



# Rapport technique



**Étude de la fréquentation humaine sur le Plateau de Champfromier-Chalam : Résultats de la pré-étude réalisée en 2023-2024**



#### RÉDACTION :

#### Groupe Tétrás Jura

(Vincent GARDET,  
Alexandra DEPRAZ)

#### A Rocha France

(Timothée SCHWARTZ)

#### Groupe Tétrás Jura

9 impasse du Tacon  
39370 Les Bouchoux  
+33 (0) 3 84 41 13 20

[contact@groupe-tetras-jura.org](mailto:contact@groupe-tetras-jura.org)

#### A Rocha France

Domaine des Courmettes  
Route de Courmettes  
06140 Tourrettes sur Loup  
+33 (0)4 92 11 02 32

[france@arocha.org](mailto:france@arocha.org)

## Étude de la fréquentation humaine sur le Plateau de Champfromier-Chalam : Rapport de fin de la pré-étude 2023-2024

La fréquentation anthropique est un facteur de déclin important pour de nombreuses espèces. Cependant, il existe peu de méthodes permettant de la décrire. Cette étude propose un protocole pour quantifier et qualifier la fréquentation de façon spatiale et temporelle. Pour ce faire, nous avons déployé un réseau assez dense d'appareils photographiques à déclenchement automatique sur le plateau de Champfromier-Chalam pendant une année. Si cette première étude n'est pas exempte de biais, elle permet de décrire l'utilisation de ce milieu par l'homme et d'enrichir les discussions concernant de potentielles actions de conservation.

#### STRUCTURES :



#### Groupe Tétrás Jura (GTJ)

Conception du projet, étude sociologique, mise en place et relève des appareils, analyse des résultats, discussion, rédaction

#### A Rocha France

Timothée Schwartz (biostatisticien et directeur scientifique)

Conception du projet, accompagnement scientifique, analyse des résultats (étude temporelle notamment), discussion



#### PARTENAIRES TECHNIQUES



#### PARTENAIRES FINANCIERS



Nous remercions également les mairies et les propriétaires forestiers nous ayant permis d'installer des appareils photographiques à déclenchement automatique sur leurs parcelles.

## Table des matières

I.	Introduction .....	7
1.	Contexte.....	7
2.	Objectifs.....	8
II.	Matériel et méthodes .....	9
1.	Zone d'étude.....	9
2.	Étude sociétale .....	9
3.	Étude quantitative de la fréquentation.....	10
a.	Présentation du dispositif.....	10
b.	Mise en place des appareils-photo sur le terrain.....	11
c.	Définitions et filtrage des données.....	12
d.	Interprétation des images .....	12
e.	Analyse statistique .....	13
f.	Schéma récapitulatif .....	15
III.	Résultats .....	16
1.	Données sociétales.....	16
a.	Représentation des forêts jurassiennes par les enquêtés.....	16
b.	Résultats des entretiens .....	17
2.	Données quantitatives.....	19
a.	Nombre de données .....	19
b.	Résultats d'identification des sujets des photos.....	20
c.	Caractérisation de la fréquentation anthropique .....	23
1.	Évolution temporelle.....	23
i.	Fonctionnement des appareils et nombre de données par mois.....	23
ii.	Fréquentation globale .....	24
iii.	Fréquentation hors des infrastructures principales brute .....	25
iv.	Fréquentation hors des infrastructures principales pondérée.....	27
v.	Table récapitulative.....	29
2.	Évolution spatiale .....	30
i.	Fonctionnement des appareils .....	30
ii.	Nombre de données .....	31
iii.	Nombre de données en fonction de la période .....	35
IV.	Discussion.....	38
1.	Rappel des objectifs.....	38
2.	Volet sociologique : perceptions, pratiques et acceptabilité .....	38
3.	Variation temporelle de la fréquentation.....	39

a.	Fréquentation globale sur le massif .....	39
b.	Relation entre fréquentation globale et fréquentation hors des infrastructures principales .....	40
c.	Caractérisation de la fréquentation hors des infrastructures principales .....	41
4.	Variation spatiale de la fréquentation sur les différents types d'infrastructures .....	42
5.	Impacts de la fréquentation anthropique sur le Grand tétras .....	42
6.	Qualification de la fréquentation hors-tout et impact potentiel sur la faune sensible ....	43
7.	Pertinence du protocole et perspectives.....	44
8.	Limites de l'étude.....	45
a.	Tableau de résumé.....	45
b.	Dysfonctionnement des appareils : vision partielle de la fréquentation globale.....	46
9.	Conclusion .....	47
V.	Annexes .....	48
1.	Annexe 1 : Grille d'entretien des pratiquant.es .....	48
2.	Annexe 2 : Ancien lien du questionnaire.....	49
3.	Annexe 3 : Grille du questionnaire .....	49
4.	Annexe 4 : Lien de l'analyse du questionnaire d'Hortense Mermillon.....	54
5.	Annexe 5 : Grille d'entretien des structures.....	55
6.	Annexe 6 : Liste des acteurs contactés .....	58
7.	Annexe 7 : Liste des acteurs interrogés .....	58
VI.	Bibliographie.....	59

## Figures :

Figure 1 :	Emplacement de la zone d'étude.....	9
Figure 2 :	Mailles utilisées lors du tirage et localisation des appareils photographiques à déclenchement automatique .....	11
Figure 3 :	Capture d'écran du logiciel Deepfaune (v1.0.1) .....	12
Figure 4 :	Schéma récapitulatif des différents types de fréquentation et des différentes catégories de appareils. ....	15
Figure 5 :	Représentation des forêts du massif jurassien .....	16
Figure 6 :	Fréquentation des forêts jurassiennes .....	17
Figure 7 :	Pratique du hors-piste .....	18
Figure 8 :	Nombre de données vides et indéfinies par rapport au volume total de données (n=159 483) .....	19
Figure 9 :	Nombre de données selon la catégorie du piège, en excluant les données vides et indéfinies. (n=122 381).....	19
Figure 10 :	Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées sur les appareils d'entrée-sortie. (n=123 268).....	20

Figure 11 : Résultat d'identification des données sur les appareils d'entrée-sortie, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. (n=108 706).....	20
Figure 12 : Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées sur infrastructures secondaires. (n=27 906) .....	21
Figure 13 : Résultat d'identification des données sur les itinéraires secondaires, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. (n=9 750) .....	21
Figure 14 : Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées en hors-tout. (n=8 309) .....	22
Figure 15 : Résultat d'identification des données en hors-tout, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. (n=1 702) .....	22
Figure 16 : Pourcentage moyen de fonctionnement des appareils photographiques à déclenchement automatique par mois. Les barres d'erreur représentent les écarts-type associés. (n=45) De plus amples informations sur le pourcentage de fonctionnement par piège sont présentés en IV.2.c.2.i. Les données datent de juin 2023 à mai 2024. ....	23
Figure 17 : Nombre de données collectées par mois, tous taxons confondus. (n=159 463). Les données datent de juin 2023 à mai 2024. ....	23
Figure 18 : Fréquentation anthropique totale du massif selon (a) le jour de la semaine, (b) le mois et (c) la saison. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.....	24
Figure 19 : Fréquentation anthropique en hors-piste du massif selon (a) le jour de la semaine et (b) le mois. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024. ....	25
Figure 20 : Répartition de la fréquentation anthropique hors-piste selon (a&b) la saison et (c&d) le jour de la semaine, en fonction de la catégorie du piège : (a&c) en hors-tout et (b&d) sur infrastructures secondaires. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.....	26
Figure 21 : Fréquentation anthropique hors-piste pondérée du massif selon (a) le jour de la semaine, (b) le mois et (c) la saison. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.....	27
Figure 22 : Variation de la fréquentation anthropique en hors-piste selon (a&b) la saison et (c&d) le jour de la semaine, en fonction de la catégorie du piège : (a&c) en hors-tout et (b&d) sur infrastructures secondaires. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.....	28
Figure 23 : Pourcentage de fonctionnement par piège photographique. Le pourcentage est exprimé en utilisant une jauge : plus la jauge est remplie de couleur, plus le pourcentage de fonctionnement du piège est important. ....	30
Figure 24 : Nombre de données collectées par piège photographique, en excluant les données vides et indéfinies (n=107 392) .....	31
Figure 25 : Nombre de données anthropiques (chien + équidé + humain + véhicule) par piège photographique (n=100 719) .....	32

Figure 26 : Nombre de données de chiens par piège photographique (n=2 528) .....	33
Figure 27 : Nombre de données de chevaux (équidés) par piège photographique (n=205) .....	33
Figure 28 : Nombre de données d'humains par piège photographique (n=85 558) .....	34
Figure 29 : Nombre de données de véhicules par piège photographique (n=12 428).....	34
Figure 30 : Pourcentage de fonctionnement des appareils en fonction de la période. Le pourcentage est exprimé en utilisant deux jauges : pour chacune d'entre elles, plus la jauge est remplie de couleur, plus le pourcentage de fonctionnement du piège pendant la période est important. La jauge de gauche, remplie en rouge, représente le taux de fonctionnement durant la période sensible uniquement (15 décembre au 30 juin). La jauge de droite, remplie en bleu, représente le taux de fonctionnement durant la période non sensible uniquement (1 <sup>er</sup> juillet au 14 décembre).....	35
Figure 31 : Sensibilité des données de chiens par piège photographique en fonction de la période (n=2 528) .....	36
Figure 32 : Sensibilité des données de chevaux (équidés) par piège photographique en fonction de la période (n=205) .....	36
Figure 33 : Sensibilité des données d'humains par piège photographique en fonction de la période (n=85 558) .....	37
Figure 34 : Sensibilité des données de véhicules par piège photographique en fonction de la période (n=12 428).....	37
Figure 35 : à gauche : Résultat d'identification des données sur les itinéraires secondaires, en écartant les données vides et indéfinies (n=9 750) ; à droite : Même figure, mais cette fois en écartant également les données des appareils situés sur des infrastructures de Petite Randonnée (n=4 185). Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. ....	46

**Tableaux :**

Tableau 1 : Tableau centralisant les informations tirées des graphiques issus des modèles statistiques décrivant les différents types de fréquentation. Le texte en italique indique une relation non significative. « > » signifie « supérieur, par rapport à ». Les numéros dans des carrés gris correspondent au numéro de la figure présentant graphiquement le test statistique de la case.....	29
Tableau 2 : Pourcentage moyen de fonctionnement par catégorie de appareils en fonction de la période.....	30

# I. INTRODUCTION

## 1. CONTEXTE

Les conséquences du changement climatique sont nombreuses : augmentation de la température moyenne globale, augmentation de la fréquence de phénomènes météorologiques extrêmes, acidification des océans, etc. Les impacts de ce phénomène s'illustrent aussi à plus petite échelle : le massif jurassien ne fait pas exception et est, lui aussi, touché par le changement climatique.

Une de ces conséquences indirectes concerne l'augmentation de la fréquentation humaine dans les forêts d'altitude. En effet, les secteurs où la neige est encore présente se raréfient peu à peu. Or, le nombre de pratiquants de sports d'hiver est toujours plus grande et devient de plus en plus concentrée sur les derniers espaces enneigés. De plus, les étés étant de plus en plus chauds, la recherche de la fraîcheur peut motiver des déplacements saisonniers. Une part des vacanciers pourraient également chercher à éviter la foule durant la saison estivale. L'image « sauvage » vantée par les structures de tourisme peut contribuer à attirer un public amateur de dépaysement, recherchant des lieux encore perçus comme intacts.

Cette augmentation s'observe tout particulièrement depuis la pandémie de Covid-19 : des publics nouveaux arrivent en montagne et de nouvelles pratiques émergent, ce qui multiplie l'impact de l'homme sur les milieux et les espèces. Par ailleurs des changements de mode de vie et de routine quotidienne notamment avec l'émergence du télétravail favorise la recherche d'activité physique de pleine nature (Hedenborg et al. 2024).

Or, la fréquentation humaine est déjà connue pour avoir un impact sur la faune sauvage. En effet les activités humaines dans les forêts d'altitudes sont associées à des modifications quantifiables dans la distribution spatiale, le comportement et la survie de la faune sauvage (Bötsch et al. 2018). Les activités récréatives telles que le ski, l'escalade, la randonnée ou la présence de chien sont liés à un déclin de la densité et de la diversité des espèces aviaires. Ces activités peuvent se révéler particulièrement impactantes, surtout lorsqu'elles sont réalisées dans des secteurs encore relativement épargnés par la présence humaine.

Les zones naturelles protégées européennes doivent alors faire face à une fréquentation exceptionnelle, avec un afflux important de visiteurs (Pröbstl-Haider, Gugereil, et Maruthaveeran 2023). Ce défi s'accompagne d'une recrudescence de comportements inappropriés ou interdits, tels que la sortie des sentiers balisés ou la présence de chiens dans des zones non autorisées (McGinlay et al. 2020).

Le travail d'évaluation de la pression exercée par les visiteurs sur les milieux naturels est fondamental dans ce contexte. En identifiant la fréquentation humaine dans l'espace et dans le temps, les gestionnaires peuvent mieux comprendre la physiologie de cette perturbation, notamment en période sensible pour la faune sauvage. Ces indices s'avèrent précieux pour anticiper les actions de préservation, mais aussi pour déployer des outils de conciliation entre la quiétude de la faune sauvage et les activités de pleine nature.

Ce travail permet notamment de comprendre comment mieux concilier la préservation de la biodiversité et l'accueil du public. En effet, la forêt est un lieu de détente et de récréation chère à la population locale et au public. C'est aussi un lieu important à l'éducation à l'environnement et il ne s'agit pas d'en interdire l'accès mais d'organiser au mieux celle-ci de manière à en minimiser l'impact. Grâce aux données de fréquentation, les acteurs de la conservation peuvent dialoguer avec les autres acteurs du territoire et construire ensemble des solutions équilibrées et durables en termes de fréquentation des forêts. En choisissant notamment quelles infrastructures sont

balisées et les pratiques sportives concernées par chaque itinéraire, les gestionnaires disposent de leviers pour moduler ou alléger l'impact de la fréquentation sur les milieux concernés.

Cependant, il n'existe pas encore de méthode scientifique rigoureuse à l'échelle du territoire permettant de qualifier et de quantifier de façon fiable la fréquentation d'un espace.

**Ainsi, nous proposons ici un protocole visant à mieux quantifier et caractériser la fréquentation humaine des forêts d'altitude du massif jurassien.**

## 2. OBJECTIFS

**L'objectif principal de l'étude visait à créer un protocole permettant de répondre aux questions suivantes :**

1. Quelle est la **fréquentation globale des massifs** ? Quel est le niveau de fréquentation hors-piste dans les massifs ?
2. **Les infrastructures touristiques et forestières favorisent-elles la fréquentation et le hors-piste ?**
3. **Existe-t-il des zones non fréquentées** (zones refuges) ?
4. Y a-t-il des **variations saisonnières et journalières de la fréquentation** ?
5. Quels sont les **facteurs favorisant la pratique du hors-piste** ? Qui sont les amateurs de hors-piste ?

