directement dans la zone de mesure.

6.16.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Six jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jours fériés (conservés) : 18/05/2023 – 01/11/2023 – 09/05/2024 – 15/08/2024
- Autres jours atypiques : 04/06/2023 – 17/10/2023 dont la correspondance n’a pas pu être déterminée.

B) Analyse temporelle générale

Au cours de la période de suivi, qui s'étend du début mai 2023 à la fin août 2024, le site a enregistré une fréquentation totale de **200 000 visiteurs**. Sur une année complète, on y a observé **130 000 visiteurs, soit 360 visiteurs/jour**.

L'évolution de la fréquentation reflète le schéma général observé, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends. On peut remarquer qu'une proportion significative de visiteurs s'est rendue sur le site durant les semaines en période de vacances. Les congés expliquent 50% de la fréquentation du Ninglinspo, avec un effet marqué des week-ends.

Tableau 6.16.1 : Répartition des visiteurs (toutes catégories confondues) selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	134	23.504	18	175	94
Weekends	54	30.556	23	566	258
Semaines en vacances	98	41.336	32	422	303
Weekends en vacances	51	34.889	27	684	309

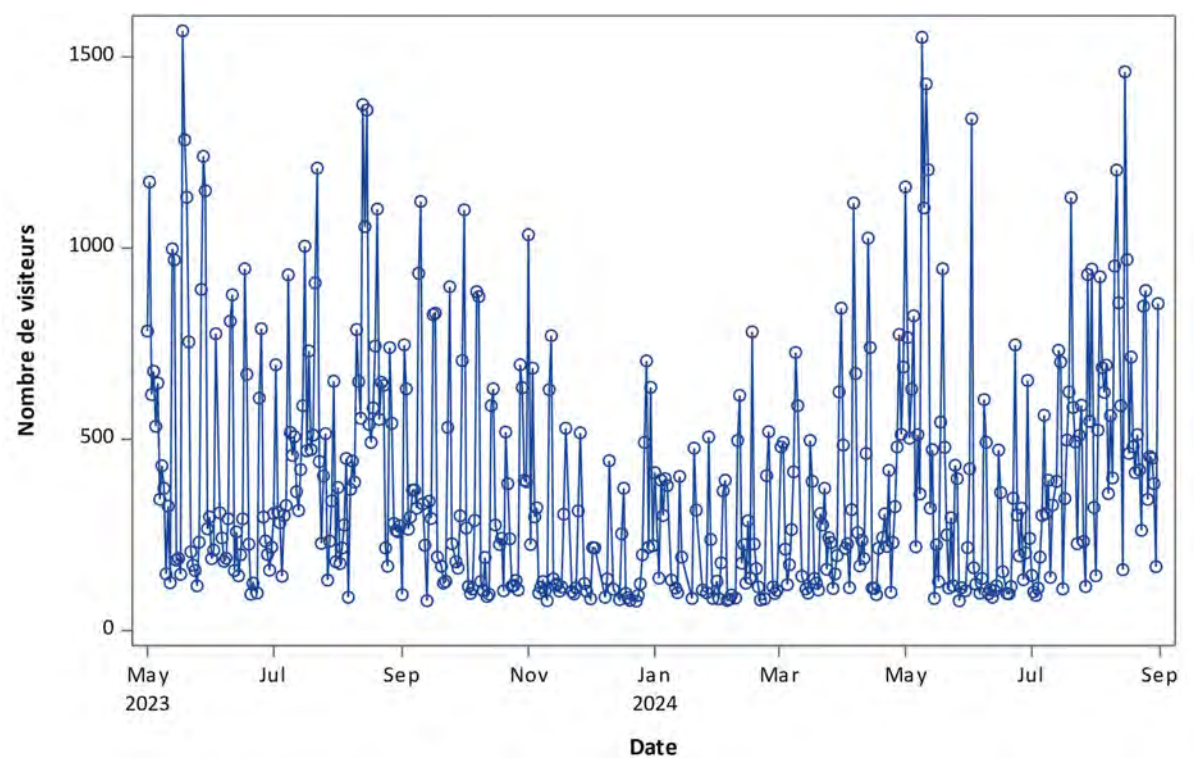


Figure 6.16.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM du Ninglinspo au cours du temps

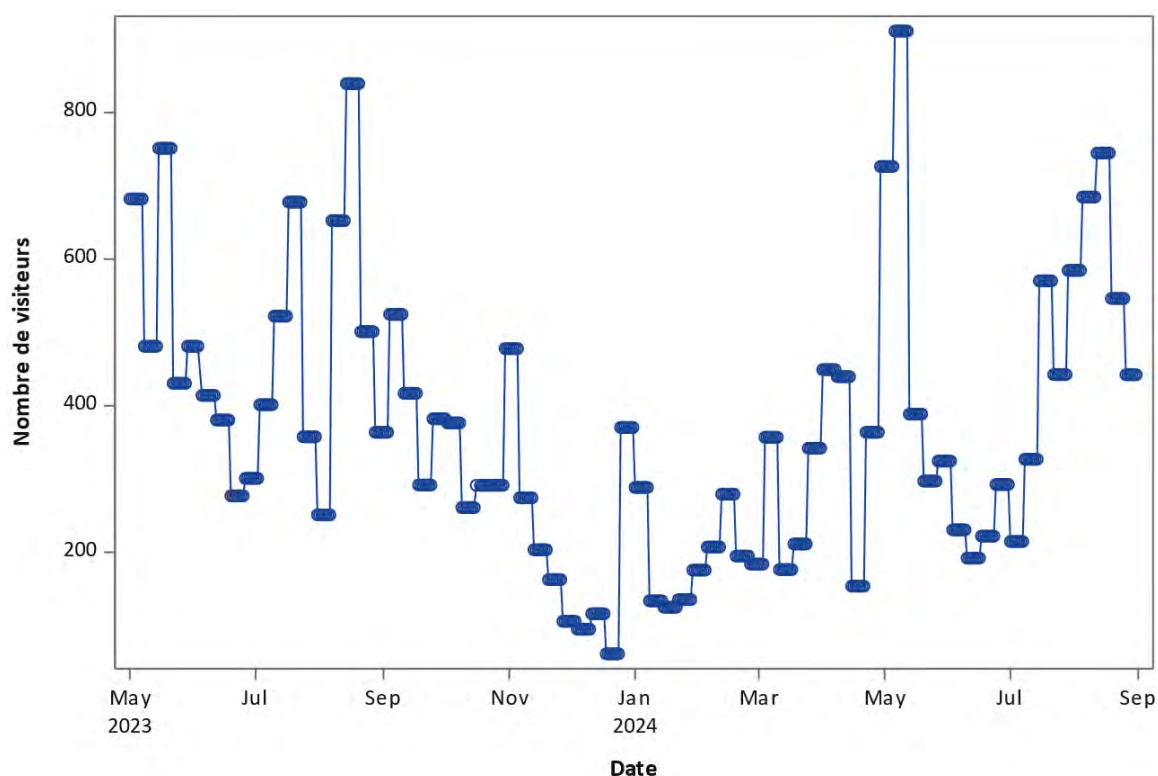


Figure 6.16.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM du Ninglinspo au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

Plus de 95% des visiteurs du site ont réalisé des visites à la journée. En examinant de plus près la zone de mesure (**Figure 6.16.4**), on remarque qu'elle se concentre sur la grande boucle de randonnée du Ninglinspo. Ainsi, il est possible que les visiteurs qui parcourent une telle distance ne choisissent pas de passer la nuit sur place.

Tableau 6.16.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant du 1 septembre 2023 au 1 septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs*
Semaine	Séjour	7	791	1,9	113
	Visites à la journée	168	41.253	98,1	246
Weekend	Séjour	26	3.334	6,2	128
	Visites à la journée	106	50.098	93,8	473

*au cours des jours où le nombre est suffisant pour être comptabilisé.

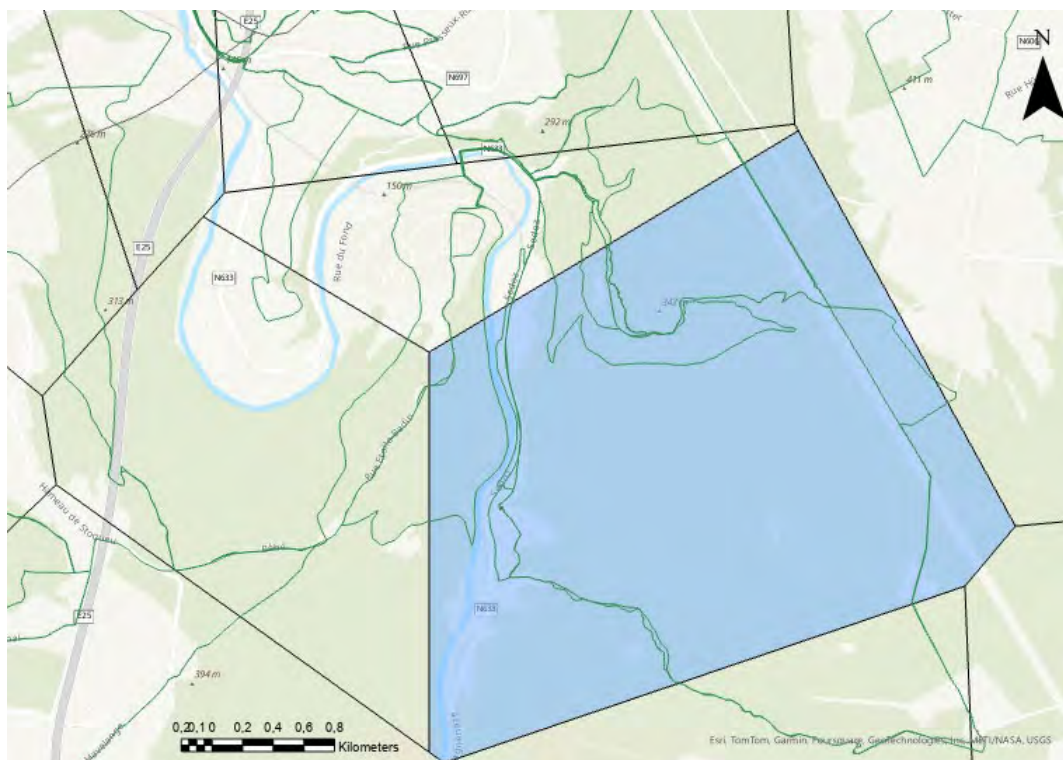


Figure 6.16.4 : Focus sur la zone de mesure GSM des données mobiles du Ninglingspo (en bleu), avec les tracés verts indiquant les randonnées reconnues.

Origine des visiteurs

La majorité des visiteurs se rendant au Ninglingspo sont belges (70%), 18% sont étrangers, dont 15% viennent des Pays-Bas et 11% n'ont pas été catégorisés selon leur origine.

Tableau 6.16.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	Pays-Bas	4	537	2	134	36
		Autre	8	823	4	103	11
	Nationale	Belgique	89	13.433	57	151	71
		Autre	157	8.711	37	55	61
Weekend	Internationale	France	1	29	0	29	.
		Pays-Bas	24	3.778	12	157	46
		Autre	13	1.564	5	120	27
	Nationale	Belgique	54	22.387	73	415	201
		Autre	54	2.798	9	52	56
Semaine de vacances	Internationale	Pays-Bas	34	5.933	14	175	84
		Autre	10	937	2	94	20
	Nationale	Belgique	91	30.910	75	340	218
		Autre	100	3.556	9	36	53
	Internationale	Pays-Bas	32	5.400	15	169	43

Weekend en vacances		Autre	14	1.420	4	101	26
	Nationale	Belgique	51	26.050	75	511	234
	Autre	Autre	49	2.019	2	41	52

Le Ninglinspo présente une proportion de visiteurs flamands (60%) supérieure à celle des visiteurs wallons (30%), ce qui inverse le schéma général observé.

Tableau 6.16.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	22	3.155	43	143	65
	Wallons	6	490	7	82	16
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	36	3.770	51	105	19
Weekend	Flamands	29	5.731	59	198	86
	Wallons	27	3.586	37	133	101
	Bruxellois	1	82	1	82	.
	Autre	3	239	2	80	4
Semaine de vacances	Flamands	71	15.998	67	225	134
	Wallons	45	6.106	25	136	79
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	19	1.898	8	100	26
Weekend en vacances	Flamands	40	12.401	58	310	119
	Wallons	38	7.776	36	205	107
	Bruxellois	1	93	0	93	.
	Autre	10	1.072	5	107	21

Tableau 6.16.5: Synthèse des origines présentes au Ninglinspo en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	71					
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	29	60	0	11		

6.16.3 Analyse des données caméra

Suite à un premier vol, il n’a pas été possible de placer une caméra de manière suffisamment sécurisée et facilement accessible sur ce site très fréquenté. Ce site était aussi compliqué à monitorer vu le nombre de sentiers parallèles, l’étroitesse de la vallée et son relief qui rendent l’installation d’une caméra selon les critères recommandés vraiment compliquée avec un risque d’avoir des données incomplètes.

6.16.4 Analyse d'une source de données complémentaire

Au Ninglinspo, des données d'un éco-compteur sont aussi disponibles. Celui-ci est situé à l'entrée du site, au niveau du parking (**Figure 6.16.4**). Les données de l'éco-compteur ont été vérifiées et les dates comprises entre le 26 mai 2024 et le 24 juillet 2024 ont été exclues car l'éco-compteur hors de service pendant cette période.