Ces questions se déclinent au sein des objectifs suivants :

### Acquisition de données environnementales :

- Définir le flux global d'un massif et le rapporter à la fréquentation hors-piste
- Qualifier la fréquentation hors-piste : est-elle aléatoire ou structurée et favorisée par les infrastructures touristiques et non touristique
- Cartographier des zones fréquentées, et identifier les zones refuges
- Disposer d'indicateurs fiables pour un suivi dans le temps

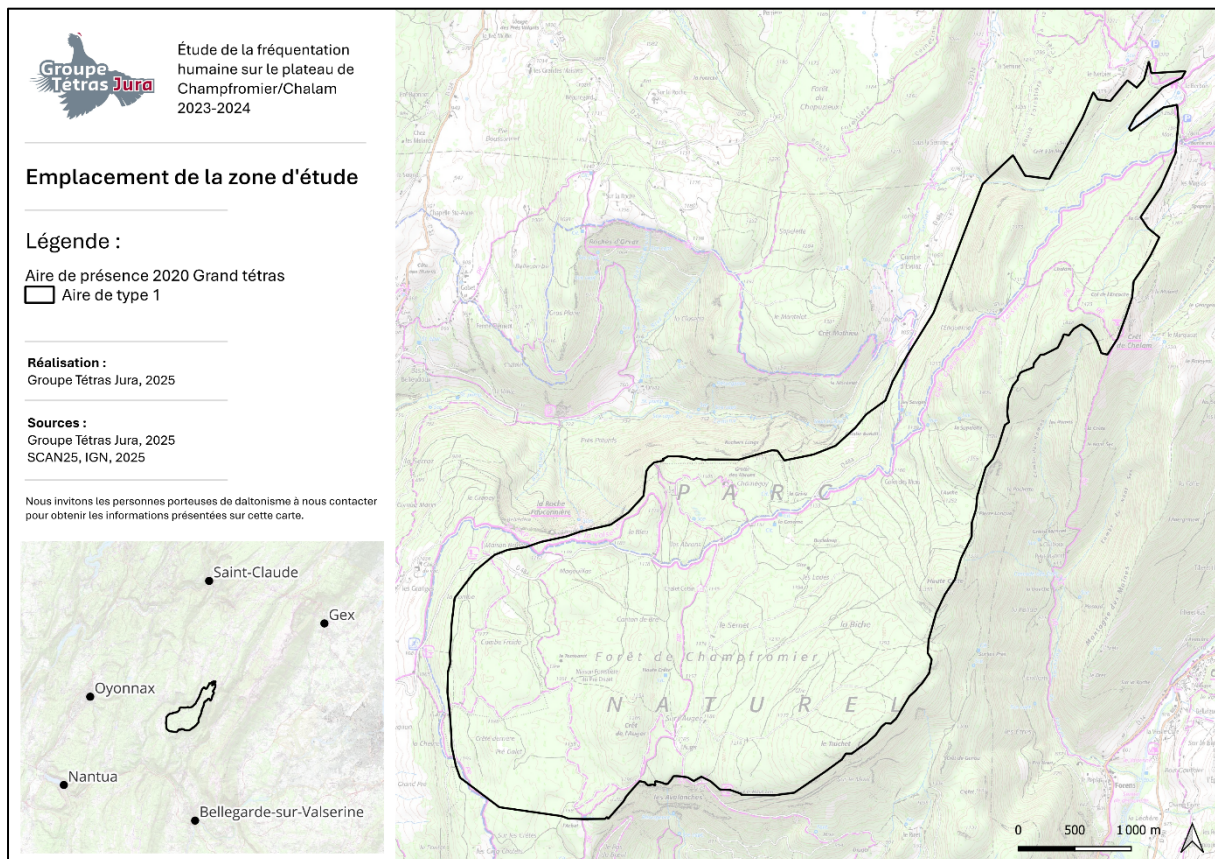
### Acquisition de données sociétales :

- Comprendre qui sont les pratiquants de hors-piste
- Définir les éléments qui favorisent ou incitent à la pratique du hors-piste
- Identifier les leviers permettant de réduire le hors-piste
- Adapter les messages et les outils

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. ZONE D'ÉTUDE

La zone concernée par l'étude est l'aire de présence régulière (type I) du Grand tétras sur le plateau de Champfromier/Chalam (Figure 1). D'une superficie de 1568 hectares elle se situe dans le département de l'Ain, sur les communes de La Pesse, Champfromier, Montanges et Giron.



### 2. ÉTUDE SOCIÉTALE

La question sociétale de l'étude a été traitée par deux stagiaires (Hortense Mermillon, licence Gestion des espaces naturels de loisirs et Jimmy Toulouse, Master I Gestion et évaluation des environnements montagnards).

La première phase a consisté en une étude préliminaire combinant relevés de traces hors-piste (relevés effectués lors de sorties à ski) et des comptages du nombre de pratiquants de raquettes et ski de fond sur le parking principal de la zone d'étude. Ces sources d'information ont été complétées par une enquête en ligne, dont le contenu est disponible en Annexe 1.

La seconde phase de l'étude a cherché à répondre à la question suivante : Comment mieux concilier usages et représentations des pratiquants avec les mesures mises en place pour la conservation de la biodiversité des forêts d'altitude jurassiennes ?

Deux méthodes ont été mobilisées : questionnaires et entretiens semi-directifs (voir annexes). Jimmy Toulouse a été accompagné par Patricia Girardet (docteur en science de l'éducation).

### 3. ÉTUDE QUANTITATIVE DE LA FRÉQUENTATION

#### a. PRÉSENTATION DU DISPOSITIF

L'étude de la fréquentation sur le plateau de Champfromier-Chalam a consisté d'une part, à mesurer la fréquentation globale du massif en se concentrant sur les principaux points d'entrée-sortie du massif, et d'autre part à mesurer la fréquentation en dehors des infrastructures principales du massif (décrits ci-après).

Nous avons choisi de mesurer la fréquentation au moyen d'appareils photo disposés au sein du massif. **45 appareils photographiques à déclenchement automatique** ont ainsi été mobilisés pour cette étude :

- **5 appareils**, modèle HC500 HyperFire Semi-Covert IR de la marque Browning, ont été placés sur les axes principaux d'**entrée-sortie** du massif. Ils ont servi à évaluer la fréquentation totale sur la zone d'étude. La localisation de ces appareils a été choisie par le GTJ, sur la base de ses connaissances de terrain.
- Les 40 autres appareils, modèle SG2060-X de la marque Bolyguard, ont été répartis au sein de la zone d'étude afin de mesurer la fréquentation hors-piste. Afin de définir aléatoirement leur emplacement, **un maillage en quadrats de 100 mètres x 100 mètres** a été réalisé sur l'ensemble de l'aire de type I du Grand tétras sur le plateau de Champfromier-Chalam (Groupe Tétras Jura 2020). Les mailles intersectant la limite ont été supprimées.

Nous nous sommes appuyés sur différentes données cartographiques afin de stratifier la répartition des appareils photos. Elles seront définies par la suite comme « infrastructures principales ». Celles-ci comprennent :

- L'emplacement des dessertes forestières publiques, auprès de l'Office National des Forêts ;
- Les itinéraires balisés de ski de fond et de raquettes de la station de Giron 1000 ;
- Itinéraires de Grande Randonnée (Institut national de l'information géographique et forestière) ;
- Le cadastre sur la zone, demandé auprès du Ministère de la Cohésion des Territoires et des relations avec les collectivités territoriales

Ce protocole se concentre sur l'évaluation de la fréquentation hors des infrastructures principales plutôt que sur la mesure de la fréquentation du massif sur les sentiers principaux. Ainsi, **nous avons exclu les mailles intersectant un tampon de 20 mètres autour de ces infrastructures principales.**

**Les mailles intersectant au moins un itinéraire secondaire** (itinéraire indiqué sur les données IGN mais non considéré en tant qu'infrastructure principale) **ou une desserte forestière ont été classées en tant que « infrastructures secondaires ».** **Les autres mailles, sur laquelle aucun itinéraire, route ou piste forestière n'était connu, ont été classées en « hors-tout ».**

Néanmoins, ces catégories ont été redéfinies a posteriori, puisque des infrastructures non répertoriées dans l'inventaire initial ont été découvertes dans certaines mailles hors-tout. Ainsi, 23 appareils ont finalement été attribués dans la catégorie « infrastructures secondaires » et 17 en « hors-tout » (Figure 4).

Initialement, nous avons aléatoirement sélectionné 20 mailles parmi le nombre de mailles disponibles pour chacune des deux catégories (Figure 4). Une **demande d'autorisation** a été envoyée à chaque propriétaire forestier ayant des parcelles concernées afin de disposer un piège photographique pendant un an sur leur propriété. Les mailles où l'autorisation a été refusée ont

fait l'objet d'un second tirage. Lors de la phase de mise en place des appareils, nous nous sommes rendus sur chaque maille validée et avons disposé un piège de la façon suivante : au bord de la piste forestière / du chemin de randonnée pour les mailles en infrastructures secondaires, ou sur un emplacement suffisamment dégagé pour permettre de capter le passage d'un humain sur les mailles "hors-tout".

La localisation finale des appareils est présentée sur la Figure 2.

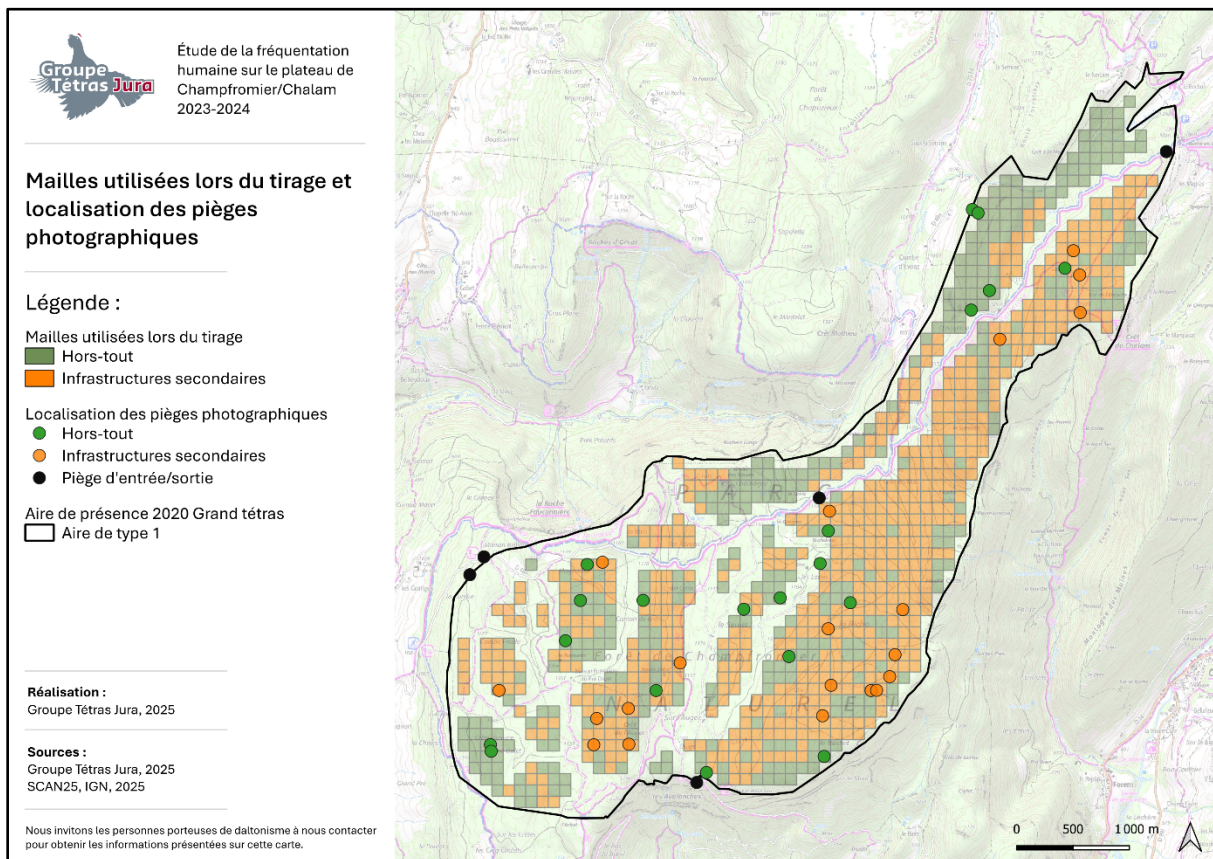


Figure 2 : Mailles utilisées lors du tirage et localisation des appareils photographiques à déclenchement automatique

#### b. MISE EN PLACE DES APPAREILS-PHOTO SUR LE TERRAIN

Les appareils ont été installés de façon progressive du 23 au 31 mai 2023, puis retirés entre le 05 juin et le 11 juillet 2024. La mise en place et la relève des appareils a été réalisée de la façon la plus optimisée possible, en réduisant autant que possible l'utilisation de véhicules notamment, afin de minimiser le dérangement produit par nos déplacements.

Afin de minimiser l'impact environnemental de l'étude, des piles lithium rechargeables de la marque PaleBlue ont initialement été utilisées. Cependant, après une phase de test, ces piles se sont révélées peu fiables : de nombreux appareils présentaient des arrêts ou des redémarrages intempestifs, réduisant fortement la qualité et la fiabilité des données récoltées. Elles ont donc été remplacées par des piles lithium Energizer non-rechargeables. Cette opération de remplacement a été réalisée en août 2023.

Dans cette étude, nous avons paramétré les appareils photo afin d'obtenir des **séquences constituées de trois photographies après chaque détection**. Cette rafale est effectuée en moins de 10 secondes.

#### c. DÉFINITIONS ET FILTRAGE DES DONNÉES

Les appareils photographiques à déclenchement automatique ne fonctionnent pas en continu : lorsqu'ils détectent un mouvement, ceux-ci enregistrent une séquence de trois photos. Sauf mention contraire, une **donnée sera ici définie comme une seule photographie**, indépendamment du nombre de sujets sur celle-ci.

**Seules les données entre le 01/06/2023 et le 30/05/2024 ont été analysées.** Les photos des opérateurs relevant les appareils ont été retirées afin de ne pas biaiser les résultats.

Avant la mise en place des piles Energizer plus fiables, les appareils pouvaient redémarrer spontanément. Le cas échéant, ceux-ci se réinitialisaient, ce qui avait pour conséquence de remettre la date au 01/01/2020. Une correction automatique des dates a été tentée puis abandonnée, en raison de la complexité de l'automatisation à mettre en place. Nous avons donc écarté ces données de l'analyse (voir IV.2.a.).