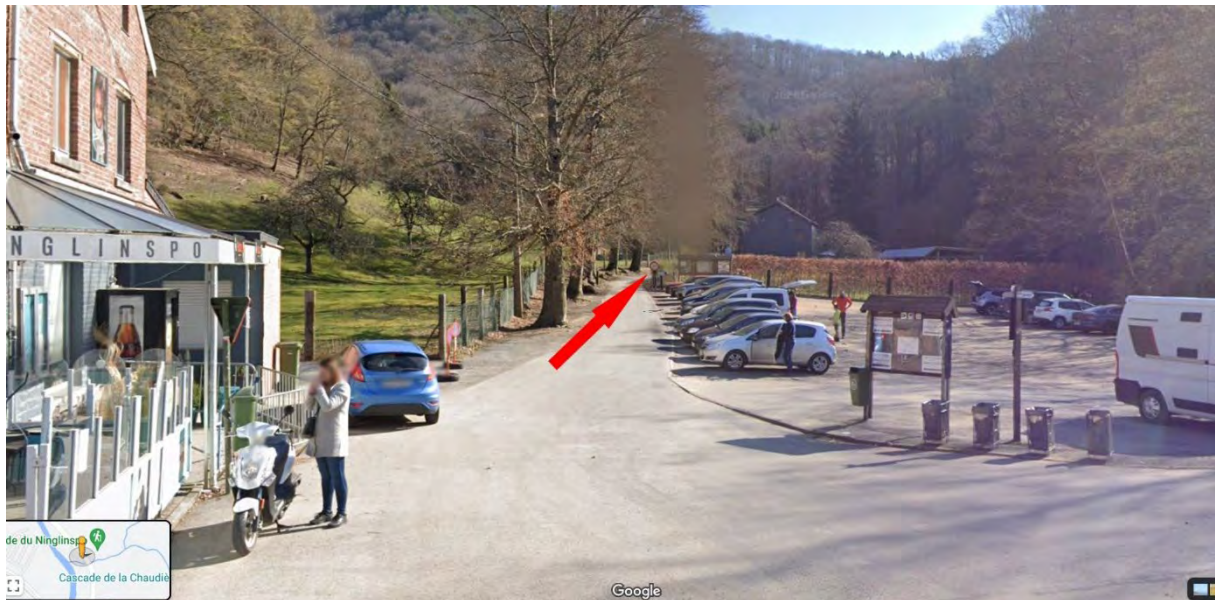


Figure 6.16.5 : *Emplacement de l'éco-compteur de Ninglinspo*

Les données de l'éco-compteur sont mis en relation avec les données mobiles dans la **Figure 6.16.6**. Les valeurs extrêmes situées dans la partie inférieure droite de la figure correspondent à des jours où l'éco-compteur a enregistré beaucoup moins de personnes que les données mobiles. Après vérification, il s'agit souvent de jours de vacances ou de jours fériés. Comme il est courant d'observer des pics de fréquentation durant ces périodes, les données mobiles (Proximus) apparaissent plus fiables, tandis que l'efficacité de l'éco-compteur sur ces jours-là peut être remise en question. Ce dysfonctionnement pourrait s'expliquer par un problème physique, comme une défaillance de batterie, ou par les limites de l'éco-compteur qui peine à compter correctement les personnes marchant côte à côte.

Malgré cela, la corrélation entre les deux sources de données reste élevée, autour de 70 %, ce qui signifie que l'éco-compteur et les données mobiles captent globalement les mêmes variations de fréquentation. Les niveaux de fréquentation mesurés sont également assez proches, comme l'indique la pente de la droite (0,75). Toutefois, cette information doit être interprétée avec prudence, car il est probable que l'éco-compteur effectue des doubles comptages, et que les visiteurs passant devant l'éco-compteur ne parcourent pas la randonnée mesurée par les données mobiles.

Enfin, la présence de jours secs parmi ces valeurs extrêmes indique que ce phénomène n'est pas lié à des jours pluvieux où les visiteurs resteraient dans la zone de mesure GSM sans emprunter les sentiers de randonnée.

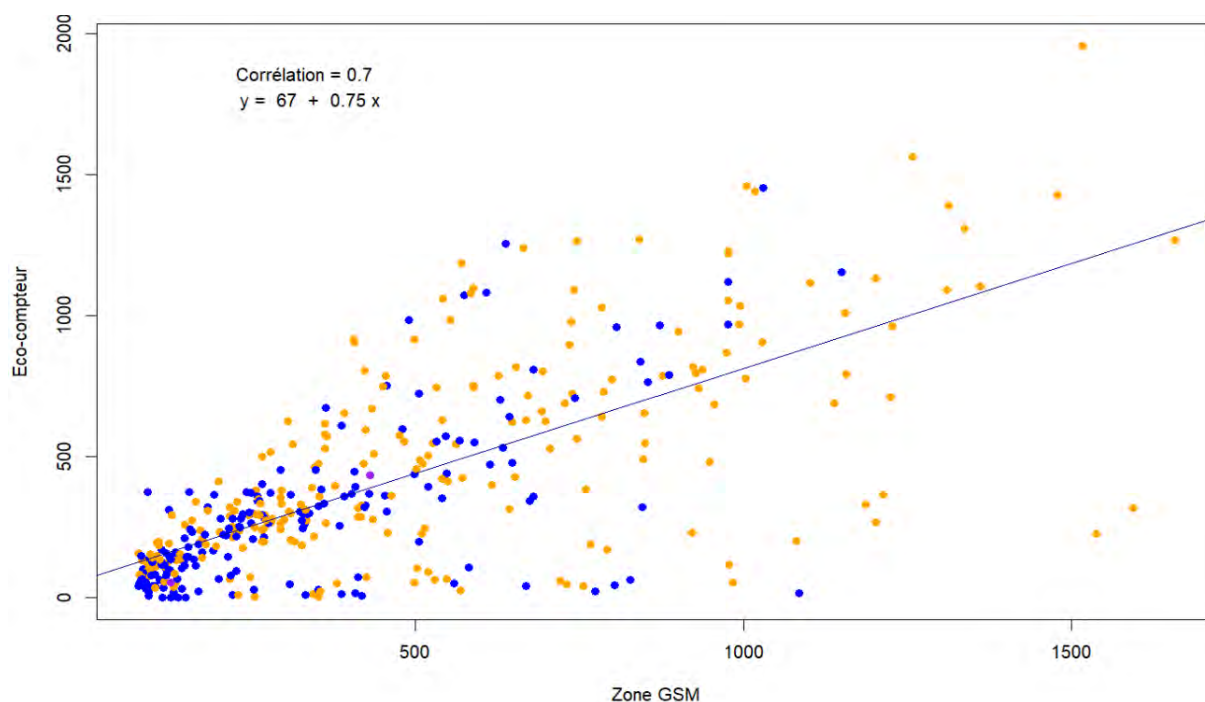


Figure 6.16.6 : Relation entre les données mobiles du Ninglinspo et l'éco-compteur placé à l'entrée du parking. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.16.5 Recommandations pour le monitoring du Ninglinspo

Concernant le **monitoring local par caméra**, le site présente de nombreux sentiers sinueux dès l'entrée, ce qui rend difficile un suivi précis des visiteurs. Il serait donc judicieux de créer un point de passage obligé. Actuellement, un éco-compteur est installé à l'entrée du site, près du parking, mais son emplacement n'est pas optimal, car il provoque des doubles comptages voir plus car il est juste à la sortie du parking et les visiteurs sont comptés à la fois au début et à la fin de leur randonnée.

Concernant le **monitoring macro**, la zone de mesure est calée sur la grande boucle donc on est censé vérifier les gens qui marchent et profitent du site. Néanmoins, il est surprenant de ne constater aucun séjour recensé, alors que l'offre en hébergements existe.

6.17. Synthèse du monitoring pour le Ry de Rome

6.17.1. Description du site

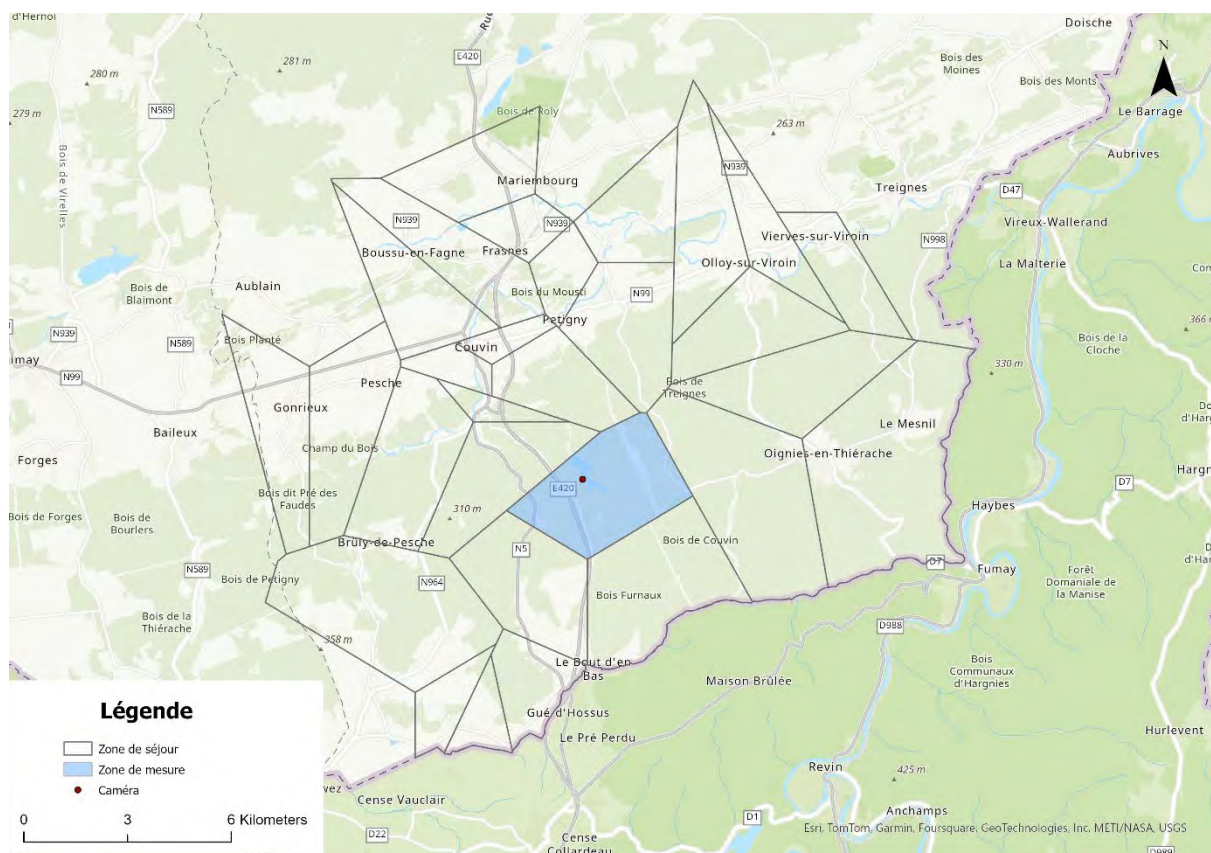


Figure 6.17.1 : Cartographie des zones mesurées par Proximus autour du site du Ry de Rome

Aux alentours du site (dans la zone de séjour mais en dehors de la zone de mesure), on recense quatre attractions ouvertes et connues sur la commune de Ry de Rome dont aucune se situe directement dans la zone de mesure. Elles sont réparties en différentes catégories de taille (indiquées entre parenthèses) : Brasserie des Fagnes (4), Karting des Fagnes (3), Bunker d'Hitler (2), Grottes de Neptune (2).

La zone compte également **10 randonnées reconnues totalisant 90 km**, dont aucune se situe directement dans la zone de mesure. Par ailleurs, on trouve environ **65 hébergements à proximité du site naturel (dans la zone de séjour)**, offrant une capacité totale de **1.100 lits**. Un gîte se situe directement dans la zone de mesure et offre 8 lits. Enfin, la population au sein de la zone de mesure est estimée à **105 habitants en 2022** (source : Proximus).

Situé au de plusieurs sites Natura 2000 et au bord du lac, la proportion d'ENF dans la zone TAC « **60BRL_000** » (1.150 ha) est de près de 50%.

6.17.2 Analyse des données mobiles

A) Analyse préalable du monitoring

Les données récoltées ne montrent pas de caractéristiques particulières. Onze jours avec des événements extraordinaires ont été identifiés sur base des règles établies :

- Jour férié (conservé) : 15/08/2023
- Trail identifié : 16/06/2024
- Autres jours atypiques : 15/05/2023 – 16/05/2023 – 17/05/2023 – 25/05/2023 – 26/05/2023 – 11/06/2023 – 22/07/2023 – 01/10/2023 – 09/01/2024 dont la correspondance n'a pas pu être déterminée.

B) Analyse temporelle générale

La fréquentation enregistrée sur l'ensemble de la période de suivi, allant du début mai 2023 à la fin août 2024, s'élève à **130.000 personnes** avec une fréquentation la dernière année de **95.000 personnes, soit 265 personnes/jour**. La zone GSM du Ry de Rome est l'un des sites les moins fréquentés.

La fréquentation touristique du site de Ry de Rome suit la tendance générale, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances et une fréquentation encore plus marquée les weekends. Les congés expliquent 40 % de la fréquentation de la zone GSM. Cependant, l'impact des vacances est faible, on peut d'ailleurs voir que la proportion de visiteurs pendant les semaines de vacances n'est pas supérieure à celle des semaines hors vacances. De plus, la fréquentation est principalement influencée par le weekend.