De même, les appareils d'entrée/sortie n'ont pas pu collecter de données entre le 16/07/2023 et le 24/08/2023, écartant cette période de l'analyse.

La **saison** sera par la suite définie comme suit : hiver = janvier, février, mars ; printemps = avril, mai, juin ; été = juillet, août, septembre ; automne = octobre, novembre, décembre.

#### d. INTERPRÉTATION DES IMAGES

Nous avons analysé les images au moyen du logiciel gratuit Deepfaune (v1.0.1), développé par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, <https://www.deepfaune.cnrs.fr>). Celui-ci permet d'identifier les sujets des photos et de les compter (Figure 3), puis de compiler les résultats dans un classeur Excel. Les données de véhicules peuvent inclure des photos de tous types de véhicules, incluant les voitures, de quads, de vélos, etc.

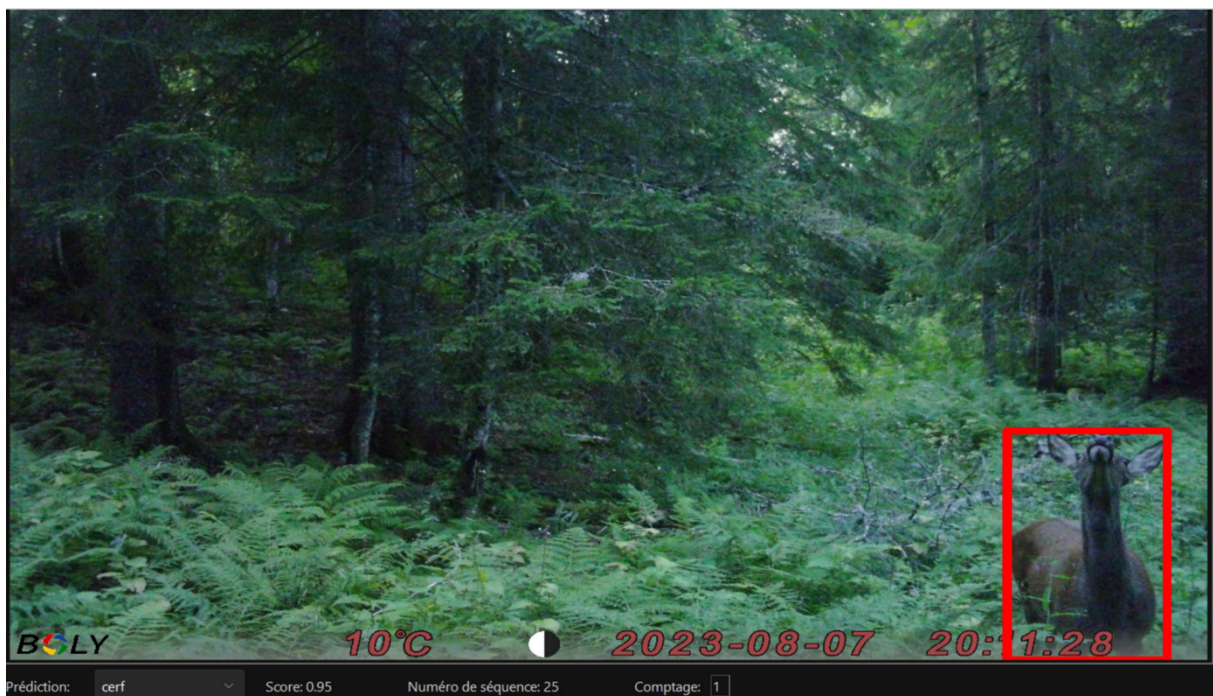


Figure 3 : Capture d'écran du logiciel Deepfaune (v1.0.1)

Une phase de test du logiciel a été réalisée sur un premier lot d'images, ce qui nous a permis de confirmer la fiabilité des résultats produits par Deepfaune et de les utiliser pour l'intégralité de l'étude. Nous nous sommes également appuyés sur les résultats fournis par les concepteurs du logiciel, qui indiquent de bons résultats pour la détection de l'homme et des grands mammifères (Ridouy et al. 2023).

**Deepfaune est spécifiquement conçu pour analyser les données issues d'appareils photographiques à déclenchement automatique.** Ainsi, chaque photographie a été analysée individuellement, puis la séquence en elle-même a ensuite été analysée pour permettre une identification plus fiable. En revanche, le logiciel a pour le moment une limite importante : une donnée ne peut être constituée que d'une seule espèce et un seul effectif par séquence (ou par photo). Cette limite pose un problème lorsque plusieurs espèces sont présentes au sein d'une même séquence (ou photo). Par exemple, lorsque des humains et des chiens sont identifiés sur une même séquence, Deepfaune ne fournit qu'un effectif pour l'une ou l'autre espèce pour la séquence entière. Afin de limiter l'impact de cette limite actuelle du logiciel, nous avons choisi dans l'analyse statistique temporelle (voir IV.2.c.1) de recalculer le nombre d'individus sur une séquence en additionnant le nombre d'individus par espèce sur chaque photographie de la séquence.

Dans les autres sections de ce rapport, notamment les parties IV.2.a&b, et IV.2.c.2, tous les résultats d'analyse présentés seront les résultats des séquences, mais le nombre de données indiqué sera celui du nombre de photographies.

#### e. ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons regroupé dans une même **classe « anthropique »** les données d'humains, de chiens, d'équidés et de véhicules, en sommant le nombre d'individus pour chacun des quatre types par séquence. Nous avons utilisé cette variable agrégée comme mesure de la fréquentation anthropique par les appareils photo.

Les appareils photographiques à déclenchement automatique ne fonctionnent pas en continu : ils enregistrent une séquence de trois photos lorsqu'ils détectent un mouvement, de jour ou de nuit. Leur détection, aussi élaborée puisse-t-elle être, reste imparfaite et partielle. De plus, les appareils peuvent présenter des dysfonctionnements. Il est également possible de capter les mêmes individus sur un même piège photo au cours d'une même journée. La variable utilisée n'est donc pas une mesure exacte du nombre d'individus qui passe devant un piège photo au cours d'une période donnée, mais un **indice de la fréquentation** : les effectifs observés reflètent une intensité de la présence humaine devant chaque piège photo.

Afin d'obtenir un **indice journalier de fréquentation globale** du massif, nous avons sommé la fréquentation anthropique relevée sur une journée entière par tous les appareils photo placés aux entrées-sorties du massif.

En raison de dysfonctionnements (voir IV.8), l'estimation de la fréquentation avec les appareils d'entrée-sortie n'a pu être réalisée qu'avec les appareils Vert-1 et Vert-4, respectivement situés au nord-est et à l'ouest de la zone. L'estimation de la fréquentation totale ne prend donc pas en compte l'axe nord-sud du massif (Route des Avalanches). Les données des appareils Browning qui n'ont pas été retenus en tant qu'« entrée/sortie » ont été exclues de l'analyse temporelle (voir IV.2.c.1). Ces données ont cependant été utilisées lors de l'analyse spatiale de l'étude (voir IV.2.c.2).

Les appareils photo hors des infrastructures principales (=HIP) étant tous paramétrés de la même façon et ayant la même sensibilité, nous avons considéré qu'ils mesurent l'indice de fréquentation de la même façon, ce qui permet une analyse statistique de la pression de fréquentation « HIP ». Pour chaque piège photo, nous avons sommé la fréquentation anthropique mesurée chaque jour afin d'obtenir un **indice journalier de fréquentation HIP** par piège photo.

La valeur brute de cet indice reflète l'intensité de la fréquence anthropique, ce qui renseigne par exemple sur le niveau de dérangement pour la faune. Elle est nommée ci-après "**fréquentation hors des infrastructures principales (HIP) brute**". Cependant, l'intensité de la fréquentation HIP à un jour donné, est a priori directement corrélée à la fréquentation globale du massif ce jour-là. Nous avons donc, en deuxième approche, pondéré cet indice de fréquentation HIP avec la fréquentation globale sur le massif dans nos modélisations, afin de mieux comprendre et décrire le comportement HIP des usagers du massif. Cet indice corrigé est nommé ci-après "**fréquentation HIP pondérée**".

Nous avons tout d'abord analysé les résultats bruts de l'analyse des photos et le nombre de données avec le logiciel Microsoft Excel.

Nous avons analysé la phénologie des trois indices de fréquentation au moyen de modèles linéaires généralisés (GLM) et de modèles linéaires généralisés mixtes (GLMM). Nous avons analysé la fréquentation globale au moyen de GLM de Poisson avec une fonction de lien log, et la fréquentation HIP brute et la fréquentation HIP pondérée au moyen de GLMM de Poisson avec une fonction de lien log et avec l'identité du piège photo en facteur aléatoire. Nous avons testé, pour chacune de ces trois variables, l'effet de la distance du piège à la piste principale la plus proche, l'effet du jour de la semaine, du mois de l'année, de la saison et des périodes de vacances. Nous avons également testé l'effet du type de piège en interaction avec le jour de la semaine ou le mois de l'année. Pour chaque variable, nous avons comparé les modèles au moyen d'un indicateur de puissance statistique, l'AIC<sup>i</sup>, afin d'identifier le ou les meilleurs modèles. Nous avons considéré les modèles avec un score d'AIC inférieur à 2 points comme équivalents au meilleur modèle. Les analyses ont été réalisées avec les logiciels R (<https://www.r-project.org>) et R Studio (<https://posit.co/downloads/>). Les packages utilisés sont les suivants : glmmTMB<sup>ii</sup>, pscl<sup>iii</sup>, boot<sup>iv</sup>, AICcmodavg<sup>v</sup> et MASS<sup>vi</sup>.

Les analyses spatiales ont été réalisées à l'aide des logiciels Microsoft Excel et QGIS 3.40.5.

Durant l'hiver, la quantité de nutriments disponibles pour la faune est relativement limitée. En conséquence, un dérangement pendant cette période aura plus d'impact qu'aux autres moments de l'année. Le Grand tétras, oiseau emblématique peuplant les forêts d'altitude jurassiennes, y est particulièrement sensible. Le printemps est également une période sensible pour de nombreuses espèces, puisqu'il s'agit de la période de reproduction, ainsi que de l'élevage des juvéniles.

Ainsi, une analyse spécifique a été réalisée pour distinguer le nombre de données anthropiques par espèce et par période. La **sensibilité de la période** sera donc définie de la manière suivante : période sensible : du 15 décembre au 30 juin ; période non sensible : du 1<sup>er</sup> juillet au 14 décembre.

f. SCHÉMA RÉCAPITULATIF

Pour résumer les différentes catégories et le nombre d'appareils utilisé dans chacune d'entre elles, un schéma récapitulatif a été réalisé (Figure 4).

	Initialement :	Après redéfinition :
<p>Nombre de photos d'humains et d'animaux rentrant ou sortant du massif = <b>Fréquentation globale</b></p>	<p><b>5</b> appareils Browning</p>	<p><b>2</b> appareils Browning</p>
<p>Humains et animaux sur les infrastructures principales <b>Non comptés</b></p>		
<p>Humains et animaux hors des infrastructures principales = <b>Hors des infrastructures principales (HIP)</b></p>	<p><b>40</b> appareils Bolyguard</p>	<p><b>40</b> appareils Bolyguard</p>
<p>Humains et animaux présents sur un réseau d'infrastructures secondaires = <b>Infrastructures secondaires</b></p>	<p><b>20</b> appareils Bolyguard</p>	<p><b>23</b> appareils Bolyguard</p>
<p>Humains et animaux hors du réseau d'infrastructures secondaires, dans un espace sans aménagements = <b>Hors-tout</b></p>	<p><b>20</b> appareils Bolyguard</p>	<p><b>17</b> appareils Bolyguard</p>

Figure 4 : Schéma récapitulatif des différents types de fréquentation et des différentes catégories de appareils.

### III. RÉSULTATS

#### 1. DONNÉES SOCIÉTALES

Dix-huit sorties hors-pistes ont été recensées sur le site d'étude. Les deux matinées de comptages ont permis de dénombrer 91 raquetteurs et 91 skieurs sur le parking du site nordique de Giron au mois de janvier et une quinzaine de skieurs en février. La fermeture du domaine nordique a mis fin aux comptages le 24 février 2023.

Entre le 20 mai et le 03 juin 2023, 17 personnes ont été interviewées. Ces entretiens exploratoires semi-directifs ont duré entre 5 minutes et 1 heure et 17 minutes.

Entre le 14 juillet et le 10 août 2023, un questionnaire a été mis en ligne sur le site du GTJ et relayé par ses partenaires. Malheureusement, la période de diffusion estivale n'a pas été favorable à la mobilisation des acteurs et seulement 7 réponses ont pu être collectées. Enfin, 8 entretiens semi-directifs ont été réalisés entre le 03 juin et le 17 juillet 2023. Sur les 26 structures contactées (Annexe 6 : Liste des acteurs contactés), 5 structures des sports de loisirs et 3 organismes de la conservation ont accepté un entretien (Annexe 7 : Liste des acteurs interrogés).

##### a. REPRÉSENTATION DES FORÊTS JURASSIENNES PAR LES ENQUÊTÉS

Deux questions ont été posées en début d'entretien afin d'évaluer la perception générale des forêts du massif jurassien. Elles concernent l'imaginaire direct des personnes enquêtées à l'évocation des forêts et la fonction perçue par ces dernières. Le nuage de mots suivant, complété par le vocabulaire utilisé dans les questionnaires par les répondants, permet de déterminer les principales représentations mises en avant.



Figure 5 : Représentation des forêts du massif jurassien

## b. RÉSULTATS DES ENTRETIENS

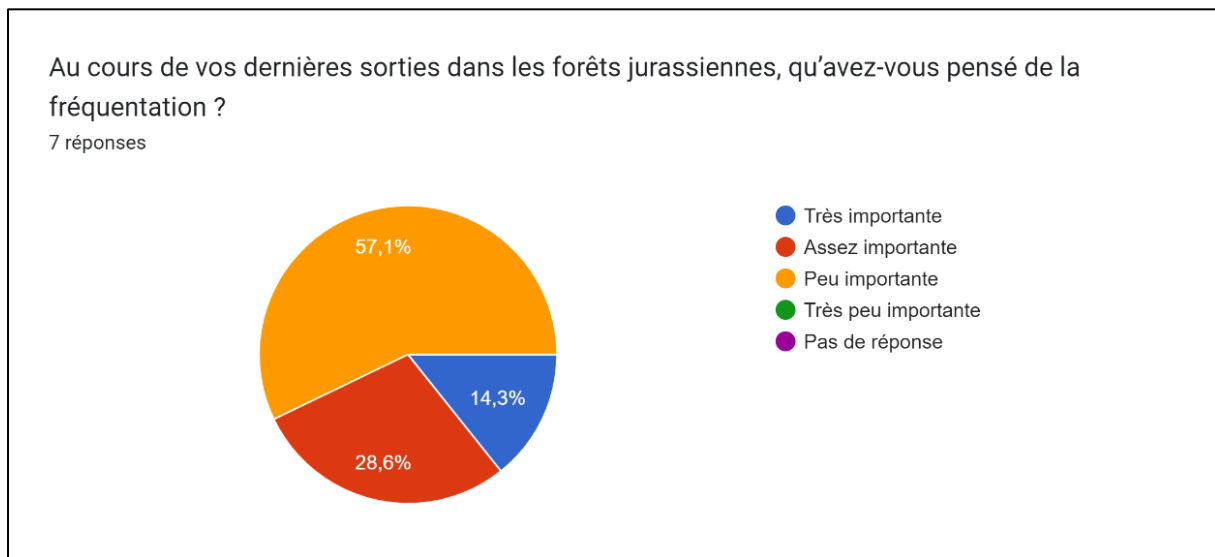


Figure 6 : Fréquentation des forêts jurassiennes

Les activités majoritairement citées par les répondants comme part importante de la fréquentation sont : le « ski », sous toutes ses formes, en hiver, ainsi que la « raquette à neige » ; la « randonnée pédestre », la « balade », le « vélo » et le « trail » en été et en intersaison (Annexe 4 : Lien de l'analyse du questionnaire d'Hortense). Une majorité des répondants considèrent « avoir un impact » et que toutes les activités ont un impact. Ces derniers sont identifiés comme : le « dérangement de la faune », la présence de « pollutions » et « déchets », impact sur les « sols » et le « piétinement de la flore », les « aménagements » et la « présence humaine » et la « modification des milieux. » Une part non négligeable d'enquêtés ne pensent pas avoir d'impact dans leurs activités. On peut mettre cette information en lien avec le fait que, pour beaucoup d'utilisateurs, ce ne sont que certaines activités qui présentent un impact : les « engins motorisés » sont souvent cités comme vecteur d'une dégradation et d'une « nuisance » importante, suivi du « travail forestier », de la « chasse », du « ski alpin » et du « hors-piste ».

Un point primordial est ici à relever : pour les pratiquants, il existe une hiérarchie dans les activités qui est particulièrement mise en avant dans leur vocabulaire et leurs représentations, et vers laquelle ils se dirigent souvent spontanément. Si les « engins motorisés » semblent mettre tout le monde d'accord, il faut noter que « le travail forestier » est aussi très fortement perçu comme dévastateur, avec une utilisation d'un vocabulaire très péjoratif : « paysages dévastés », « déchiquetés », « surexploitation », un « impact beaucoup plus grave que celui qui va marcher », « saccageurs », « ravagé ». En plus de la « chasse » et du « ski alpin », le « hors-piste » est régulièrement cité comme présentant un impact notable. Des activités telles que la « randonnée pédestre », les « naturalistes et photographes » ou la « raquette à neige » sont en revanche perçues comme peu impactantes, et dépendent selon les enquêtés du comportement de chaque pratiquant. **La perception d'une hiérarchie entre les activités pour les personnes sondées est très forte dans les réponses.**

Plusieurs activités peuvent mener à la pratique du hors-piste (le fait de sortir des sentiers balisés).  
Vous est-il déjà arrivé de sortir des sentiers balisés ?

7 réponses



Figure 7 : Pratique du hors-piste

Sur les sept personnes qui ont répondu à cette question, le hors-piste est relativement régulier parmi les participants (Figure 7). Celui-ci est considéré par les répondants comme une pratique supposée courante, mais il est difficile pour eux d'établir des estimations, que ce soit en termes de fréquence ou de pratiquants. En majorité, le « ski » est l'activité citée comme vectrice d'un hors-piste le plus important et probablement le plus organisé. La « cueillette sauvage », notamment de champignons, est également mise en avant. Le « trail », le « VTT », la « chasse » et parfois la « randonnée pédestre » sont également cités. Pour les pratiquants, le hors-piste présente des impacts similaires à ceux cités plus haut pour les activités, et ils varient de plus « forts » qu'une activité sur itinéraires balisés, à « modéré » ou « faible ». Il dépend, dans leur perception, de l'intensité de la pratique : plusieurs répondants expliquent que, dans la mesure où ils font des sorties hors-pistes de manière non-régulière ou seul, leur impact est limité. **Ainsi, dans le questionnaire d'Hortense Mermillon (Annexe 4), près de 40% de répondants ne pensent pas avoir d'impact lors de leurs sorties hors-piste.**

## 2. DONNÉES QUANTITATIVES

### a. NOMBRE DE DONNÉES

188 618 photos (données) ont été collectées entre le 01/06/23 et le 01/06/24. Deux séries de données ont été exclues de l'analyse :

- Les dysfonctionnements observés durant les premières semaines du projet (voir II.3.c) concernent 1 015 données (dont 54% vides et 4% indéfinies), avec 73% d'entre elles sur Infrastructures secondaires.
- Les appareils Browning non retenus en tant qu'entrée/sortie (voir II.3.e) ont réalisé 28 120 données, soit 15% du volume total. Elles concernaient uniquement des appareils d'entrée/sortie (situés au bord d'une route), et comportaient 47% de photos vides et indéfinies, 32% de photos d'humains, 13% de véhicules, 2% de chiens, et 6% de faune sauvage.

Au total, **159 483 données ont ainsi été analysées pour cette étude**. Cependant, **41% d'entre elles ne contiennent aucun sujet identifiable** (catégorie « vide »). Le logiciel d'identification Deepfaune a également échoué à reconnaître une espèce dans 1% des cas (catégorie « indéfini ») (Figure 8).

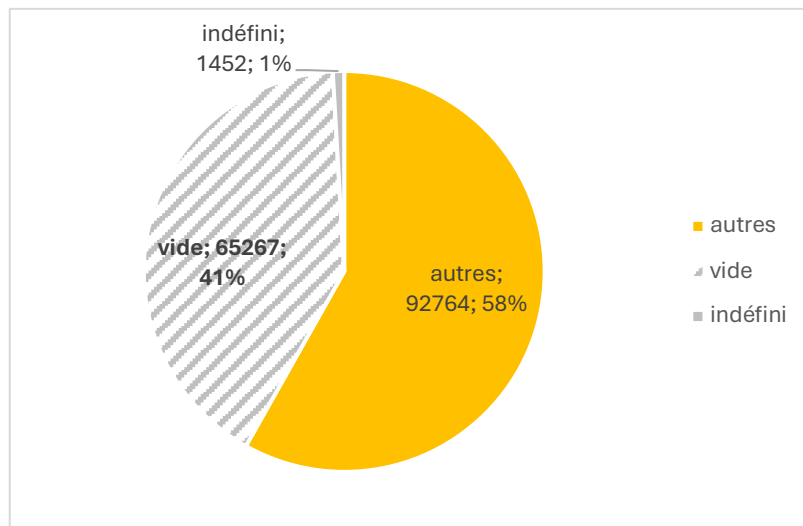


Figure 8 : Nombre de données vides et indéfinies par rapport au volume total de données. (n=159 483)

Sur le volume de données non-vides et non-indéfinies, 88% ont été collectés par les appareils photographiques à déclenchement automatique d'entrée-sortie, 11% par les appareils sur les infrastructures secondaires, tandis que les appareils en hors-tout n'ont collecté qu'un pourcent de ce volume (Figure 9).

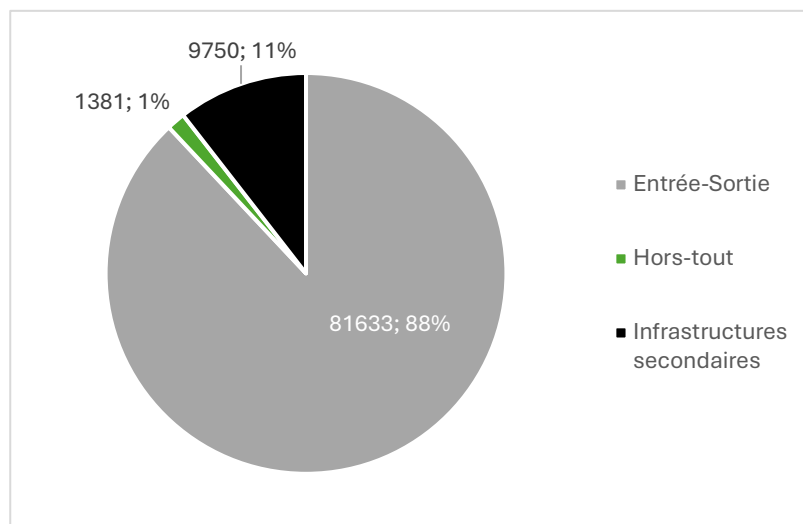


Figure 9 : Nombre de données selon la catégorie du piège, en excluant les données vides et indéfinies. (n=92 764)

b. RÉSULTATS D'IDENTIFICATION DES SUJETS DES PHOTOS

Les **appareils d'entrée-sortie**, Vert-1 et Vert-4 (voir II.3.e), ont collecté 123 268 données. Les photos vides représentent seulement 12% d'entre elles, et seule une proportion négligeable de photographies reste avec un sujet non identifié (Figure 10).

Dans les 88% restants, l'humain représente plus de trois quarts des occurrences, suivis par les véhicules pour environ 17%. Ainsi, la faune sauvage compte pour moins d'un pourcent dans les données récoltées, et est principalement représentée par les chevreuils, les lynx et les renards (Figure 11).

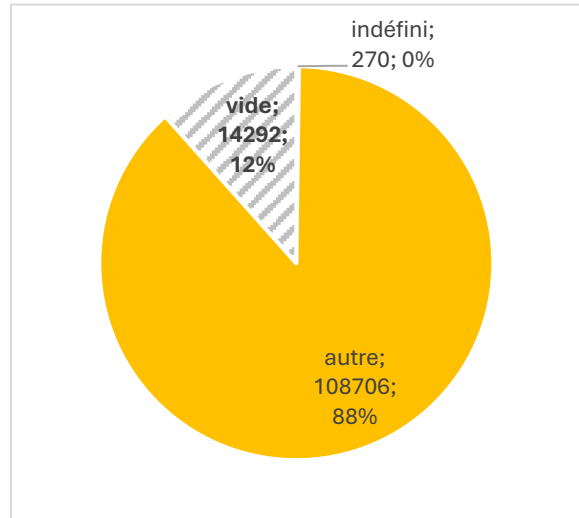


Figure 10 : Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées sur les appareils d'entrée-sortie. (n=123 268)

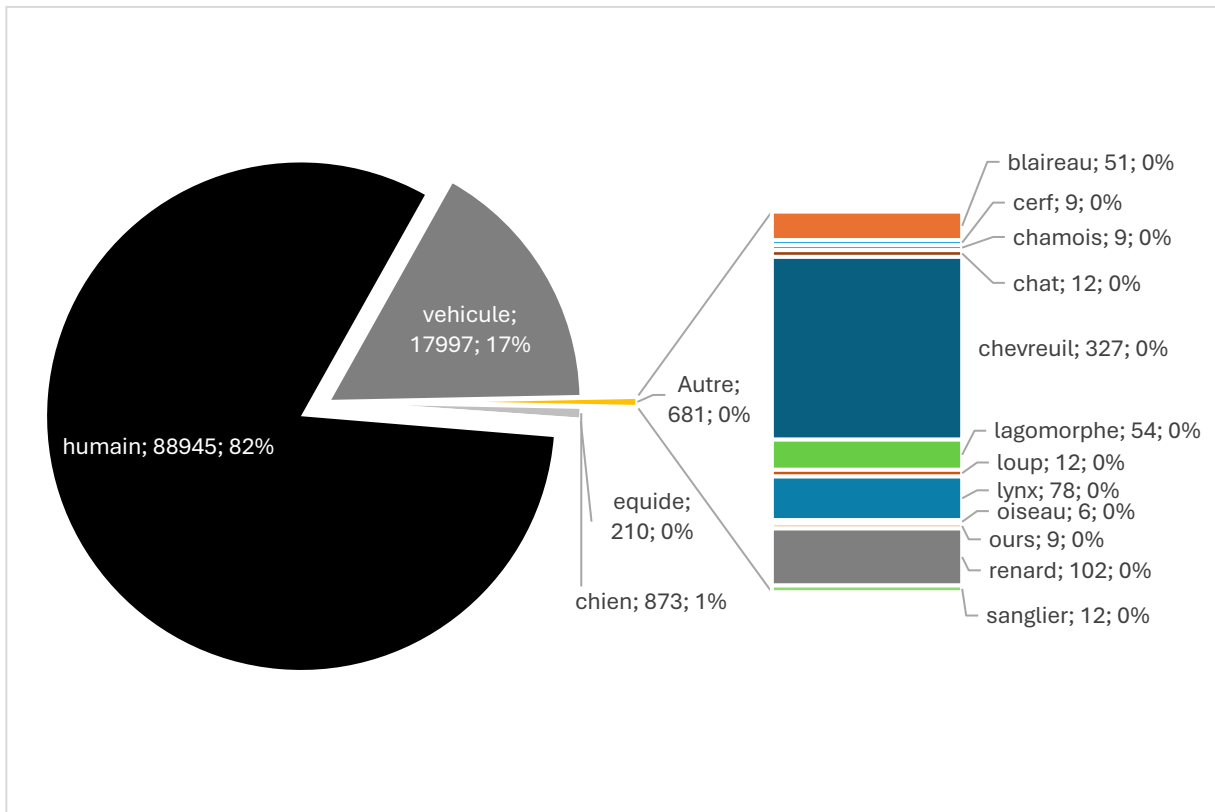


Figure 11 : Résultat d'identification des données sur les appareils d'entrée-sortie, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. Les données d'ours ont été spécifiquement observées après l'analyse et sont naturellement des données invalides. Celles-ci contiennent des photos avec des sujets difficiles à interpréter (parties de corps de mammifères ou d'opérateurs, véhicules en mouvement et déformés, gouttes de pluie sur l'objectif, etc.). (n=108 706)

Sur les appareils installés sur une **infrastructure secondaire**, les photos vides ou indéfinies représentent une proportion bien plus importante que sur les appareils d'entrée-sortie (Figure 12).

Si nous écartons ces données-ci, l'humain est présent sur 60% des photos, un ou plusieurs véhicules dans 2% des cas. La faune sauvage est présente sur 35% des données, avec des cerfs, des chevreuils et des renards majoritairement (Figure 13). En tout, la classe anthropique est donc l'origine de 64% des photographies.