Tableau 6.17.1 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaines	157	31.743	33	202	62
Weekends	52	19.202	20	369	99
Semaines en vacances	100	25.334	27	253	83
Weekends en vacances	51	18.771	20	368	101

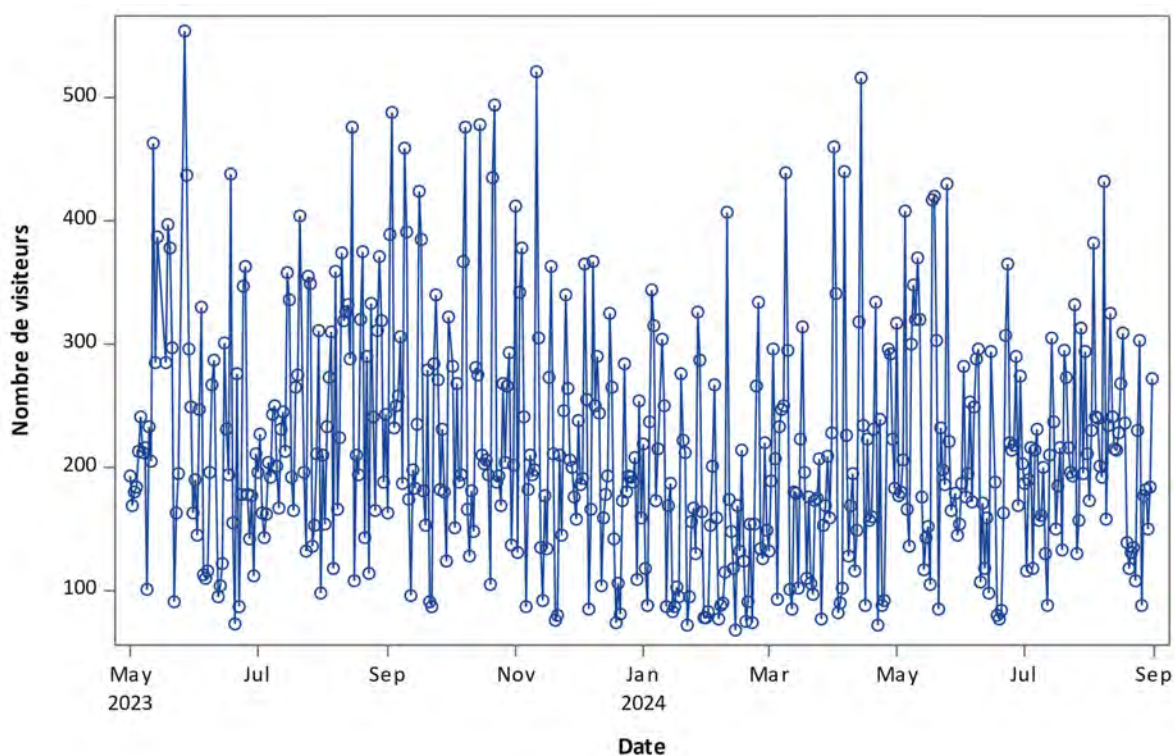


Figure 6.17.2 : Nombre de visiteurs par jour dans la zone GSM du Ry de Rome au cours du temps

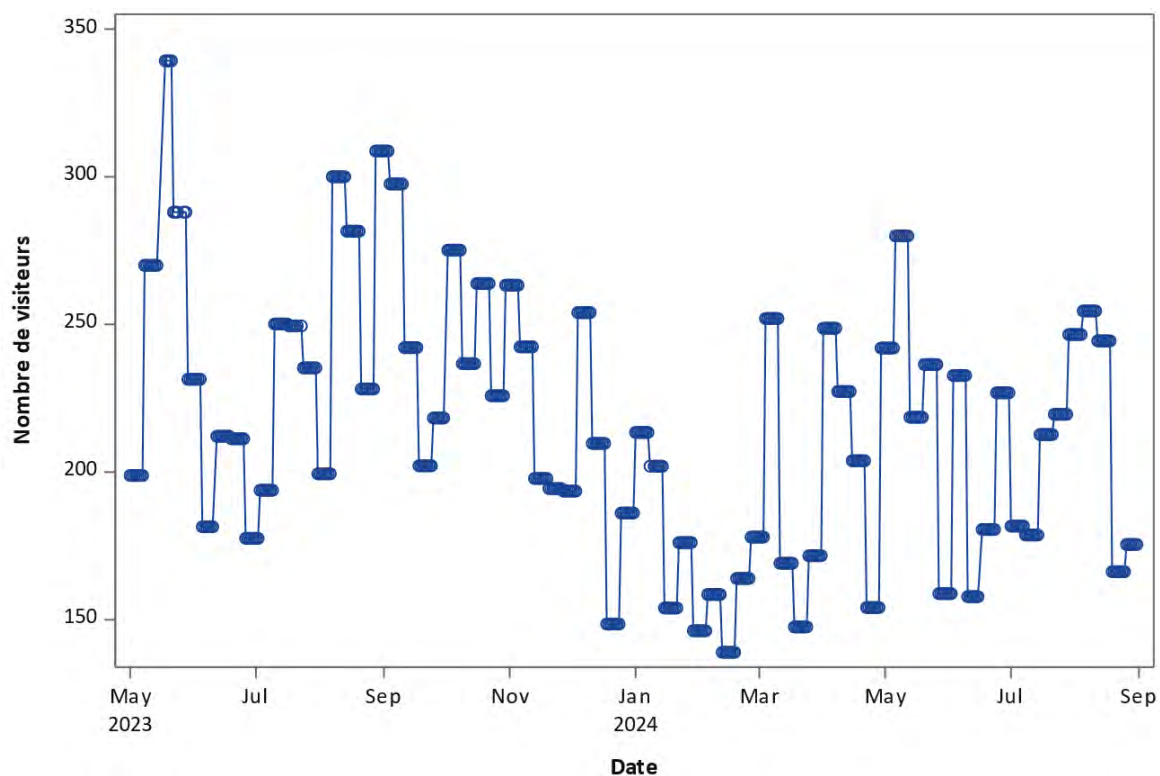


Figure 6.17.3 : Nombre de visiteurs moyens par semaine dans la zone GSM du Ry de Rome au cours du temps

C) Analyse des comportements des visiteurs

Comportement au séjour

La majorité des visiteurs réalisent des visites à la journée : 92%. La faible proportion de séjours peut notamment être expliquée par le nombre limité d'hébergements et de lits disponibles dans la zone.

Tableau 6.17.2 : Répartition du comportement au séjour des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

	Comportement	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Arrivée	157	67	0	0	5
	Départ	156	0	0	0	0
	Séjour	155	1.770	7	11	28
	Visites à la journée	157	23.535	93	150	54
Weekend	Arrivée	51	0	0	0	0
	Départ	52	189	1	4	18
	Séjour	51	1.128	7	22	41
	Visites à la journée	52	14.338	92	276	81
Semaine de vacances	Arrivée	100	0	0	0	0
	Départ	100	0	0	0	0
	Séjour	100	1.299	7	13	30
	Visites à la journée	100	17.906	93	179	69
Weekend en vacances	Arrivée	51	0	0	0	0
	Départ	51	117	1	2	16
	Séjour	51	825	6	16	33
	Visites à la journée	51	13.473	93	264	77

Origine des visiteurs

La faible fréquentation du site de Ry de Rome n'a pas permis de bien catégoriser l'origine des visiteurs, entraînant un taux de non-catégorisation élevé de 28 %. En réalité, la proportion de Belges visitant la zone GSM, qui est de 68 %, pourrait être plus élevée. Seuls 5 % des visiteurs ont été identifiés comme étrangers, dont 2 % de Français.

Tableau 6.17.3 : Répartition des visiteurs selon leur origine et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de l'automne 2023 à septembre 2024

Visiteurs	Origine	Pays	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Internationale	France	3	180	1	60	15
		Autre	8	530	2	66	16
	Nationale	Belgique	153	17.237	54	113	44

	Autre	Autre	157	13.796	43	88	60
Weekend	Internationale	France	13	726	4	56	16
		Autre	4	225	1	56	17
	Nationale	Belgique	52	14.605	76	281	78
	Autre	Autre	52	3.646	19	70	52
Semaine de vacances	Internationale	France	8	640	3	80	29
		Autre	13	841	3	65	21
	Nationale	Belgique	100	16.746	66	167	77
	Autre	Autre	100	7.107	28	71	57
Weekend en vacances	Internationale	France	7	389	2	56	20
		Autre	7	378	2	54	13
	Nationale	Belgique	51	14.351	76	281	73
	Autre	Autre	51	3.653	19	72	44

Parmi les visiteurs belges, 79 % sont wallons, tandis que moins de 2 % ont été identifiés comme flamands, et 19 % n'ont pas eu leur région catégorisée. Aucun flamands n'a pu être identifié hors période de vacances (**Tableau 6.17.4**).

Tableau 6.17.4 : Répartition des visiteurs belges selon leur région et les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges – pour la période allant de janvier à septembre 2024

Visiteurs Belges	Région	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%) par catégorie	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	Flamands	-	-	-	-	-
	Wallons	86	7.598	48	88	26
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	12	1.070	7	89	10
Weekend	Flamands	-	-	-	-	-
	Wallons	28	5.439	35	194	66
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	16	1.634	10	102	15
Semaine de vacances	Flamands	3	315	2	105	28
	Wallons	84	9.815	75	117	53
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	30	2.974	23	99	18
Weekend en vacances	Flamands	4	377	4	94	10
	Wallons	41	8.177	80	199	64
	Bruxellois	-	-	-	-	-
	Autre	16	1.700	17	106	20

Tableau 6.17.5: Synthèse des origines présentes au Ry de Rome en pourcentage (%)

Période	Origine					
Automne 2023 - été 2024	Nationale				Internationale	Autre
	66				4	30
Janvier - Septembre 2024	Wallonie	Flandre	Bruxelles	Autre		
	79	2	0	19		

6.17.3 Analyse des données caméras

A) Analyse préalable du monitoring

Le monitoring du Ry de Rome s'élève à 368 jours, comprenant une coupure entre le 20 février et le 19 avril 2024. La caméra de modèle *Door* est placée le long du parcours de 5km entourant le lac du Ry de Rome. Ce modèle nécessite un facteur multiplicatif de 1,12 pour corriger le décompte de personnes, car il a tendance à rater certaines détections.

Événements extraordinaires :

- Jours fériés (conservés) : 01/05/2024 - 20/05/2024
- Trails identifiés : 27/05/2023 - 25/05/2024 - 16/06/2024
- Autres jours atypiques : 04/10/2023

Tableau 6.17.6 : Informations sur les relevés des caméras et les résultats de l'analyse d'images lors du monitoring du Ry de Rome

Site	Caméra	Date début	Date fin	Nombre de jours actifs	Nombre d'images	Nombre d'évènements	Nombre total de visiteurs
Ry de Rome	Door02	27/06/2023	19/04/2024	368	63.216	21.075	30.174

B) Analyse temporelle générale

L'évolution de la fréquentation du parcours pédestre du barrage du Ry de Rome s'aligne mieux avec le schéma général que celle de la zone GSM, avec une moyenne journalière plus élevée pendant les semaines de vacances, et une fréquentation encore plus marquée les week-ends (**Tableau 6.17.7**).

Tableau 6.17.7 : Répartition des visiteurs selon les combinaisons des jours de semaine et des périodes de vacances belges

	Nombre de jours	Nombre total de visiteurs	Proportion de visiteurs (%)	Moyenne du nombre de visiteurs	Écart-type du nombre de visiteurs
Semaine	133	6.076	23	46	22
Weekend	48	6.942	27	145	78
Semaine de vacances	80	7.558	29	94	53
Weekend de vacances	39	5.612	21	144	72

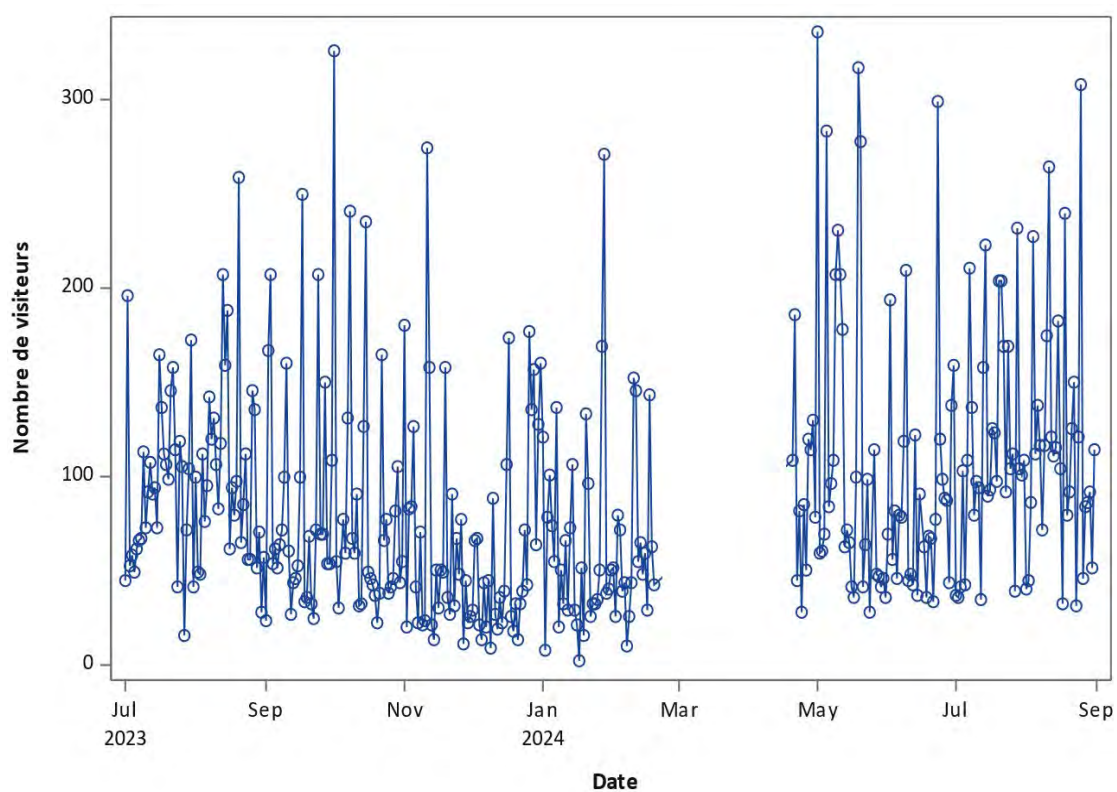


Figure 6.17.4 : Nombre de visiteurs par jour détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du Ry de Rome