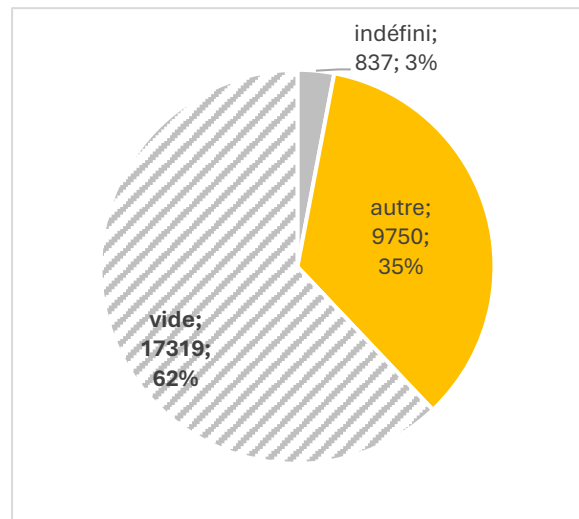


Figure 12 : Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées sur infrastructures secondaires. (n=27 906)

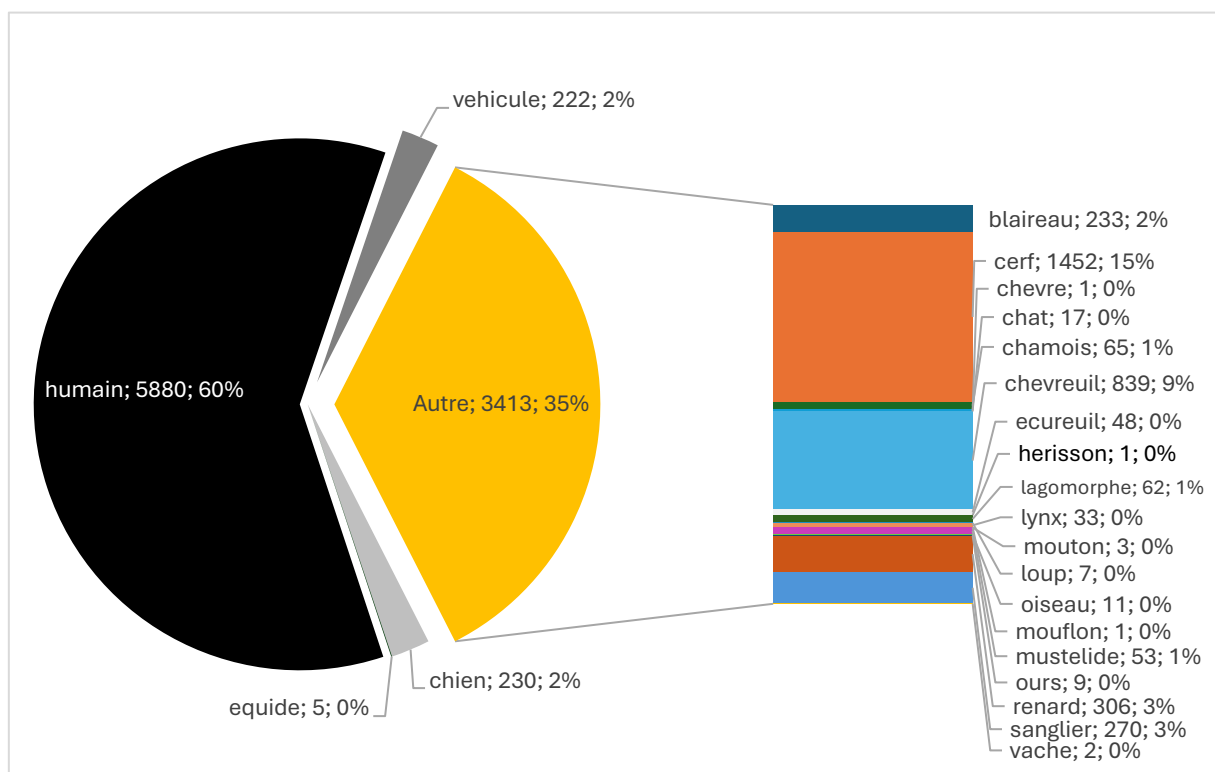


Figure 13 : Résultat d'identification des données sur les itinéraires secondaires, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. Les données d'ours ont été spécifiquement observées après l'analyse et sont naturellement des données invalides. Celles-ci contiennent des photos avec des sujets difficiles à interpréter (parties de corps de mammifères ou d'opérateurs, véhicules en mouvement et déformés, gouttes de pluie sur l'objectif, etc.). (n=9 750)

Sur les appareils en **hors-tout**, 79% des 8 840 photos sont vides ou indéfinies (Figure 14). 61 photos d’humains et de chiens ont été collectées (ce qui représente 0,7% de l’ensemble des photos hors-tout), et aucune de véhicule ou d’équidé (Figure 15).

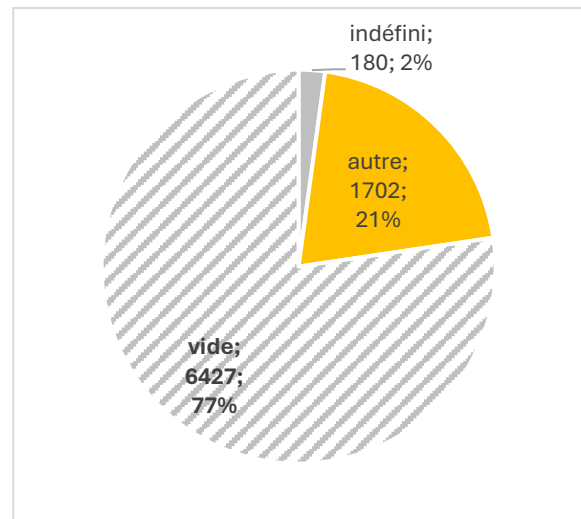


Figure 14 : Proportion de données vides et indéfinies parmi les données collectées en hors-tout. (n=8 309)

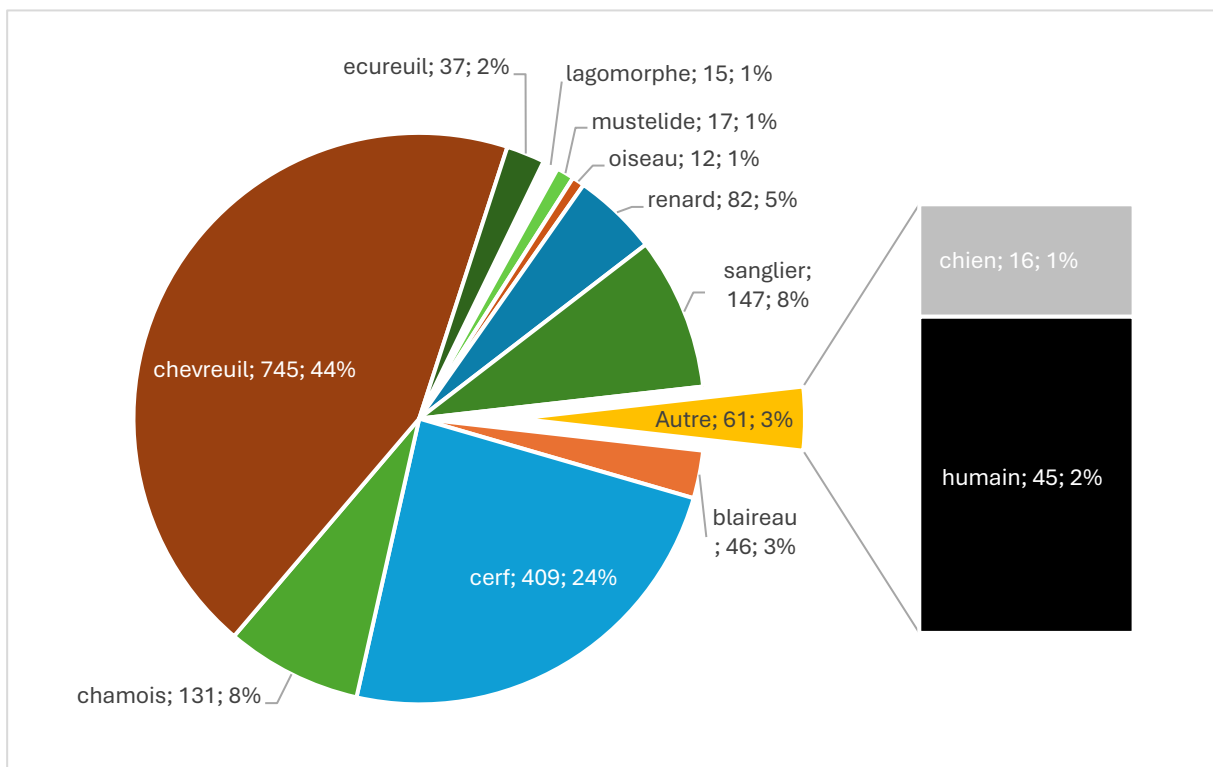


Figure 15 : Résultat d'identification des données en hors-tout, en écartant les données vides et indéfinies. Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif. (n=1 702)

### c. CARACTÉRISATION DE LA FRÉQUENTATION ANTHROPIQUE

#### 1. ÉVOLUTION TEMPORELLE

##### i. FONCTIONNEMENT DES APPAREILS ET NOMBRE DE DONNÉES PAR MOIS

L'effort d'échantillonnage n'a pas été homogène sur toute la période d'étude, puisque certains appareils étaient plus productifs que d'autres et usaient ainsi plus vite leurs batteries (mais n'ont pas été relevés plus souvent que les autres).

Le pourcentage de fonctionnement moyen des appareils sur la période a été de  $84,2 \pm 12,5\%$  (Figure 16). Le pourcentage le plus bas a été atteint en mai 2024 avec seulement 51,7% de fonctionnement moyen. Le pourcentage moyen de fonctionnement est également plus bas durant les mois d'août et de novembre 2023. Ainsi, le pourcentage de fonctionnement moyen au printemps est plus bas que les autres saisons avec 73,0%, contre 85,6% en été, 88,9% en automne et 88,7% en hiver.

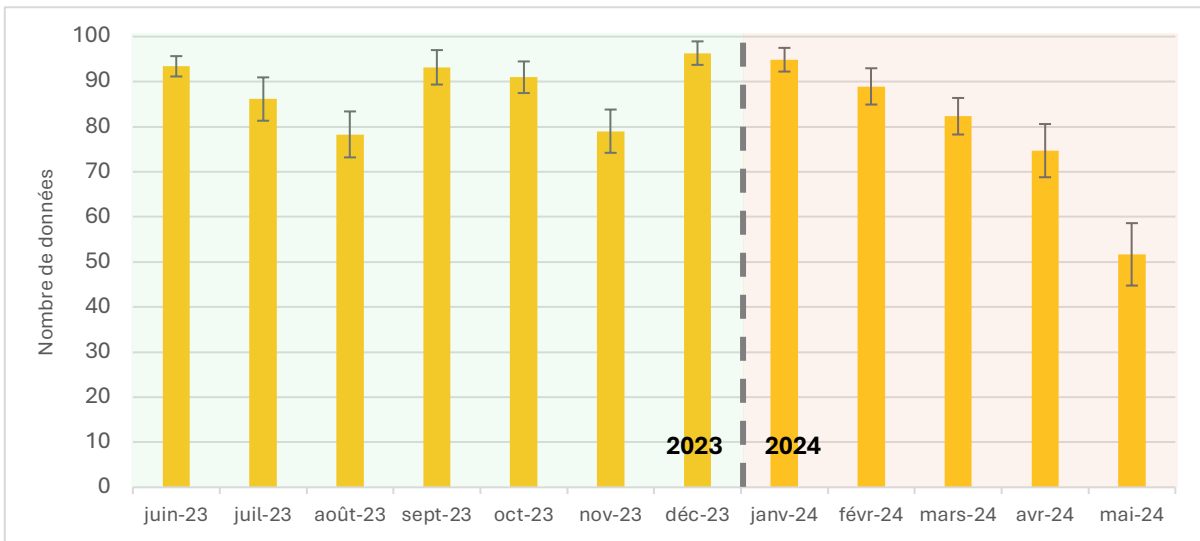


Figure 16 : Pourcentage moyen de fonctionnement des appareils photographiques à déclenchement automatique par mois. Les barres d'erreur représentent les écarts-type associés. (n=45) De plus amples informations sur le pourcentage de fonctionnement par piège sont présentés en IV.2.c.2.i. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

Les mois de juin et septembre 2023 ont été les mois avec le plus de données collectées et ceux de novembre et décembre 2023 ceux avec le moins de données (Figure 17).