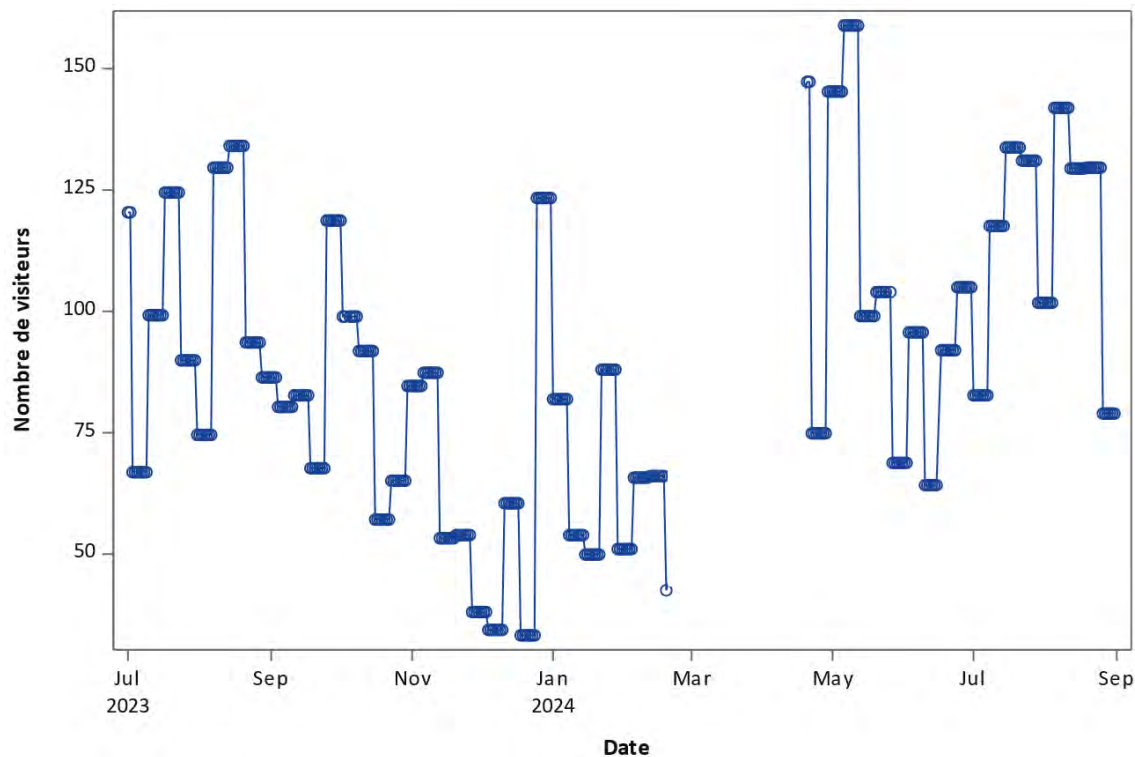


Figure 6.17.5 : Nombre de visiteurs moyens par semaine détecté au cours du temps lors du monitoring par caméra du Ry de Rome

C) Analyse des comportements des visiteurs

Influence des périodes de congé

Contrairement au suivi par données mobiles, le suivi par caméra montre un impact plus modéré des weekends et un effet plus prononcé de la météo. Les vacances ont également un impact plus marqué dans le cadre du suivi local, avec un effet observé pendant les jours de semaine. Les deux types de suivi indiquent que les congés expliquent 40 % de la fréquentation.

6.17.4 Comparaison entre données mobiles et caméras

La corrélation entre les données GSM et celles de la caméra est d'environ 70%. Le nombre de personnes captées sur le sentier de randonnée représente 40% des visiteurs de la zone GSM. Il est possible que la caméra n'ait pas capté l'ensemble des visiteurs du barrage du Ry de Rome, certains pouvant ne pas effectuer de randonnée autour du lac. Il est moins probable que la zone de mesure GSM ait enregistré des visiteurs ne se rendant pas sur le site, car cette zone ne couvre pas d'autres attractions ni d'autres itinéraires de randonnée reconnu.

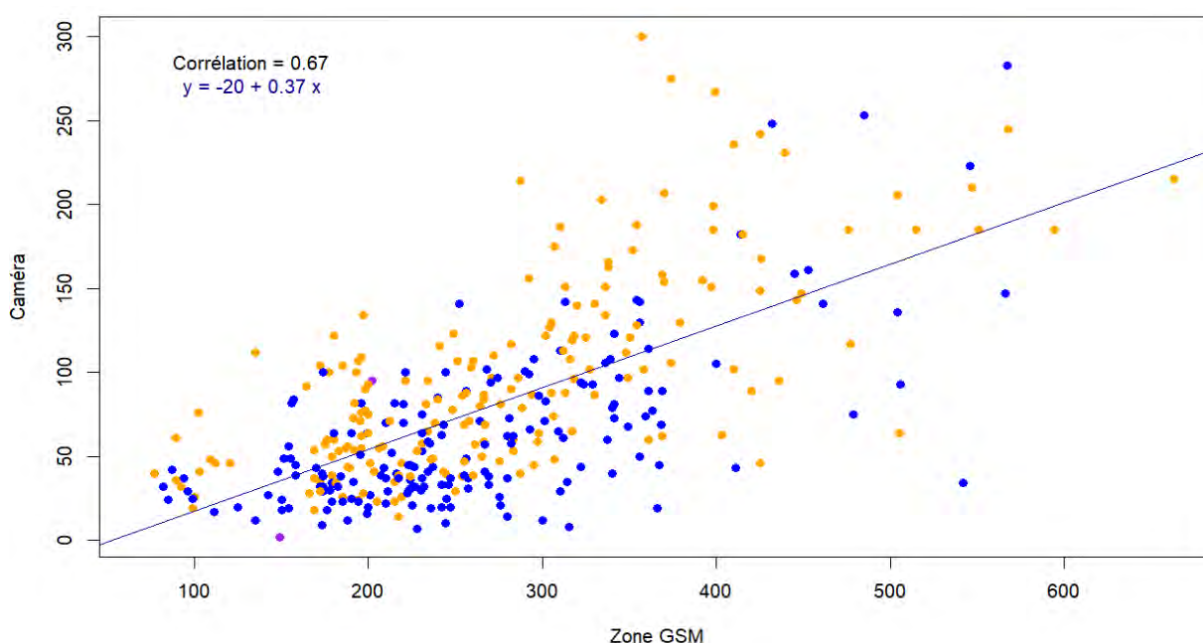


Figure 6.17.6 : Relation entre les données caméra du Ry de Rome et des données mobiles de la zone GSM correspondante. En bleu les jours de pluie, en orange les jours secs.

6.17.5 Recommandations pour le monitoring du Ry de Rome

Concernant le **monitoring local**, l'emplacement sélectionné sur la boucle semble optimal pour éviter les allers-retours et, par conséquent, limiter les risques de doubles comptages.

Concernant le **monitoring macro**, La zone TAC semble avoir été correctement choisie, car elle reflète les mêmes variations de fréquentation que celles observées via le monitoring par caméra. Située juste au-dessus du lac, elle permet de comptabiliser l'ensemble des visiteurs effectuant le tour du site. Bien que l'autoroute E420 et la nationale 5 traversent la zone de mesure, le profil "transit" est censé nettoyer ces données mobiles. La zone de mesure des séjours semble avoir été correctement sélectionnée et ne pas nécessiter d'améliorations. Le

faible nombre de séjours étant justifié par la capacité d'hébergements et non pas par un problème de mesure.

Selon les analyses précédentes, le site est principalement fréquenté par des Wallons qui ne séjournent pas sur place et qui visitent principalement le week-end. Cette affluence peut être liée à la réputation du site pour ses nombreux événements, tels que les trails, qui engendrent des pics de fréquentation extraordinaires. La fréquentation journalière reste modérée d'après le monitoring par caméra, tandis qu'elle apparaît plus faible selon les données Proximus, en comparaison aux autres sites suivis. Cela suggère que les visiteurs captés par les caméras sont principalement des locaux, plutôt que des touristes.

Il semble que les visiteurs de la région privilégient davantage le Fondry des Chiens, ou que ce dernier bénéficie simplement d'une notoriété supérieure. Ce site présente des comportements au séjour similaires et une proportion comparable de visiteurs nationaux. Ainsi, en se basant sur ces deux sites, l'attractivité ou la fréquentation touristique de la région pourrait se résumer principalement au Fondry des Chiens. Toutefois, comme au Fondry des Chiens, c'est un site qui va bénéficier d'un aménagement particulier dans le cadre du PN ESEM. Sa fréquentation devrait dès lors augmenter et son public se diversifier.

Partie 7. Recommandations pour une pérenniser le monitoring de la fréquentation touristique

7.1 Synthèse des expériences acquises sur les différents systèmes de monitoring

Ce marché avait pour but de comparer différents systèmes de mesures de la fréquentation avec des données mobiles sur des zones TAC plus ou moins larges (**échelle macro**) et différents systèmes de mesure sur site (**échelle micro**) avec des caméras-traps, éco-compteur et autres sondes proposées par Proximus et de monitorer pendant un an une quinzaine de sites représentatifs de la diversité des situations en Wallonie.

Quel que soit l'échelle sélectionnée, c'est un défi de vouloir mesurer de manière précise le nombre de visiteurs dans des **espaces naturels et forestiers (ENF) qui ne sont pas spatialement bien circonscrits, dont les portes d'entrée sont multiples ou non-définies et qui sont souvent jointifs les uns avec les autres**. Surveiller l'ensemble d'un site est impossible, même en multipliant les systèmes de mesures qui vont alors générer des comptages multiples des mêmes visiteurs. On est donc bien dans une configuration très différente des visiteurs touristiques d'attractions qui paient un droit d'entrée et qui peuvent donc être individualisés.

7.1.1 Echelle macro : les données mobiles

Au niveau macro, les données mobiles montrent **un intérêt certain** avec la possibilité de donner des **informations quantitatives et qualitatives** sur les différentes zones TAC définies par les antennes GSM sur l'ensemble du territoire. Techniquement, elles sont relativement faciles à obtenir une fois que les requêtes adéquates ont été définies.

Au **niveau quantitatif**, les données permettent d'obtenir **un nombre de visiteurs** de la zone qui ont passé un minimum de temps dans la zone TAC (fixé de manière standard à > 30 minutes). Ce seuil de 30 minutes élimine les **visiteurs de transit** qui ont traversé la zone TAC rapidement (en principe en voiture ou autres véhicules comme les camions mais aussi les trains) et/ou ne s'y sont pas arrêtés un temps suffisant. On identifie ensuite les **visiteurs fonctionnels** qui sont ceux qui viennent régulièrement (la définition dans ce projet = 8 visites d'une journée sur les 20 derniers jours sans y passer la nuit) dans la zone TAC pour y travailler. Le reste des visiteurs sont considérés comme des **visiteurs touristiques** (excursionnistes ou touristes au sens du Code wallon du tourisme – voir Partie 1 du rapport) qui ont passé au moins 30 minutes dans la zone TAC et qui n'y travaillent pas.

On rappellera aussi qu'on compte aussi des **GSM allumés** plutôt que personnes physiques. Le nombre de GSM est un proxy très proche du nombre de visiteurs mais c'est une sous-estimation puisque les enfants ou toutes les personnes qui se promènent dans la nature ne sont soit pas équipés de GSM ou ne le gardent pas allumés en permanence soit pour

économiser sa batterie, soit pour profiter des ENF correctement dans une logique de « déconnection ».

Par ailleurs, si le projet a ciblé de manière préférentielle la fréquentation pédestre avec les caméras-trap, une partie des zones étudiées sont aussi largement utilisées par les vététistes ou les kayakistes qui sont identifiés dans les zones TAC avec leur GSM mais pas présents sur les sentiers de randonnées.

Une autre source potentielle de distorsion sont que les données mobilisées sont celles de l'opérateur « Proximus » qui réalise une projection d'un nombre total sur base de sa part de marché. Cela explique que la limite de 30 personnes partageant le même profil pour des contraintes d'anonymisation se traduit par une limite d'environ 80 personnes partageant le même profil dans les statistiques fournies. Cela représente de l'ordre d'un seuil annuel de 30.000 personnes si on souhaite une différenciation d'un profil spécifique tous les jours de l'année. Seuls les ENF très bien fréquentés peuvent permettre d'identifier des profils de visiteurs plus spécifiques (données qualitatives, voir plus loin).

Les définitions des types de visiteurs ne sont pas une garantie que tous les visiteurs touristiques estimés sont bien des visiteurs touristiques des ENF. Dans le cas du projet, on a par exemple adapté la définition standard du « visiteur fonctionnel » qui au départ était basée sur 5 visites sur 14 jours, ce qui peut correspondre au profil d'un visiteur touristique qui visite une TAC relativement large (voir plus loin). La limite de 30 minutes a aussi été questionnée mais si un seuil plus élevé est sélectionné, on perd les visiteurs qui étaient en bordure de la zone TAC et sont passés d'une zone à l'autre dans par exemple des massifs forestiers relativement larges ou qui ont allumés leur GSM sur un temps limité.

L'une des **limites du monitoring** des espaces naturels et forestiers fréquentés par les excursionnistes et les touristes avec les données mobiles est **la taille des zones TAC** qui les concernent. Si dans les zones urbanisées, leur taille est de quelques ha, elle peut atteindre plus de 3.000 ha voir plus dans les zones moins fortement peuplées. Plus elles sont grandes, plus elles risquent de prendre en compte des villages ou des zones avec des infrastructures de type HORECA qui ne représentent pas directement la fréquentation d'ENF mais qui sont indirectement liées puisque de nombreux touristes (> 75% d'après Breyne et al., 2021¹⁶) vont prendre un verre ou manger au restaurant après une randonnée. Dans les zones TAC avec ces infrastructures, il y a certainement des visiteurs touristiques identifiés qui n'ont pas profité des ENF à proximité.

Une contrainte opérationnelle des ENF et de la taille des zones TAC est aussi la forte probabilité d'y être dans des zones « blanches », sans accès réseau. Cela caractérise notamment les zones avec de fort relief en Ardenne où souvent les randonnées se réalisent dans le fond des vallées. Pour relativiser cet effet, on somme sur une journée le temps passé dans la zone TAC pour définir les types de visiteurs.

¹⁶ <https://orbi.uliege.be/handle/2268/263034>

Ces différents éléments font que les **nombre de visiteurs obtenus sont une estimation entachée de plusieurs biais potentiels qu'il est difficile de corriger à priori**. Dans les zones où les infrastructures HORECA sont limitées, ces estimations semblent à priori très proches de la réalité qui est observée sur le terrain (cfr les très bonnes corrélations entre les variations dans le temps des données mobiles et des données caméras) et vu qu'on ne compte que des GSM allumés, une **estimation plutôt basse du nombre de visiteurs réels des ENF**. Pour les autres zones TAC qui couvrent des infrastructures HORECA par contre, on ne peut pas rejeter l'hypothèse que les visiteurs ont juste voulu profiter d'un moment de détente dans l'une d'entre elles sans profiter des ENF à proximité. Dans ces zones, il y a effectivement un risque de surestimation potentielle du nombre de visiteurs des ENF. On dispose cependant d'un indicateur du nombre de GSM résidents ou fonctionnels pour identifier les zones où la fréquentation des ENF risquent d'être sur-estimées. Toutefois, on peut aussi supposer que le cadre ou les paysages plus naturels et forestiers comptent aussi dans le choix d'un restaurant ou d'un gîte. La présence d'ENF à proximité du lieu de destination est un critère important dans les choix de destinations des visiteurs de l'Ardenne (cfr les enquêtes AGRETA et de l'OwT).

Moyennant ces précautions sur l'usage des chiffres bruts du nombre de visiteurs, les **variations dans le temps du nombre de visiteurs (WE, congés, saisons, ...)** sont par contre moins soumises à des biais de mesure potentiels. Il n'y a en effet pas de raisons que des GSM soient plus ou moins souvent allumés en semaine ou le WE ou en congé dans les zones TAC monitorées, au contraire même. Vu les amplitudes observées, s'il devait il y avoir des biais, leur impact serait négligeable.

Les **données mobiles sont donc très informatives sur les variations de fréquentation dans le temps** avec un coût relativement limité puisque le processus repose sur une requête qui est répétée régulièrement.

Toutefois, l'un des enjeux est alors la **stabilité dans le temps de la forme des zones TAC qui ne peut logiquement être garantie**. Elles sont en effet définies par les positions dans des antennes GSM qui peuvent être en activité ou non, être remplacées ou créées voir déplacées notamment suite aux accords de coopération entre opérateurs. Le suivi des TAC wallonnes depuis 2022 montre plus d'1/3 de nouveaux codes de zones TAC et des modifications limitées de surface des zones TAC conservées. Ces zones TAC sont aussi définies par des droites reliant les antennes alors que sur le terrain les limites d'acquisition des GSM peuvent être plus variables en fonction du relief notamment.

Au **niveau qualitatif**, les données mobiles permettent **d'identifier l'origine des visiteurs et leur comportement** (logement ou non). Les informations qualitatives sont d'autant plus précises que les niveaux de fréquentation sont élevés. Et plus ils le sont, plus on peut combiner les critères pour avoir des informations sur la segmentation des profils touristiques. Il est nécessaire donc de bien définir la manière dont on combine les critères pour maximiser les nombres de personnes partageant des profils identiques pour dépasser assez fréquemment le seuil d'anonymisation de 30 personnes.

Dans le cadre de cette étude, on a défini pour cela trois requêtes différentes (origine, comportement, buffer) sur le jeu de données pour l'explorer en profondeur mais on ne peut pas comparer le comportement des différentes origines détaillées parce que ce sont des

requêtes différentes. L'expérience acquise permet toutefois maintenant d'avoir une idée des volumes de visiteurs obtenus pour combiner des critères dans certains sites plus fréquentés.

7.1.2 Echelle micro : le monitoring sur site

De manière générale, il est rare que le monitoring à l'échelle micro permette de quantifier précisément la fréquentation d'un site. Cela s'explique, d'une part, par la présence de multiples accès et chemins qui empêchent la détection de tous les visiteurs, et, d'autre part, par les éventuels stationnements ou allers-retours des visiteurs devant les dispositifs de suivi, entraînant des sur-comptages. Afin d'optimiser le monitoring micro, il convient d'identifier ou de créer un point de passage obligé, permettant de canaliser le flux de visiteurs et ainsi d'améliorer le comptage.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs systèmes de mesure de la fréquentation sur site ont été testés.

Très rapidement, les systèmes utilisés fréquemment dans les zones urbanisées ont montré les limites en terrain naturel. Trois de ces systèmes proposés par Proximus ont été testés sur le terrain : des sondes **IM Building** (infra-rouge), **Sens Max** (technologie radar) et une **caméra équipée d'un CPU** qui permet de compter les visiteurs sans les photographier.

Les trois systèmes se sont révélés rapidement non fonctionnels ou non intéressants pour différentes raisons (spécifiques ou combinées) :

- ils ne sont équipés pour résister aux conditions climatiques et ne disposent pas d'un indice de protection (> IP65) suffisant ce qui impose de les protéger et les rend très visibles ou leurs batteries sont sensibles aux conditions climatiques ;
- ils ont besoin d'un accès électrique spécifique ce qui est très compliqué en milieu naturel ;
- ils nécessitent un accès à différents types de réseau (GSM ou autres) ce qui les rend moins opérationnel dans les zones avec du relief ;
- ils nécessitent le placement par un technicien spécialisé ou d'une personne formée ce qui limite la souplesse pour les installer et les déplacer ;
- ils nécessitent des endroits de passage obligé avec les personnes qui doivent être relativement proche (< 5 voire 10 m), ce qui n'est pas toujours faciles à identifier sur le terrain ;
- ils ont montré de fortes variations avec les autres systèmes de mesure.

Par contre, **l'éco-compteur utilisé a fourni des données correctes** pendant près d'une année mais il est tombé en panne de batterie (annoncée pourtant avec une durée de vie ≥ 3 ans) et le service qui le vendait a disparu du marché. Si ce type de compteurs peut ne pas être capable de distinguer des personnes qui passent en groupe ou de faire la différence entre des animaux sauvages et des visiteurs, ils peuvent être placés de manière très discrète avec un aménagement adéquat pour limiter ces risques. L'utilisation optimale d'un éco-compteur s'opère sur des chemins étroits où les individus ne peuvent pas marcher côte à côte.

L'un des avantages d'un éco-compteur qui a accès au réseau est aussi de pouvoir voir en direct la fréquentation d'un site pour détecter des variations de fréquentation ou s'il est bien toujours fonctionnel.

Les **caméra-traps** se sont révélées un outil très efficace pour suivre la fréquentation dans les sites naturels et forestier. Elles sont en effet **résistantes aux conditions climatiques, relativement autonome (> 2 mois)** et, si on sélectionne un modèle de gamme moyenne ou élevée, **elles captent bien les visiteurs qui se déplacent à allure normale**. Elles peuvent rater les visiteurs qui passent trop vite devant la caméra comme les vététistes et les joggeurs.

Leur grand avantage est que comme **elles enregistrent l'historique de l'usage d'un sentier**, elles permettent de revenir sur les événements pour identifier ce qui s'est passé à un moment donné pour interpréter les données. **Elles permettent aussi de faire une typologie des visiteurs** en fonction de leur habillement (promeneurs du dimanche, randonneurs d'un jour, randonneurs de plusieurs jours, familles, couples, classes d'âge, présence de chiens, ...).

Elles doivent toutefois être installées avec une certaine attention pour limiter les doubles comptages en fonction de leur axe de prise de vue par rapport au sentier et de leur champ de détection et de prises de vue. On ne dispose toutefois pas toujours de support pour les installer discrètement vu les risques de vol.

Par rapport à un éco-compteur, le **coût de mise en œuvre pour obtenir des statistiques avec les caméra-traps est par contre bien plus élevé**. Dans le cadre de ce projet, le suivi de la quarantaine de caméras sur 16 sites aura représenté une dépense de plus de 150.000 € sans compter l'investissement de l'encadrant du projet à l'Université de Liège. Il faut disposer d'un technicien accompagné (sécurité et facilité vu la manutention d'une échelle) pour installer et relever le matériel au minimum tous les deux mois, d'un opérateur compétent avec un matériel adéquat pour la reconnaissance automatique et le floutage, et d'un analyste de données un peu pointu pour réaliser les sélections des données pertinentes.

Il n'y a pas trop d'alternatives : des **données précises et de qualité nécessitent un investissement significatif** mais celui-ci peut être modulé en fonction des besoins et des questions posées.

7.2 Proposition de recommandations

Avant de définir des recommandations techniques, il nous a semblé intéressant de prendre un peu de recul pour réfléchir à la finalité des inventaires attendus. Si on reprend de manière générique les missions de l'Observatoire wallon du Tourisme¹⁷, elles visent à :

- **recenser l'offre** (type d'hébergement, types d'attractions touristiques, ...),
- **mesurer la fréquentation** (hébergement, attractions touristiques, musées, maisons du tourisme, ...),
- publier un **rapport annuel** : la Wallonie touristique en chiffres,

¹⁷ <https://www.tourismewallonie.be/observatoire-wallon-du-tourisme/>

- **calculer le poids économique** du Tourisme,
- faire de la **veille informative** en réalisant notamment des études.

Les deux premières missions de récoltes de données qui concernent d'habitude principalement les attractions touristiques, les musées, les hébergements, ... peuvent en effet être étendues à la fréquentation des espaces naturels et forestiers (ENF) en Wallonie.

7.2.1 Recenser l'offre d'ENF appréciés ?

Cette question ne fait explicitement partie du marché mais elle est intéressante à aborder en terme de **ressources naturelles qui sont potentiellement visitables** par les excursionnistes et les touristes et qui **devraient ou pourraient faire l'objet d'un monitoring**.

En effet, si l'inventaire des ressources touristiques traditionnelles est assez simple à réaliser, il est beaucoup plus compliqué d'identifier de manière exhaustive les zones qui sont bien fréquentées par les visiteurs des ENF. Si on identifie rapidement certains sites incontournables comme le Ninglinspo, les Hautes-Fagnes, les bords de l'Ourthe, de la Semois, ...qu'en est-il du reste du territoire forestier wallon ?

Les **données mobiles récoltées en continu sur le territoire sont une ressource potentielle d'informations intéressantes** car les analyses détaillées réalisées sur les 16 sites étudiés dans le cadre de ce marché peuvent en fait être généralisées sur le territoire wallon.

A partir du moment où on sait que la fréquentation des ENF se caractérise par une forte fréquentation des visiteurs nationaux et éventuellement les internationaux le WE et par une faible présence d'habitants, de locaux et de visiteurs fonctionnels, on peut identifier assez facilement les zones qui ont le rapport de fréquentation le plus élevé et un nombre de visiteurs suffisant.

Une analyse provisoire a été réalisée sur les données 2023 récoltées mensuellement pour les différentes origines (international, national, local, habitant) et type de visites (fonctionnelle ou non). Les données récoltées dans les zones TAC sont réparties sur une grille uniforme de 50 ha car chaque mois les limites d'une zone TAC peuvent bouger ou une nouvelle zone TAC peut être créée (**Figure 7.1**). On somme ensuite la moyenne journalière du nombre de visiteurs uniques observés chaque mois les jours de semaine et les jours de WE dans les zones TAC pour chacune de ces mailles de 50 ha. Si les zones TAC ont changé de forme, on récupère ainsi des informations associées.

Les zones TACS doivent être contrôlées pour éliminer les attractions touristiques, aéroports, parkings d'autoroute avec une forte fréquentation de visiteurs considérés comme des touristes mais qui ne visitent pas des ENF. Dans chaque TAC, on élimine aussi les événements ponctuels de forte fréquentation de visiteurs comme les festivals, les foires, ... pour cibler une fréquentation touristique de fond¹⁸.

¹⁸ Calcul d'une moyenne annuelle et élimination des données mensuelles supérieures à deux fois l'écart-types.