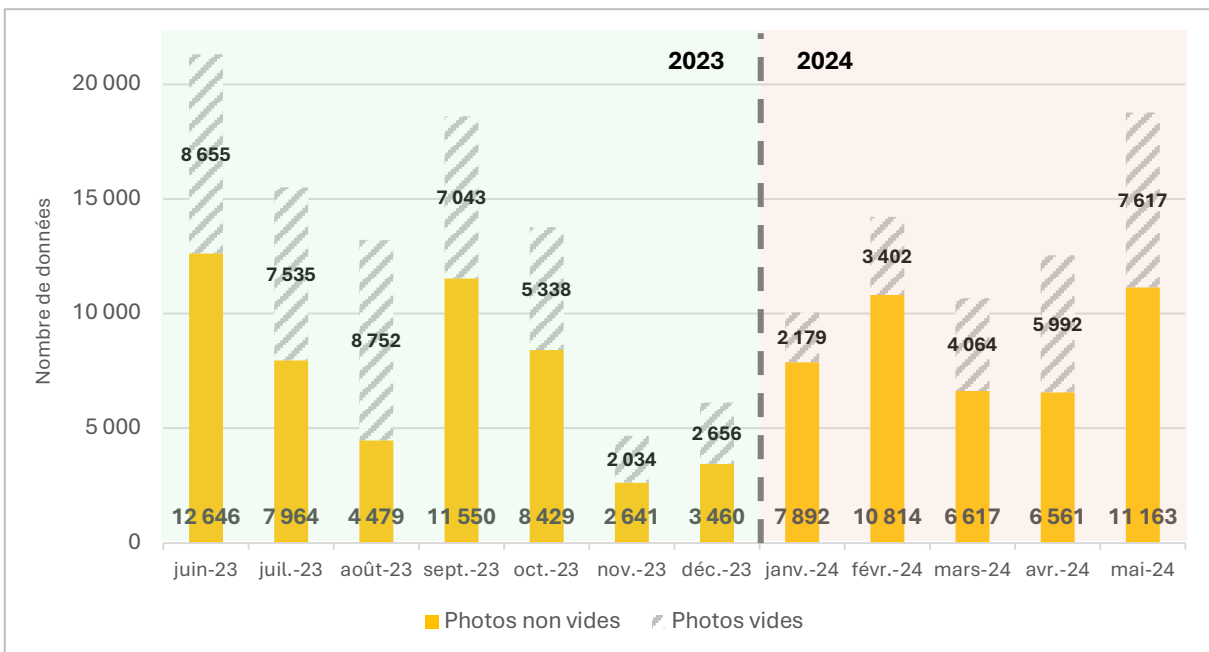
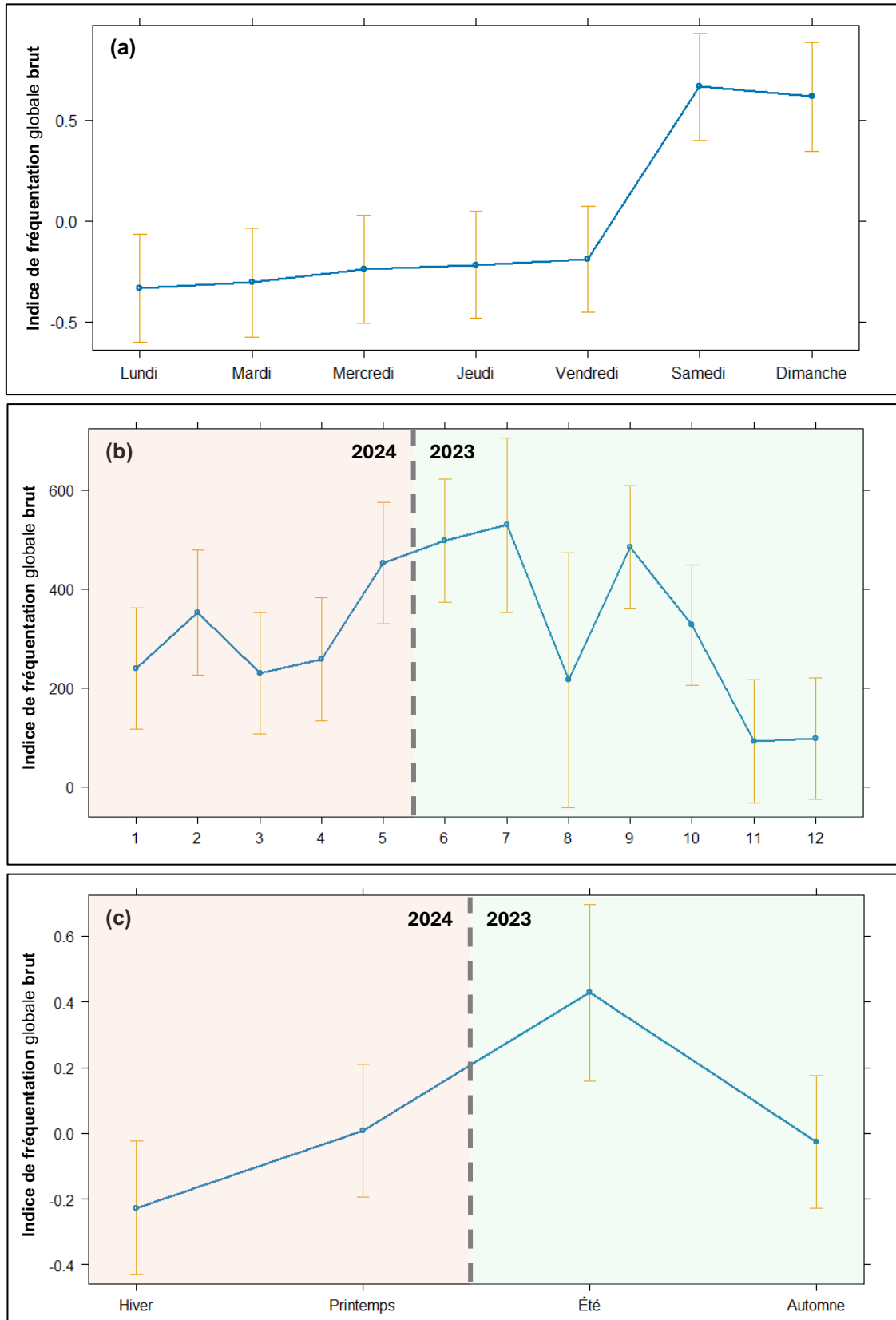


Figure 17 : Nombre de données collectées par mois, tous taxons confondus. (n=159 463). Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

ii. FRÉQUENTATION GLOBALE

La fréquentation globale du massif (uniquement mesurée avec les deux appareils d'entrée-sortie) est significativement plus forte le week-end ( $t=7.964$ ,  $p<0.001$ ,  $n=326$ , Figure 18a) et en été par rapport à l'hiver ( $t=-3.838$ ,  $p<0.001$ ,  $n=326$ ) à l'automne ( $t=-2.656$ ,  $p<0.01$ ,  $n=326$ ) et au printemps ( $t=-2.469$ ,  $p=0.014$ ,  $n=326$ , Figure 18c). Celle-ci n'est pas différente pendant les vacances scolaires ( $t=0.573$ ,  $p=0.567$ ,  $n=326$ , Figure 18b).



24 Figure 18 : Fréquentation anthropique totale du massif selon (a) le jour de la semaine, (b) le mois et (c) la saison. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

iii. FRÉQUENTATION HORS DES INFRASTRUCTURES PRINCIPALES BRUTE

**La fréquentation hors des infrastructures principales (=HIP) brute** est plus élevée le week-end qu'en semaine ( $z=23.41$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ ), et plus élevée le mercredi et le jeudi qu'au cours des trois autres jours de la semaine ( $z=9.485$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ ) (Figure 19a). Elle est plus prononcée en hiver qu'au cours des autres saisons (Printemps :  $z=-27.62$ ,  $p<0.001$  ; Été :  $z=-22.42$ ,  $p<0.001$ , Automne :  $z=-25.29$ ,  $p<0.001$ , Figure 19c) mais elle varie selon les mois au cours d'une même saison (Figure 19b). Elle est également plus forte pendant les vacances scolaires ( $z=8.692$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ ).

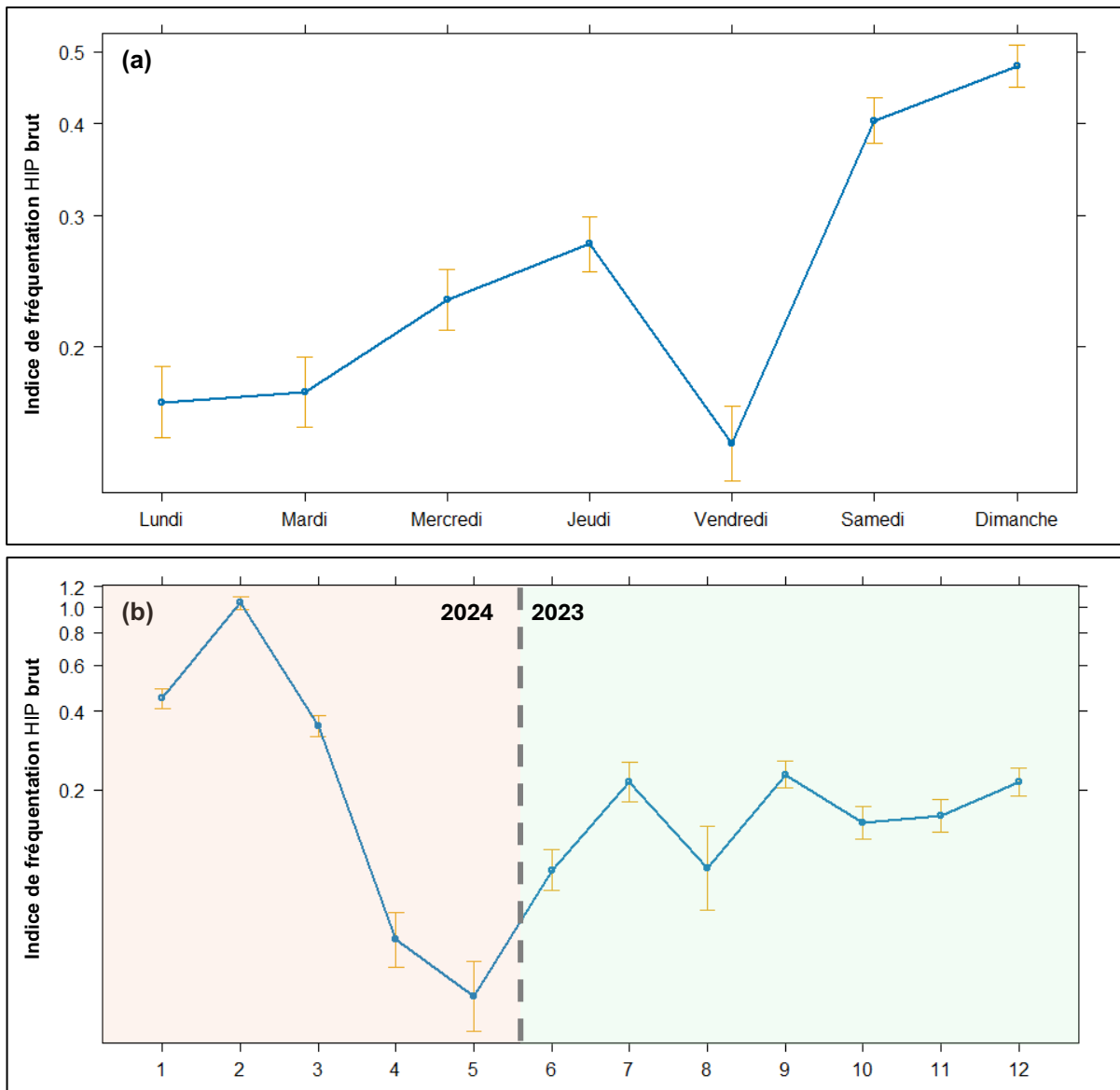


Figure 19 : Fréquentation anthropique en hors-piste du massif selon (a) le jour de la semaine et (b) le mois. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

Au sein de la fréquentation HIP brute, **la fréquentation sur les infrastructures secondaires** suit la même tendance : celle-ci est plus élevée en hiver qu'en automne ( $z=-25.408$ ,  $p<0.001$ ,  $n=7498$ , Figure 20b), et qu'en automne par rapport au printemps ( $z=-3.188$ ,  $p<0.01$ ,  $n=7498$ ) et à l'été ( $z=-3.977$ ,  $p<0.001$ ,  $n=7498$ , Figure 20b). De plus, le week-end est plus fréquenté que les jours de la semaine ( $z=23.33$ ,  $p<0.001$ ,  $n=7498$ , Figure 20d). Au sein de la semaine, le jeudi et le mercredi sont les jours avec le plus de fréquentation.

En revanche, **la fréquentation hors-tout** est bien différente de celle sur les infrastructures secondaires : elle est plus forte les samedis par rapport aux autres jours ( $z=2.175$ ,  $p=0.03$ ,  $n=5542$ , Figure 20c), en automne par rapport au printemps ( $z=-2.12$ ,  $p=0.044$ ,  $n=5542$ , Figure 20a), mais n'est pas significativement plus élevée durant les vacances scolaires ( $z=-1.144$ ,  $p=0.252$ ,  $n=5542$ ).

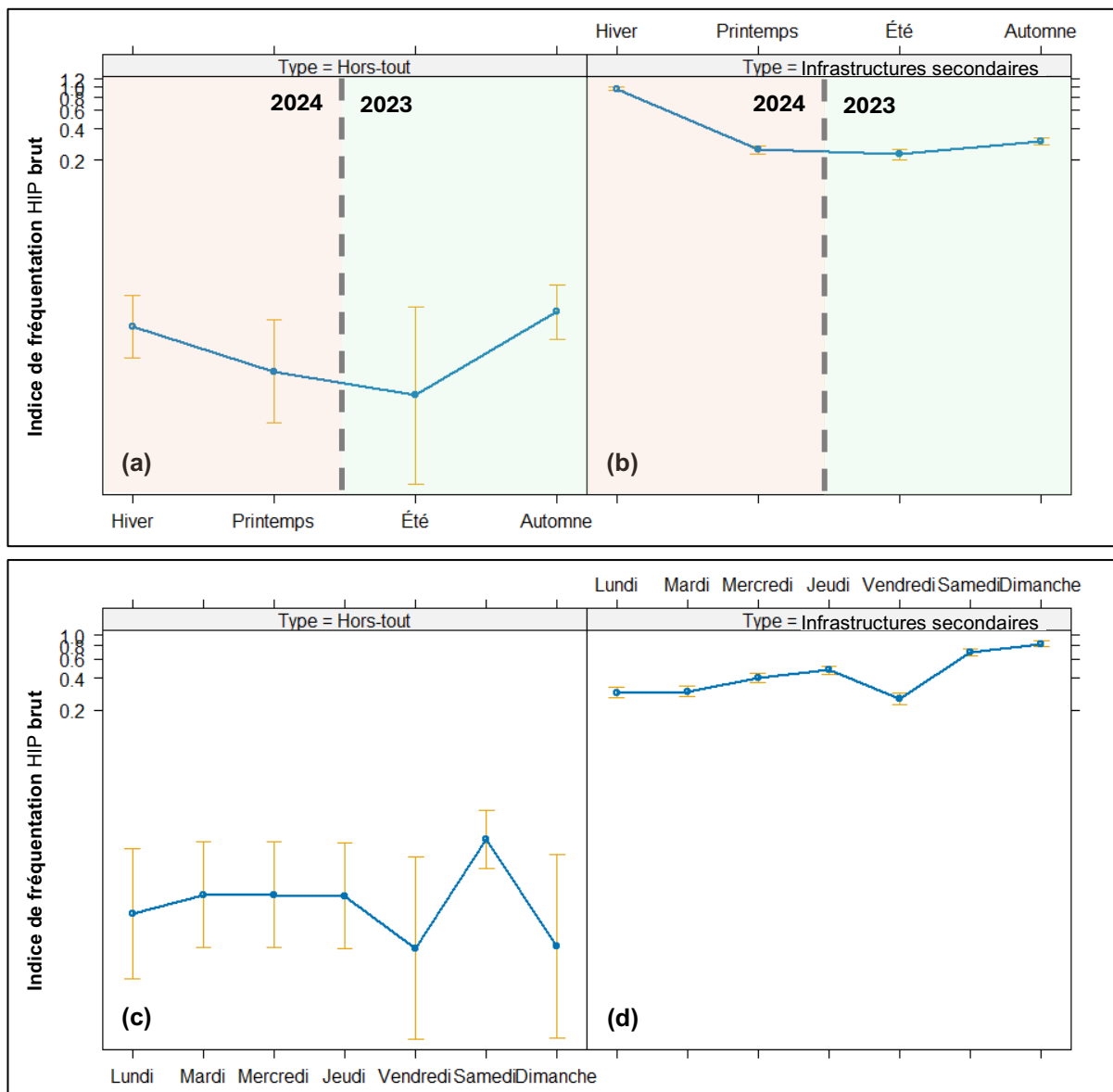


Figure 20 : Répartition de la fréquentation anthropique hors-piste selon (a&b) la saison et (c&d) le jour de la semaine, en fonction de la catégorie du piège : (a&c) en hors-tout et (b&d) sur infrastructures secondaires. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

#### iv. FRÉQUENTATION HORS DES INFRASTRUCTURES PRINCIPALES PONDÉRÉE

Pour rappel, ici la fréquentation hors des infrastructures principales (=HIP) est **corrigée par la fréquentation totale**, ce qui veut dire que nous observerons la proportion relative de fréquentation sur certains secteurs par rapport à la fréquentation totale du massif. Ainsi, nous obtenons un **indice de fréquentation**. Pour rappel, celui-ci ne correspond pas à une mesure de densité ou à un nombre de personnes qui ont fréquenté le massif. Il s'agit d'une modélisation de la **part de fréquentation anthropique qui sort des infrastructures principales**, qui a l'avantage d'être **comparable entre les massifs et les années** (sous certaines conditions).

**La fréquentation HIP pondérée** est maximale en novembre, avec un second pic en février. De plus, la fréquentation entre septembre et mars est significativement plus élevée que celle entre avril et août ( $z=-9.484$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ , Figure 21b). Elle est ainsi plus forte en automne et en hiver par rapport au printemps ( $z=-5.887$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ , Figure 21c) et à l'été ( $z=-6.769$ ,  $p<0.001$ ,  $n=13040$ , Figure 21c). Cette fréquentation tend aussi à être plus forte les mercredis et jeudis par rapport à certains autres jours de la semaine (mardis, vendredis et dimanches, Figure 21a). Les vacances scolaires n'ont pas d'effet sur la fréquentation HIP pondérée ( $z=0.719$ ,  $p=0.472$ ,  $n=13040$ ).

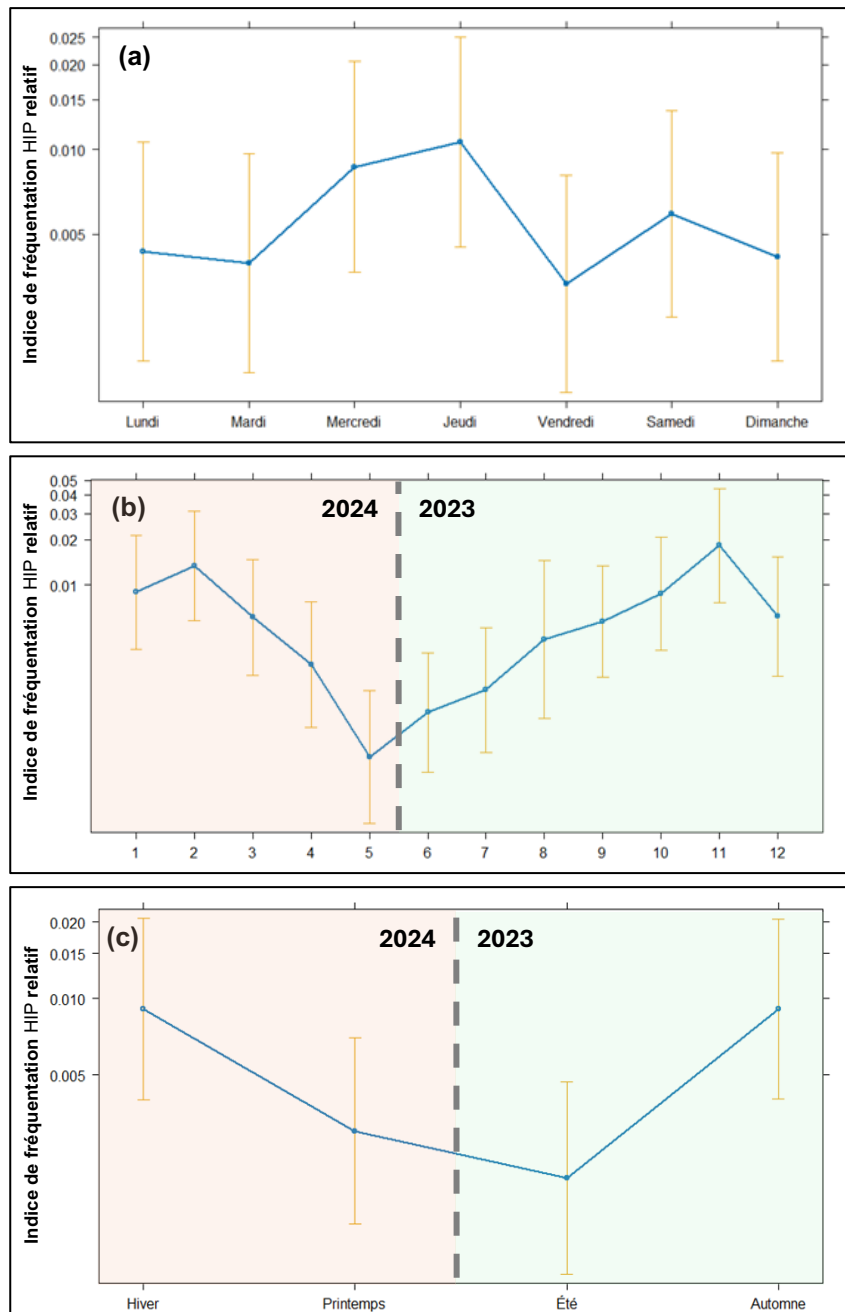


Figure 21 : Fréquentation anthropique hors-piste pondérée du massif selon (a) le jour de la semaine, (b) le mois et (c) la saison. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

La fréquentation pondérée sur les infrastructures secondaires suit les mêmes tendances (Figure 22bd). En revanche, celle en hors-tout est effectivement plus forte en automne par rapport à l'été ( $z=-2.044$ ,  $p=0.041$ ,  $n= 5542$ , Figure 22a), et plus forte le mardi, mercredi, jeudi et le samedi, par rapport au reste des jours (Figure 22c).

De plus, la fréquentation pondérée sur les infrastructures secondaires est toujours significativement plus élevée qu'en hors-tout, et ce quelle que soit la saison ( $z=4.586$ ,  $p<0.001$ ,  $n= 13040$ , Figure 22abcd).

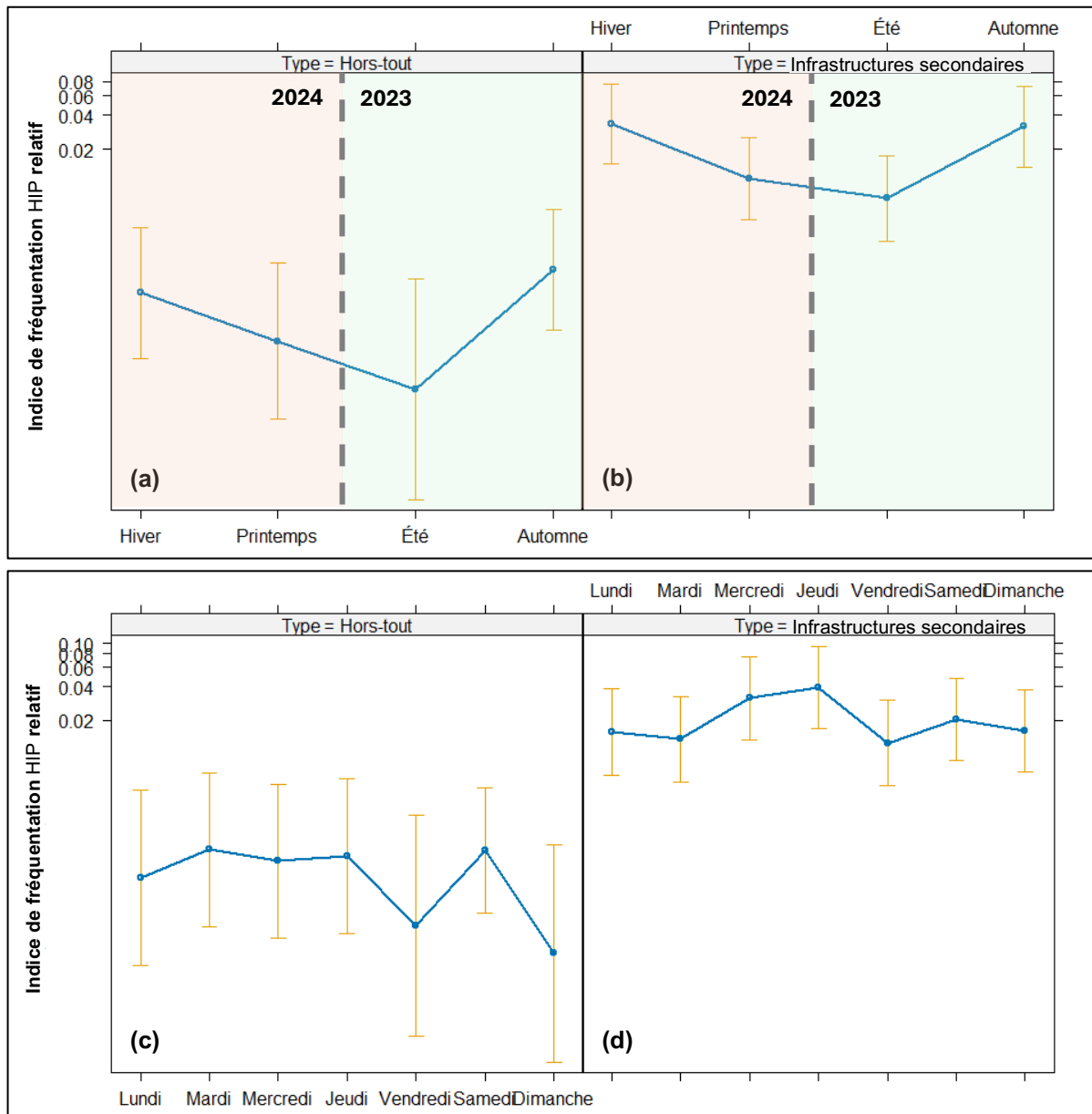


Figure 22 : Variation de la fréquentation anthropique en hors-piste selon (a&b) la saison et (c&d) le jour de la semaine, en fonction de la catégorie du piège : (a&c) en hors-tout et (b&d) sur infrastructures secondaires. L'indice de fréquentation est représenté avec une échelle logarithmique. Les données datent de juin 2023 à mai 2024.

V. TABLE RÉCAPITULATIVE

L'interprétation des graphiques issus des modèles statistiques étant complexe et délicate, l'intégralité des résultats a été consignée dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1 : Tableau centralisant les informations tirées des graphiques issus des modèles statistiques décrivant les différents types de fréquentation. Le texte en italique indique une relation non significative. « > » signifie « supérieur, par rapport à ». Les numéros encadrés correspondent au numéro de la figure présentant graphiquement le test statistique de la case.

Type de fréquentation	BRUTE				PONDÉRÉE (à la fréquentation globale)		
	Fréquentation globale (Appareils d'entrée/sortie)	Hors des infrastructures principales	Infrastructures secondaires	Hors-tout	Hors des infrastructures principales	Infrastructures secondaires	Hors-tout
<b>Effet des vacances scolaires</b> (Fréquentation plus forte lors des périodes de vacances scolaires)	18b Non	19b Oui	Oui	Non	21b Non	-	-
<b>Effet de saison</b> (Fréquentation plus forte sur une saison particulière)	18c Été > printemps & automne ; printemps & automne > hiver	-	20b Hiver > automne, puis automne > printemps & été	20a Automne > printemps	21c Automne & hiver > printemps & été	22b Automne & hiver > printemps & été	22a Automne > été
<b>Effet de mois</b> (Fréquentation plus forte sur des mois particuliers)	18b De mai à septembre (excepté août) > de novembre à avril (excepté février)	19b De janvier à mars > de juillet à décembre (excepté août), puis de juillet à décembre (excepté août) > juin, avril, puis mai.	-	18c -	21b Septembre à mars > de mai à juin	-	-
<b>Effet de jour</b> (Fréquentation plus forte certains jours)	18a Week-end > semaine	19a Week-end > semaine, puis jeudi & mercredi > lundi, mardi & vendredi	20d Week-end > semaine, puis jeudi & mercredi > lundi, mardi & vendredi	20b Samedi > semaine & dimanche	21a Mercredi & jeudi > vendredi ; jeudi > mardi & dimanche	22d Mercredi & jeudi > vendredi ; jeudi > mardi & dimanche	22c Mardi, mercredi & jeudi > dimanche ; samedi > vendredi & dimanche

## 2. ÉVOLUTION SPATIALE

Dans cette partie, **les données issues des appareils non retenus en tant qu'entrée-sortie (voir III.3.d) sont prises en compte**, afin de montrer l'utilisation anthropique du milieu à travers la zone d'étude. Ainsi, 107 392 données ont été prises en compte dans la partie à suivre.

De plus, pour réaliser les figures suivantes, **le nombre d'individus présents sur chaque photographie n'a toujours pas été utilisé** : qu'il y ait un ou trois humains sur la photo, chacune d'entre elles constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois.

### i. FONCTIONNEMENT DES APPAREILS

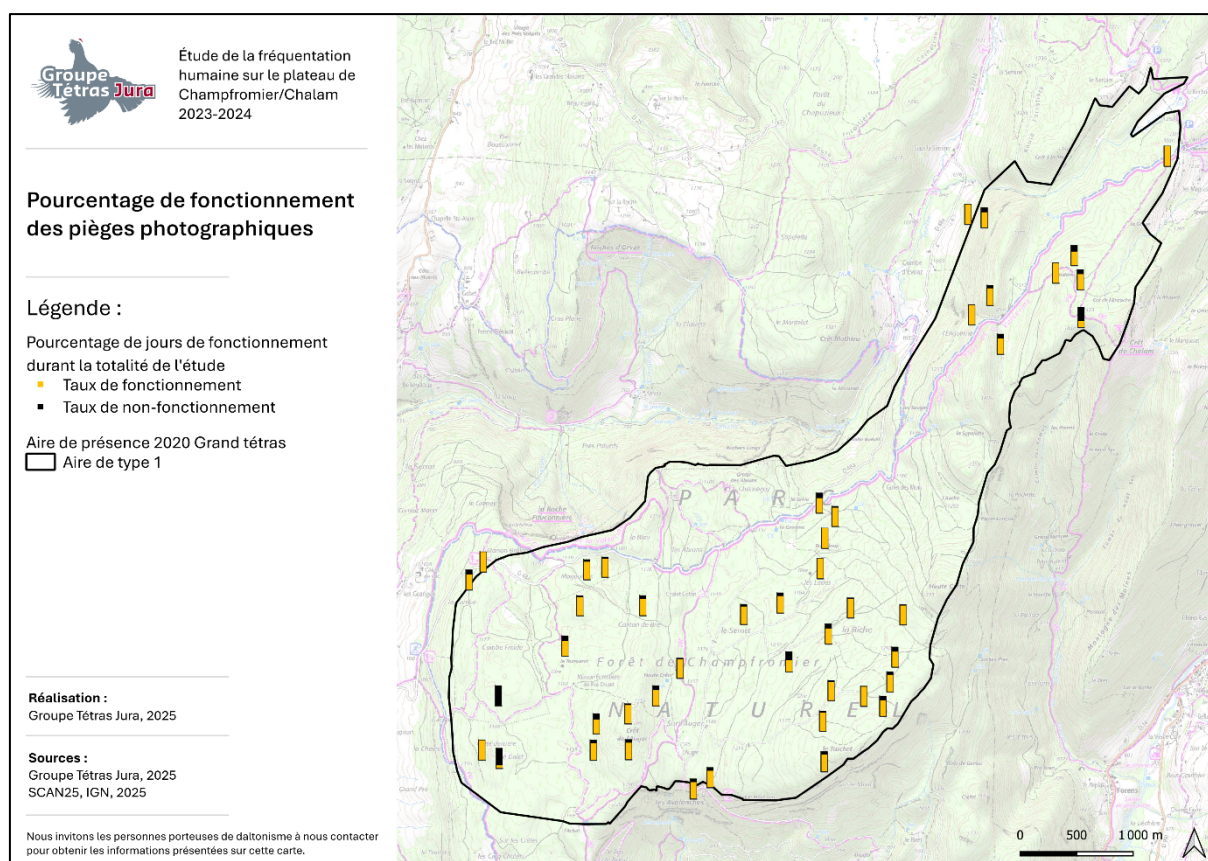


Figure 23 : Pourcentage de fonctionnement par piège photographique. Le pourcentage est exprimé en utilisant une jauge : plus la jauge est remplie de couleur, plus le pourcentage de fonctionnement du piège est important.