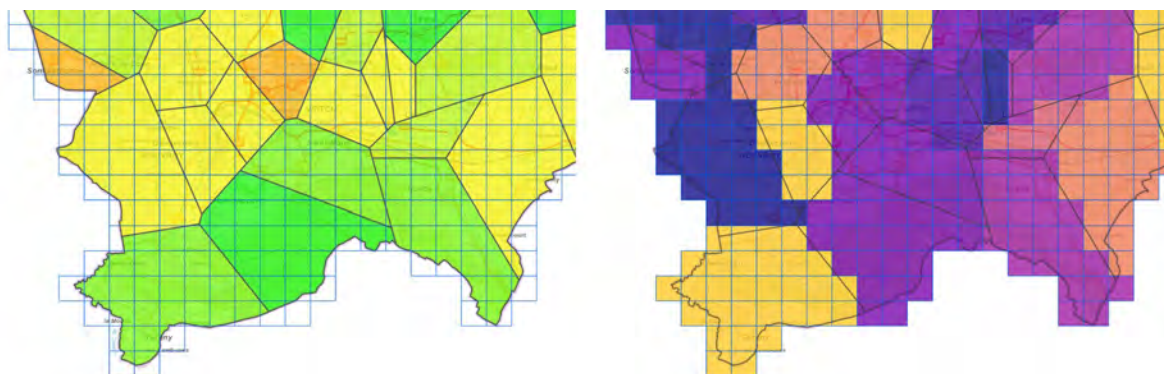


Figure 7.1 : Découpage des zones TAC en unités plus petites qui restent fixes chaque mois. Quel que soit la forme de la zone TAC, on calcule la moyenne journalière de visiteur par grille de 50ha.

Ces nouvelles unités peuvent alors servir pour calculer des indices de fréquentation en fonction de l'origine des visiteurs (**Figures 7.2 et 7.3**) ainsi que d'indices permettant d'identifier des lieux qui sont plus fréquentés par des visiteurs touristiques que par les habitants locaux (**Figure 7.4**).

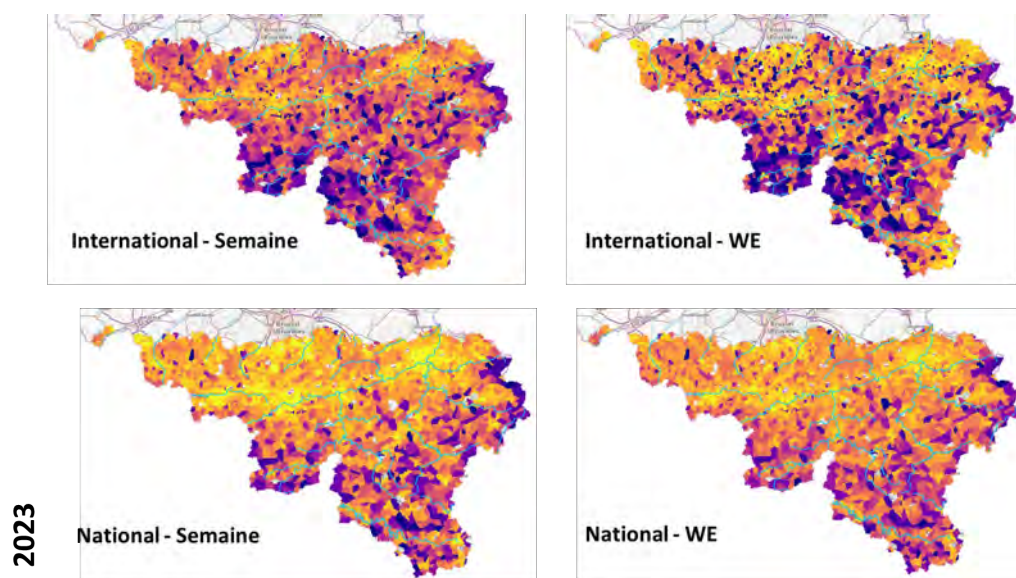


Figure 7.2 : Exemple d'évaluation de la fréquentation des visiteurs internationaux et nationaux en Wallonie durant l'année 2023. Plus la couleur est jaune, plus les valeurs sont élevées.

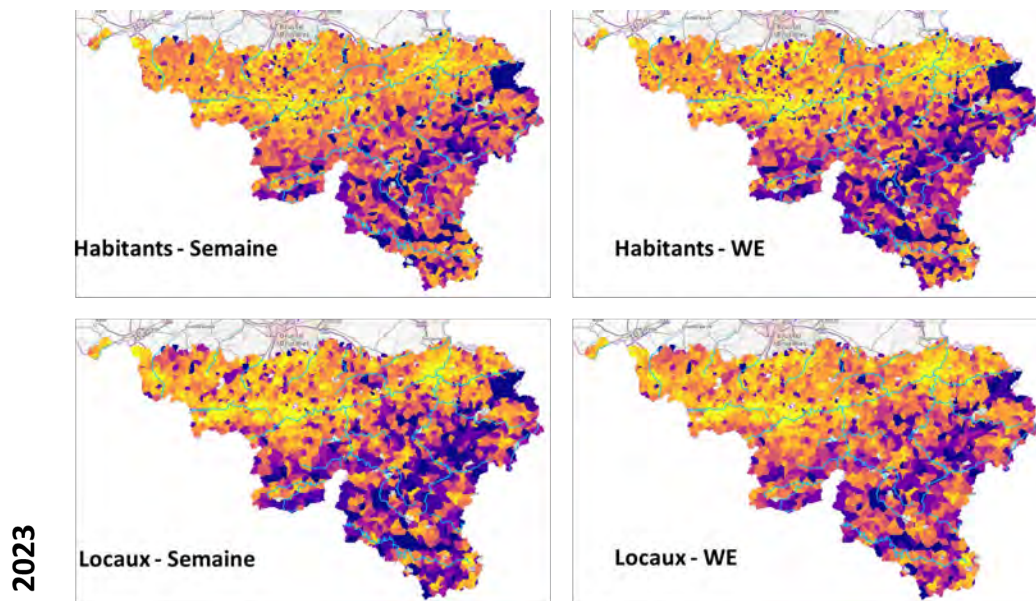


Figure 7.3 : Exemple d'évaluation de la fréquentation des habitants et des visiteurs locaux en Wallonie durant l'année 2023. Plus la couleur est jaune, plus les valeurs sont élevées.

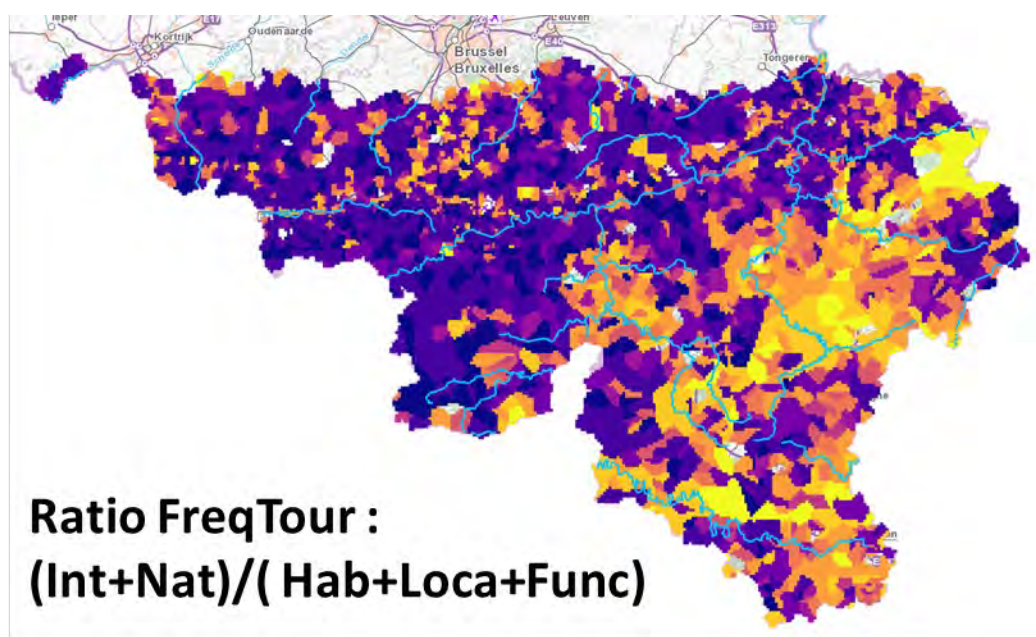


Figure 7.4 : Cartographie d'un indice mettant en évidence la plus grande fréquentation des visiteurs touristiques par rapport aux habitants, aux locaux et aux visiteurs fonctionnels. Plus la couleur est jaune, plus les valeurs sont élevées.

Ces différents indicateurs de fréquentation peuvent être combinés pour définir un indice permettant de révéler les zones où la fréquentation touristique est plus importante que la fréquentation locale. Plusieurs zones forestières ou naturelles sont ainsi révélées avec du sud vers le nord, les forêts de la Semois sinémurienne, la vallée de la Lesse, le plateau de Saint-Hubert, l'Ourthe orientale et le plateau des Tailles, la vallée de l'Amblève en amont d'Aywaille, Spa-Malchamps, le plateau des Hautes-Fagnes, ... Mais ces zones devraient être validées par une étude plus détaillée. D'autres indices peuvent être définis et combinés ensemble pour

tenir compte aussi des niveaux de fréquentation de manière à identifier l'offre potentielle des ENF, ceux qui sont à priori les plus fréquentés et les zones les plus intéressantes à suivre.



Figure 7.5 : Hébergements informels qui sortent des radars de monitoring

D'autres données concernant les comportements comme le logement pourraient aussi être dérivées des données mobiles pour être cartographiés et comparés avec les statistiques traditionnelles.

La recherche de la « nature sauvage » s'est assez bien développée récemment avec les tentes de toit qui occupent de plus en plus de voitures (**Figure 7.5**). Ce type de nuitées comme ceux des camping-cars traditionnels qui se dispersent dans les paysages échappent aussi aux monitorings traditionnels. S'ils atteignent des densités suffisantes, il pourrait être possible d'identifier des zones de logement qui ne sont pas en relation avec les statistiques traditionnelles. Les divergences entre des sources de données différentes sont toujours intéressantes à explorer.

7.2.2 Monitorer la fréquentation ?

Le protocole proposé pour ce marché combinait les données mobiles pour monitorer une zone TAC d'intérêt et un monitoring local d'un ou de plusieurs sites dans cette zone. Il y a une réelle plus-value à disposer de deux indicateurs différents car vu la difficulté de circonscrire et de définir un ENF fait qu'aucun des systèmes ne donne une idée précise de la fréquentation mais des regards différents sur cette fréquentation.

Les résultats montrent qu'on a généralement une bonne voire même une très bonne corrélation des variations d'activités entre les deux systèmes. En général, le système local répond plus à l'effet des weekends et des périodes de congé, ce qui confirme que les visiteurs touristiques exploitent bien les ENF. Mais les niveaux de fréquentation sont souvent bien différents, le suivi mobile permettant d'avoir une évaluation de la fréquentation globale de la zone plus représentative de ce qui se passe sur l'ensemble de l'ENF couvert par la zone TAC.

Les **données mobiles sont donc considérées comme un outil très pertinent** pour à la fois identifier les sites à suivre les plus intéressants pour la fréquentation des ENF. Toutefois, le fait d'avoir des infrastructures d'accueil (HORECA, logements, attractions, ...) dans les zones TAC fait qu'il n'est pas possible dans ce cas d'utiliser les données brutes obtenues et qu'elles doivent être corrigées avec des proxys comme la présence de visiteurs fonctionnels ou de résidents.

Cela reste toutefois intéressant car la présence d'ENF à proximité est aussi une raison pour choisir une destination dans laquelle il y a une attraction particulière. Et si on reste plusieurs jours, les ENF ont de grandes chances d'être exploités pour une visite. Un des exemples assez représentatifs de cette situation est par exemple la réserve naturelle de Furfooz près de Dinant. Il est assez clair que les plus de 30.000 visiteurs annuels n'y viennent pas pour la réserve naturelle, qui n'est pas très grande mais d'un exceptionnel intérêt biologique, historique et archéologique, qui échappe en fait à la grande majorité des visiteurs. Ils y viennent après avoir visité d'autres attractions plus traditionnelles autour de Dinant et pour profiter d'un moment de découverte de la nature et de détente.

Il sera donc toujours difficile de dissocier les attractions traditionnelles des ENF dans des zones aussi complexes où différents types d'activités coexistent mais l'ENF peut être en soi aussi un but pour une activité de détente dans la nature. On peut généraliser cette observation à d'autres sites comme par exemple le Domaine des Grottes de Han où les coteaux de la vallée de la Lesse sont aussi très appréciés par les randonneurs.

La question de ce qu'on veut mesurer comme fréquentation touristique en dehors des attractions traditionnelles reste en fait assez ouverte car il y a bien un gradient qui peut être relativement large (= tous les visiteurs d'une zone hors ceux qui sont comptabilisés dans les attractions bien identifiées dans la zone) ou très spécifique (= tous les visiteurs uniquement d'ENF hors toutes infrastructures). Les données mobiles permettent de faire jouer ce curseur pour fournir une estimation basse et haute.

Dans ce marché, **on a utilisé les mêmes requêtes pour tous les sites** ce qui a limité les combinaisons possibles de différents critères dans les sites bien fréquentés. Impossible par exemple de savoir si ce sont les flamands qui dorment plus que les wallons dans les différentes zones. On dispose d'une requête pour l'origine et d'une autre pour le comportement. Il n'est donc pas en principe possible d'appliquer la proportion de flamands sur les logements.

Si ces informations sont utiles pour comprendre les comportements des différents publics, il est tout à fait possible **de générer des requêtes spécifiques sur les différents sites** pour aller plus loin que l'inventaire standard de base permettant d'identifier les grandes catégories d'origine. Il serait utile en fait de réaliser une série de différents tests de requêtes avec des combinaisons de critères pour adapter leur définition aux caractéristiques des sites étudiés. Cela nécessite une interaction étroite avec les opérateurs téléphoniques pour pouvoir disposer de cette souplesse qui garantit ensuite des données de meilleure qualité.



Figure 7.6 : Exemple de surfréquentation sur les hauts-plateaux en période de neige où les données 2024 montre des pics atteignant 8 et 9.000 personnes/jour à Botrange.

Dans certains cas sensibles, les données mobiles sont essentielles pour évaluer et objectiver la sur-fréquentation effective de certains sites naturels que ce soit en hiver lors des périodes de neige ou en été en période canicule aux bords des cours d'eau (**Figure 7.6**).

A côté de ce monitoring macro, le **monitoring local de sites est un complément nécessaire** car il permet de s'assurer que les visiteurs sont bien dans les ENF et pas sur la terrasse d'un café. Ce monitoring local permet d'identifier les activités qui ne répondent pas à la moyenne de la zone de TAC suite par exemple à des conditions climatiques difficiles. Le monitoring local permet aussi de vérifier la fréquentation d'itinéraires précis et d'avoir des informations sur les horaires de fréquentation sur une journée.

Pour assurer ce monitoring local, **le produit avec le meilleur rapport qualité/prix, quoiqu'ils restent chers, est l'éco-compteur**. Il est tout terrain, discret, autonome et si le réseau permet, il est possible d'avoir un accès en continu aux données pour assurer le monitoring d'un site ou identifier qu'il ne fonctionne plus. Ils peuvent être assez facilement déplacés et réinstallés en fonction des saisons et des enjeux de monitoring.

Cela reste toutefois un investissement significatif avec un coût individuel de 3 à 4.000 € en fonction du type de matériel et de l'abonnement mais la technologie n'est pas très compliquée à mobiliser. Vu le nombre d'opérateurs locaux (parcs nationaux, parcs naturels, gestionnaires de réserves naturelles, DNF, ...) qui pourraient en installer (et en assurer la gestion ...), **on recommande donc le lancement d'un marché global pour le monitoring des ENF** avec un produit standardisé et efficace qui devrait permettre de diminuer les coûts unitaires de manière significative. Cela serait aussi une opportunité pour que les gestionnaires de terrain utilisent un matériel standardisé, puissent découvrir l'intérêt de suivre la fréquentation d'ENF, soient accompagnés et ainsi partager leurs expériences.

La **technologie des caméra-traps nécessite un investissement financier plus important** puisqu'il y a des relevés réguliers à faire sur le terrain et que tant l'installation que l'analyse des images et des données impliquent de respecter un certain nombre de règles et disposer des compétences adhoc. Si on souhaite une évaluation du nombre de visiteurs journaliers et les périodes de la journée où il y a des activités plus importantes, les éco-compteurs sont largement suffisants.

Les **caméra-traps restent utiles pour comprendre qui vient visiter un site** à travers l'analyse des images pour identifier le type de public (familles, groupes, randonneurs, ...). Le fait de disposer des photos anonymisées permet d'avoir un historique détaillé des activités sur un itinéraire. Elles peuvent aussi être utilisées pour vérifier l'usage d'une infrastructure comme des bancs, tables de pique-nique, des panneaux d'informations, ...

Les **caméra-traps peuvent aussi servir à la surveillance de zones sensibles** avec des restrictions d'usage temporaire (comme par exemple les chemins fermés dans les Hautes-Fagnes en cas de danger d'incendies) ou permanentes (zones de reproduction d'espèces rares) de manière à objectiver des problèmes éventuels. Elles peuvent aussi servir pour identifier les comportements d'usagers qui se révèlent problématiques (chiens sans laisse, véhicules motorisés, VTT sur sentiers réservés aux randonneurs, ...) et les conflits d'usage. On rappellera toutefois qu'elles ne sont pas destinées à identifier des personnes ou des véhicules en infraction.

Avec ces trois outils, l'OwT dispose de systèmes de mesures efficaces mais qui ne permettront pas de connaître précisément le nombre de personnes qui visitent les ENF de l'Ardenne au sens touristique. C'est en fait impossible vu la surface à prendre en compte (> 450.000 ha de forêts et d'espaces naturels), que les ENF ne sont pas délimités précisément, qu'ils ont de multiples possibilités d'entrées et de sorties et que les activités qui sont réalisées dans les ENF ou à proximité peuvent y être très différentes : promenades, randonnées, observations de la nature, ... mais aussi chasse, exploitation de bois de chauffage, la récolte de champignons, ...

Toutefois, il est essentiel d'identifier l'importance des attractions naturelles et forestières dans les choix de destination. Beaucoup d'attractions touristiques traditionnelles seraient très satisfaites d'avoir plus de 30.000 visiteurs (caméra-traps) sur une année ! C'est le cas d'un tiers des sites suivis avec même près de 100.000 visiteurs au Fondry des Chiens. Et si on utilise les données mobiles, on est à plus de 4 millions de visiteurs sur les 16 sites étudiés alors qu'on a privilégié une diversité des sites étudiés sans vouloir prendre en compte tous les plus fréquentés. Cela représente des volumes importants qui confirment le poids économique du tourisme en Ardenne et l'intérêt majeur des ENF dans les choix de destination touristique.

Annexes

Annexe 1 : Exemple d'offres de job étudiant pour le PNDO

Job étudiant

Tâches
Réaliser un comptage manuel de personnes le long de sentiers de randonnée en Wallonie.

Période concernée
Durant la deuxième semaine des vacances de Pâques : 6 au 12 mai 2024. Jours fériés et weekend inclus.

Horaire
20 heures réparties en 5 demi-journées.

Lieu
Parc naturel des deux Ourthes : au barrage de Nisramont, le long de l'Ourthe orientale et occidentale, au Hérou et/ou au Cheslé.

Profil

- Etre étudiant-e de plus de 16 ans
- Avoir un moyen de transport et pouvoir accéder aux sentiers de manière autonome
- Etre autonome, motivé-e, patient-e et rigoureux-se
- Disposer d'un smartphone Android

Rémunérations
Salaire brut : Si < 18 ans : 9,99 €/h
Si 18-21 ans : 12,35 €/h
Si >21 ans : 13,14 €/h
Les heures prestées en jour férié sont rémunérées à 200%.

Vous aimeriez contribuer à un projet scientifique ?

Rejoignez-nous pour aider à analyser la fréquentation touristique des espaces naturels de Wallonie.





Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU



Wallonie
Relance

Contacts

Intéressé-e ? Envoyez votre candidature par email à clemence.pauly@uliege.be

Votre candidature (CV) est attendue pour le **21 avril 2024**.

Annexe 2 : Mode d'emploi de l'application d'encodage sur le terrain

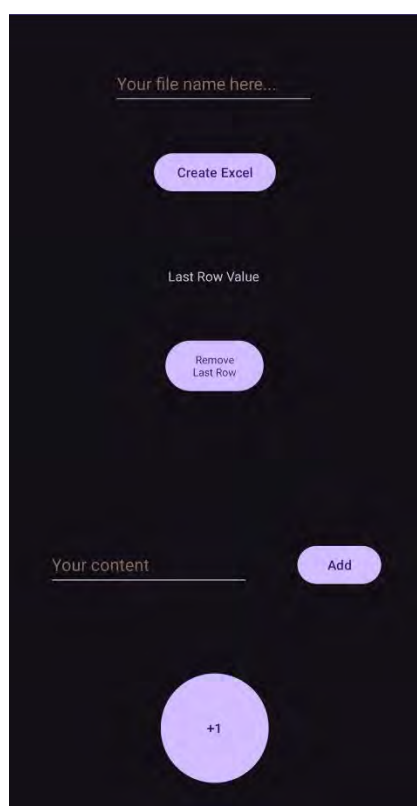
1. Téléchargement

Il faut télécharger l'application sur son smartphone via le lien wetransfer suivant : <https://we.tl/t-Y8ldgwceHb>

Il faut accepter toutes les **autorisations** demandées car c'est une application « Home-Made » créée spécialement pour le projet. Dans tes fichiers téléchargés, tu trouveras « app-release.apk » qu'il faut installer.

Pour que l'application fonctionne, il faut également télécharger l'application **Excel**.

2. Fonctionnement



[**Your file name here**] Création d'un fichier Excel ou ouverture d'un fichier existant.

Il faut taper le nom et appuyer sur **Create Excel** pour créer un fichier, ou simplement taper le nom du fichier existant pour l'ouvrir.

Le nom doit être écrit de cette manière : Site_AnneemoisJour. Exemple : Fondry_20240419

[**Last Row Value**] Indique le dernier encodage.

[**Remove Last Row**] Possibilité de supprimer la dernière ligne si erreur d'encodage.

[**Your content + Add**] Ajouter le nombre de personnes qui passe devant soi en écrivant dans **Your content** et en appuyant sur **Add**.

A chaque ajout, le nombre de personnes et l'heure seront encodés dans le fichier.

(+1) Par facilité, si une seule personne passe, appuyer sur la bulle +1.

3. Trouver le fichier Excel dans son téléphone

Ouvrir l'application Excel → Aller dans « Ouvrir » → Appuyer sur « Cet appareil » → Appuyer sur « Stockage » → Faire défiler les dossiers et trouver le fichier .xls créé.

4. Envoyer le fichier Excel

Appuyer sur l'icone « partager » → Taper l'adresse mail clemence.pauly@uliege.be et mettre la possibilité de modifier le document → Cliquer sur envoyer

Envoyer le fichier créé après chaque journée de travail. Ne pas supprimer l'application avant d'avoir envoyé les fichiers !

Annexe 3 : Fiche rappel pour les étudiants

Marche à suivre

Stationner du côté opposé à la direction de la caméra.

Stationner à environ 5 mètres de la caméra.

Faire en sorte que les personnes ne stationnent pas devant la caméra.

Utilisation de l'application :

- **[Your file name here]** Création d'un fichier Excel ou ouverture d'un fichier existant. Le nom doit être écrit de cette manière : Site_AnneemoisJour. Exemple : Fondry_20240419
- **[Your content + Add]** Ajouter le nombre de personnes qui passe devant soi en écrivant dans **Your content** et en appuyant sur **Add**. A chaque ajout, le nombre de personnes et l'heure seront encodés dans le fichier. Il faut entrer seulement des chiffres et non des mots.
- Par facilité, si une personne passe, appuyer sur la bulle +1.
- **[Last Row Value]** Indique le dernier encodage.
- **[Remove Last Row]** Possibilité de supprimer la dernière ligne si erreur d'encodage.

Remplir la fiche de prestations chaque journée de travail et me l'envoyer à la fin du contrat.

Envoyer le fichier Excel à l'adresse mail suivante chaque jour : clemence.pauly@uliege.be

Informations

Ta mission : compter le nombre de personnes passant devant les caméras afin de vérifier si elles détectent tout le monde.

Your mission: count the number of people passing in front of the cameras to check if they detect everyone.

Projet dans lequel s'imbrique cette mission : analyse de la fréquentation touristique des espaces naturels en Wallonie.

Project in which this mission fits in: analysis of tourist use of natural areas in Wallonia.

Pour qui tu travailles ? Pour l'Université de Liège. Elle-même travaillant pour la Commission Générale du Tourisme.

Who do you work for? For the University of Liège. She herself works for the General Tourism Commission.

Si les passants veulent plus d'informations, leur faire scanner le QR-Code suivant :





Annexe 4 : Mode d'emploi utilisateur du Dashboard Proximus

Le guide est placé dans un document spécifique associé à cette version du rapport final.

Annexe 5 : Liste des congés en Belgique durant la période de monitoring

	Année	Occasion	Date Wallonie	Date Flandre
Férié	2023	Fête du travail	01-05-23	01-05-23
		Ascension	18-05-23	18-05-23
		Pont ascension	19-05-23	19-05-23
		Pentecôte	29-05-23	29-05-23
		Fête nationale	21-07-23	21-07-23
		Pont assomption	14-08-23	14-08-23
		Assomption	15-08-23	15-08-23
		Fête communauté française	27-09-23	27-09-23
		Toussaint	01-11-23	01-11-23
		Armistice	11-11-23	11-11-23
		Noël	25-12-23	25-12-23
	2024	Jour de l'an	01-01-24	01-01-24
		Lundi de Pâques	01-04-24	01-04-24
		Fête du travail	01-05-24	01-05-24
		Ascension	09-05-24	09-05-24
		Pont Ascension	10-05-24	10-05-24
		Pentecôte	20-05-24	20-05-24
		Fête nationale	21-07-24	21-07-24
		Assomption	15-08-24	15-08-24
		Pont assomption	16-08-24	16-08-24
Vacances	2023	Détente	18-02-23 au 05-03-23	18-02-23 au 26-02-23
		Printemps	29-04-23 au 14-05-23	01-04-23 au 16-04-23
		Été	08-07-23 au 27-08-23	01-07-23 au 31-08-23
		Automne	21-10-23 au 05-11-23	28-10-23 au 05-11-23
		Hiver	23-12-23 au 07-01-24	23-12-23 au 07-01-24
		Détente	24-02-24 au 10-03-24	12-02-24 au 18-02-24
	2024	Printemps	27-04-24 au 12-05-24	30-03-24 au 14-04-24
		Été	06-07-24 au 27-08-24	29-06-24 au 01-09-24

Annexe 6 : Liste des congés en Allemagne durant la période de monitoring

	Année	Occasion	Date RW	Date RP
Férié	2023	Fête du travail	01-05-23	01-05-23
		Ascension	18-05-23	18-05-23
		Pont ascension	19-05-23	19-05-23
		Pentecôte	29-05-23	29-05-23
		Fête dieu	30-05-23	30-05-23
		Pont assomption	14-08-23	14-08-23
		Assomption	15-08-23	15-08-23
		Pont unité allemande	02-10-23	02-10-23
		Jour de l'unité allemande	03-10-23	03-10-23
		Toussaint	01-11-23	01-11-23
		Armistice	11-11-23	11-11-23
		Noël	25-12-23	25-12-23
		Fête de la saint etienne	26-12-23	26-12-23
	2024	Jour de l'an	01-01-24	01-01-24
		Vendredi saint	29-03-24	29-03-24
		Lundi de Pâques	01-04-24	01-04-24
		Fête du travail	01-05-24	01-05-24
		Ascension	09-05-24	09-05-24
		Pont Ascension	10-05-24	10-05-24
		Pentecôte	20-05-24	20-05-24
		Fête dieu	30-05-24	30-05-24
		Pont fête dieu	31-05-24	31-05-24
		Assomption	15-08-24	15-08-24
		Pont assomption	16-08-24	16-08-24
Vacances	2023	Détente	01-04-23 au 16-04-23	03-04-23 au 06-04-23
		Printemps	30-05-23	30-05-23 au 07-06-23
		Été	24-06-23 au 06-08-23	22-07-23 au 03-09-23
		Automne	30-09-23 au 15-10-23	14-10-23 au 27-10-23
	2024	Hiver	21-12-23 au 07-01-24	23-12-23 au 07-01-24
		Détente	23-03-24 au 07-04-24	23-03-24 au 02-04-24
		Printemps	21-05-24	21-05-24 au 29-05-24
		Été	06-07-24 au 20-08-24	15-07-24 au 23-08-24

Annexe 7 : Liste des congés au Pays-Bas durant la période de monitoring

	Date	Occasion	Date
Férié	2023	Fête du roi	27-04-23
		Pont fête du roi	28-04-23
		Jour de libération	05-mai
		Ascension	18-05-23
		Pont ascension	19-05-23
		Pentecôte	29-05-23
		Pont assumption	14-08-23
		Assomption	15-08-23
		Toussaint	01-11-23
		Noël	25-12-23
		Lendemain Noel	26-12-23
	2024	Jour de l'an	01-01-24
		Vendredi saint	29-03-24
		Lundi de Pâques	01-04-24
		Fête du roi	27-04-24
		Jour de libération	05-05-24
		Ascension	09-05-24
		Pont Ascension	10-05-24
		Pentecôte	20-05-24
		Assomption	15-05-24
		Pont assumption	16-08-24
Vacances	2023	Détente	18-02-23 au 26-02-23
		Printemps	29-04-23 au 07-05-23
		Été	15-07-23 au 27-08-23
		Automne	14-10-23 au 22-10-23
	2024	Hiver	23-12-23 au 07-01-24
		Détente	10-02-24 au 18-02-24
		Printemps	27-04-24 au 05-05-24
		Été	6-07-24 u 18-08-24

Annexe 8 : Liste des congés en France durant la période de monitoring

	Année	Occasion	Date
Férié	2023	Fête du travail	01-05-23
		Fête de la victoire	08-05-23
		Ascension	18-05-23
		Pont ascension	19-05-23
		Pentecôte	29-05-23
		Fête nationale	14-07-23
		Pont assomption	14-08-23
		Assomption	15-08-23
		Toussaint	01-11-23
		Armistice	11-11-23
		Noël	25-12-23
	2024	Jour de l'an	01-01-24
		Lundi de Pâques	01-04-24
		Fête du travail	01-05-24
		Fête de la victoire	08-05-24
		Ascension	09-05-24
		Pont Ascension	10-05-24
		Pentecôte	20-05-24
		Fête nationale	14-07-24
		Assomption	15-08-24
		Pont assomption	16-08-24
Vacances	2023	Détente	11-02-23 au 26-02-23
		Printemps	15-04-23 au 30-04-23
		Été	08-07-23 au 30-08-23
		Automne	21-10-23 au 05-11-23
	2024	Hiver	23-12-23 au 07-01-24
		Détente	24-02-24 au 10-03-24
		Printemps	20-04-24 au 05-05-24
		Été	> 06-07-24

Annexe 9 : Attractions touristiques

Les **attractions touristiques** sont représentées par une couche de polygones. Chaque attraction est caractérisée par un identifiant, un nom, la commune d'implantation, une catégorie, le code INS, la couche d'origine, le statut et une classe de taille (allant de 0 à 4, 0 correspondant au statut fermé ou inconnu). Le statut est une information clé : il indique si l'attraction est fermée, temporairement fermée, ouverte, ouverte sans données de fréquentation depuis 2022, ou son statut est inconnu. Toutes les attractions fermées seront exclues de l'analyse.

Tableau 9.1 : Liste des attractions répertoriées sur les différentes zones GSM avec leur statut et leur classe de taille

Zone GSM	TOTAL	STATUT		COMMUNE	NOM (classe)
Baraque Michel	4	Fermé	0	Waimes Malmedy	Château de Reinhardstein (2) Maison du parc-Botrange (2) Malmundarium (2) Robertville-les-Bains (3)
		Inconnu	0		
		Ouvert	4		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Daverdisse	4	Fermé	1	Tellin Libin	Ancienne fonderie des cloches (1) MUDIA (2) Euro Space center (4)
		Inconnu	0		
		Ouvert	3		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Fondry	8	Fermé	0	Viroinval Couvin	Brasserie des Fagnes (4) Bunker d'Hitler (2) EcoMusée du Viroin (1) Espace Arthur Masson (3) Grottes de Neptune (2) Karting des Fagnes (3) Musée CFV3V (2) Musée du Malgré-tout (2)
		Inconnu	0		
		Ouvert	8		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Helle	3	Fermé	0	Waimes	Château de Reinhardstein (2) Maison du parc-Botrange (2) Robertville-les-Bains (3)
		Inconnu	0		
		Ouvert	3		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Hermeton	8	Fermé	1	(Philippeville) Hastière Anhée Dinant Onhay	Abbaye de Mardesous (4) Château et Jardins de Freyr/Meuse (2) Dinant aventure (3) Dinant evasion-kayaks(4) grottes du Pont d'Arcole (2) Musée du train miniature (1) Ruines de Montaigle (2) Gambrinus du Pont d'Arcole (0)
		Inconnu	0		
		Ouvert	7		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Herou	9	Fermé	0	La roche en ardenne Houffalize Manhay	Ardennes Aventure – Descente de l'Ourthe (2) Cyril Chocolat (1) Musée de la bataille des Ardennes (2) Outdoor Centre – Descente de l'Ourthe (1) Parc Chlorophylle (4)
		Inconnu	0		
		Ouvert	7		
		Ouvert mais pas d'information	2		

					Parc à gibier de la Roche (3) Ruines du château féodal de la Roche (4) Barrage et lac de Nisramont (0) Les grès de la Roche (0)
Jambon	4	Fermé	0	Bouillon Vresse sur semois	Ardoissale (1) Le centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1) Parc animalier entre ferme et forêt (0) Recréalle (4)
		Inconnu	1		
		Ouvert	3		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Ninglinspo	10	Fermé	0	Spa Stavelot Theux Aiwaylle Stoumont	Chateau de Franchimont (2) Coo Kayak (2) Grottes de Remouchamps (4) Monde sauvage Safari Parc (4) Musée de Décembre 44 (2) Museum de la Lessive (2) Musees de la Ville d'eaux (1) Parc Forestia (4) Pierre Pouhou-le-Grand (2) Thermes de Spa (4)
		Inconnu	0		
		Ouvert	10		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Pairées	10	Fermé	0	Tellin Rocheft Houyet	Ancienne fonderie des cloches (1) Chateau de Lavaux-Ste-Anne (2) EcoMuseum La Besace (1) Grotte de Lorette (2) Grottes de Han (4) Han d'Antan (3) Malagne - la Gallo-Romaine (2) Préhistohan (4) Reserve d'Animaux sauvages (4) Vestiges du Chateau Comtal (1)
		Inconnu	0		
		Ouvert	10		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Nisramont	8	Fermé	0	La roche en ardenne Houffalize	Ardenne Aventure - Descente de l'Ourthe (2) Barrage et Lac de Nisramont (0) Houtopia (3) Les Grès de La Roche (0) Museum de la Bataille des Ardenne (2) Outdoor Centre - Descente de l'Ourthe (1) Parc à gibier de La Roche (3) Ruines du Chateau Féodal de La Roche (4)
		Inconnu	0		
		Ouvert	6		
		Ouvert mais pas d'information	2		
Rochehaut Falloises	10	Fermé	0	Bouillon Vresse sur semois	Agri-Musée (0) Archéoscope Godefroid de Bouillon (2) Ardoissale (1) Chateau fort de Bouillon (4) Karting Bouillon (0) Le Centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1) Museum ducal (2) Parc animalier Entre ferme et forêt (0) Parc animalier de Bouillon (4)
		Inconnu	2		
		Ouvert	7		
		Ouvert mais pas d'information	1		

					Recréalle (4)
Rochehaut Laviot	10	Fermé	0	Bouillon Vresse sur semois	Agri-Musée (0) Archéoscope Godefroid de Bouillon (2) Ardoisalle (1) Chateau fort de Bouillon (4) Karting Bouillon (0) Le Centre d'interprétation d'art de l'école de Vresse (1) Musée ducal (2) Parc animalier Entre ferme et forêt (0) Parc animalier de Bouillon (4) Recréalle (4)
		Inconnu	2		
		Ouvert	7		
		Ouvert mais pas d'information	1		
Ry de Rome	4	Fermé	0	Couvin	Brasserie des Fagnes (4) Bunker d'Hitler (2) Grottes de Neptune (2) Karting des Fagnes (3)
		Inconnu	0		
		Ouvert	4		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Saint-Hubert	2	Fermé	0	Saint-Hubert	Musées du Fourneau St Michel (2) Parc à Gibier de St Hubert (2)
		Inconnu	0		
		Ouvert	2		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Solwaster	4	Fermé	0	Spa Waimes	Maison du Parc - Botrange (centre nature) (2) Musée de la Forêt et des Eaux Pierre Noé (2) Pierre Pouhon-le-Grand (2) Thermes de Spa (4)
		Inconnu	0		
		Ouvert	4		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Songes	2	Fermé	0	Bertrix Bouillon	Au coeur de l'Ardoise (2) La ferme des Fées (1)
		Inconnu	0		
		Ouvert	2		
		Ouvert mais pas d'information	0		
Furfooz	11	Fermé	0	Dinant Houyet Hastière	EcoMusée La Besace (1) Maison du Patrimoine Mosan (2) Grotte La Merveilleuse (2) Chateau et Jardins de Freyr/Meuse (2) Chateau de Vêves (3) Parc de Furfooz (3) Dinant Aventure (3) Citadelle de Dinant (4) Dinant Evasion - kayak (4)
		Inconnu	2		
		Ouvert	9		
		Ouvert mais pas d'information	0		

Annexe 10 : Hébergements

Les **hébergements** sont représentés par une couche de points comprenant 4 528 entités. Chaque hébergement est défini par plusieurs caractéristiques : le type d'offre, la capacité et les coordonnées géographiques. L'offre peut inclure un gîte, un hôtel, une chambre d'hôtes, un Budget Holiday, un camping, un logement meublé, un village de vacances, un simple hébergement ou un autre hébergement. La capacité en lits par hébergement varie de 0 à 674.

Les zones d'études comprennent de l'ordre de 2.300 hébergements pour 30.180 lits et l'ensemble avec les zones périphériques = 59.500 lits pour 4.437 logements dont la capacité est connue (voir Tableau 11.1).

Annexe 11 : Randonnées reconnues

Les **randonnées reconnues** sont représentées par une couche poly-lignes comprenant 1 072 entités. Dans ArcGIS Pro, la longueur de chaque randonnée est calculée (km) avant d'intersecter la couche avec les zones GSM. Le résultat est ensuite exporté sous forme de table CSV. Dans R, les doublons sont supprimés en additionnant les longueurs des segments d'une même balade présents dans la zone GSM. Il est possible de calculer la proportion de chaque randonnée initiale présente sur la zone GSM. Ainsi, chaque entité dans une zone GSM correspond à une randonnée qui a été intersectée avec cette zone, elle peut être entière ou non.

Tableau 11.1 : Nombre de randonnées reconnues et d'hébergements dans chaque zone GSM

Zone GSM	Nombre d'entités de randonnées reconnues	Nombre de km de randonnées	Nombre d'entités hébergement	Somme des capacités en lits
Baraque Michel	22	149	179	2075
Daverdisse	83	616	119	1203
Fondry	15	151	100	1275
Helle	11	37	129	1484
Hermeton	78	517	87	1553
Herou	106	616	137	2239
Jambon	80	520	204	2208
Ninglinspo	123	915	184	1766
Pairées	95	664	135	3017
Nisramont	111	671	158	1698
Rochehaut Falloises	94	728	231	2936
Rochehaut Laviot	101	783	273	3517
Ry de Rome	10	88	65	1107
Saint-Hubert	95	768	79	1449
Solwaster	33	247	160	1860
Songes	52	562	116	1261
Furfooz	111	874	114	2018
Total	1109	8032	2302	30180