Les appareils photographiques à déclenchement automatique ayant le plus faible pourcentage de fonctionnement sont répartis de façon assez aléatoire au sein de la zone d'étude (Figure 23). Deux appareils à l'ouest du massif ont particulièrement dysfonctionné, ainsi qu'un piège au cœur du plateau et un autre situé sur un sentier principal pour se rendre au Crêt de Chalam.

Tableau 2 : Pourcentage moyen de fonctionnement par catégorie de appareils en fonction de la période (voir page 14).

	Période sensible		Période non sensible	
	Fonctionnement	Non fonctionnement	Fonctionnement	Non fonctionnement
Entrée-sortie	79,4	20,8	97,0	3,0
Infrastructures secondaires	79,3	21,0	78,4	21,7
Hors-tout	84,6	15,4	89,1	11,1
Toutes catégories confondues	81,3	18,8	84,5	15,6

Les appareils en hors-tout ont en moyenne mieux fonctionné que les autres catégories d'appareils sur la période sensible (Tableau 2). En revanche, durant la période non-sensible, les appareils d'entrée-sortie ont un pourcentage de fonctionnement presque maximal, suivi par les appareils en hors-tout, puis sur les infrastructures secondaires.

## ii. NOMBRE DE DONNÉES

Les routes et itinéraires balisés principaux qui traversent le plateau sont sources de la plupart des données, que ce soient sur les appareils d'entrée-sortie ou sur les appareils sur infrastructures secondaires (Figure 24).

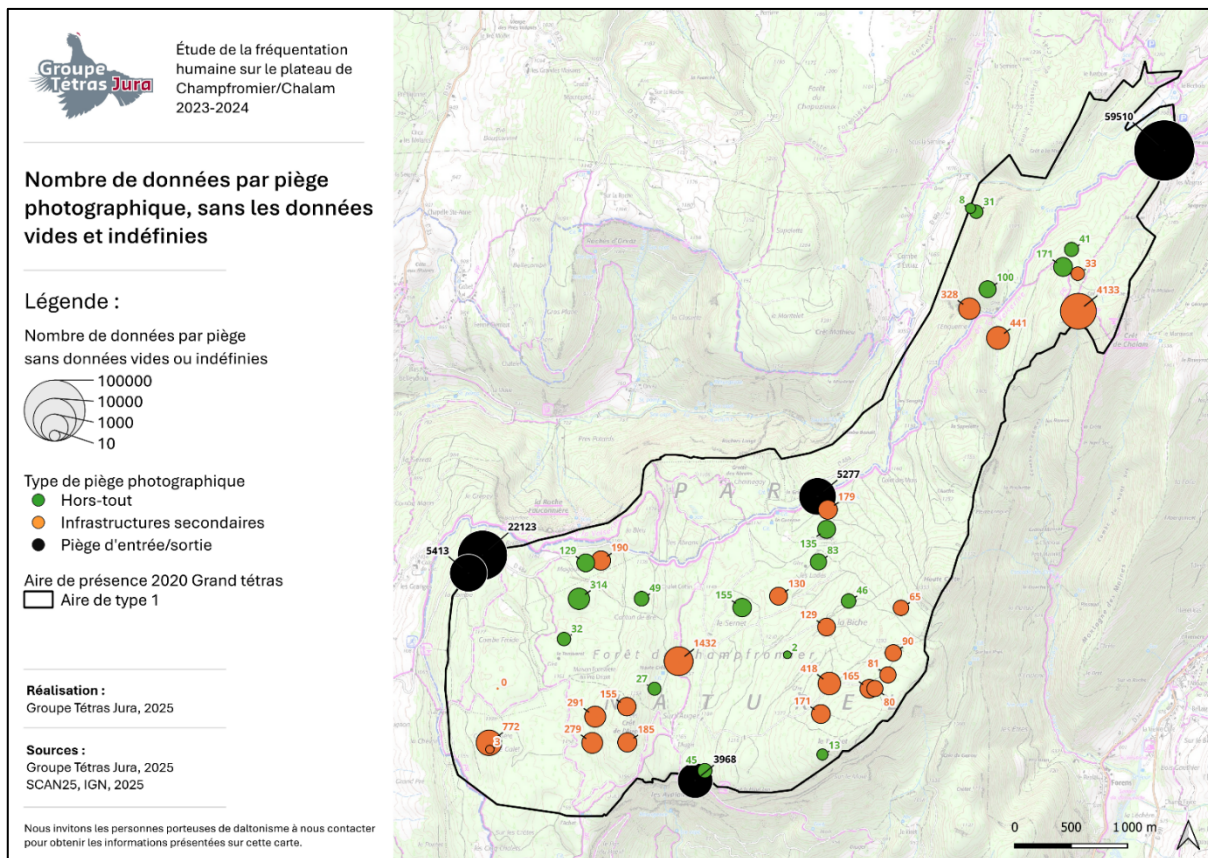


Figure 24 : Nombre de données collectées par piège photographique, en excluant les données vides et indéfinies (n=107 392)

Le parking de la Borne au Lion est le point de passage le plus important, suivi par le parking de ski de fond de Giron. Celui-ci est également un point d'entrée important sur des infrastructures balisées. Le piège photo situé sur la Grande Traversée du Jura (au centre-nord du massif), infrastructure principale traversant le massif, a pris 5277 photos. L'entrée sud du plateau depuis Champfromier et la route des Avalanches (traversant le massif du nord au sud, au centre du plateau) ressortent également comme des localisations avec une forte production de données, tout comme les sentiers de Petite Randonnée (PR) du centre du plateau et du Crêt de Chalam.

La carte suivante présente la répartition des données exclusivement anthropiques (Figure 25). Pour rappel, il s'agit d'une agrégation des données d'humains, de véhicules, de chiens et d'équidés.

Conformément à leur rôle, les appareils d'entrée-sortie ont enregistré des totaux de données bien plus importants que ceux des autres catégories. Quatre appareils ressortent également par leur nombre de données : celui situé sur le sentier de PR au centre du massif, celui placé sur le sentier balisé menant au Crêt de Chalam, ainsi que les deux appareils situés de part et d'autre de la GTJ, au sud-ouest du Crêt de Chalam. Dans une moindre mesure, un épiscentre de données sur infrastructures secondaires est présent au sud-est du massif. Les appareils en hors-tout ont collecté au maximum 24 données.



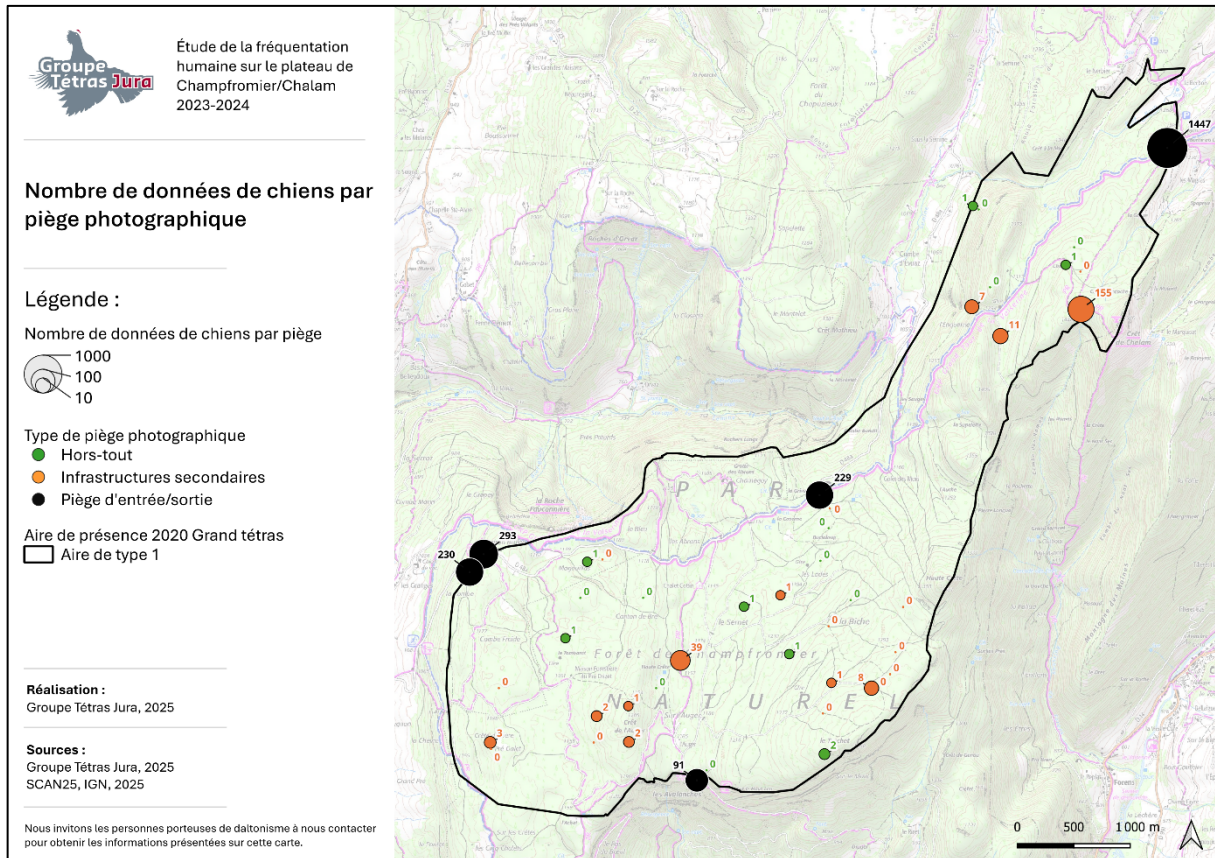


Figure 26 : Nombre de données de chiens par piège photographique (n=2 528)

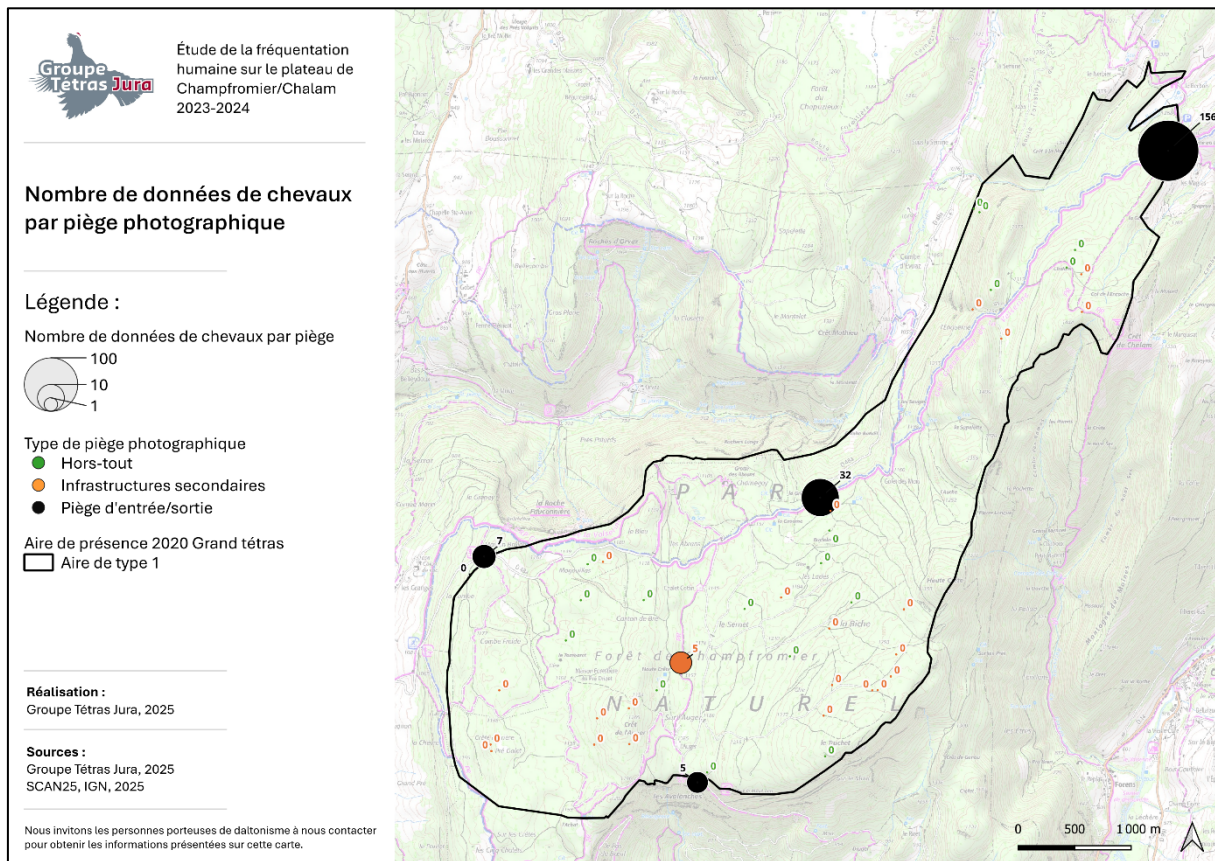


Figure 27 : Nombre de données de chevaux (équidés) par piège photographique (n=205)



### iii. NOMBRE DE DONNÉES EN FONCTION DE LA PÉRIODE

En général, les appareils affichant un pourcentage de fonctionnement inférieur à 100% sur une période ont plutôt dysfonctionné durant la période sensible (Figure 30). En effet, le taux moyen de fonctionnement a été de  $81,3 \pm 21,1$  % durant la période sensible et de  $84,5 \pm 25,0$  % durant la période non-sensible.

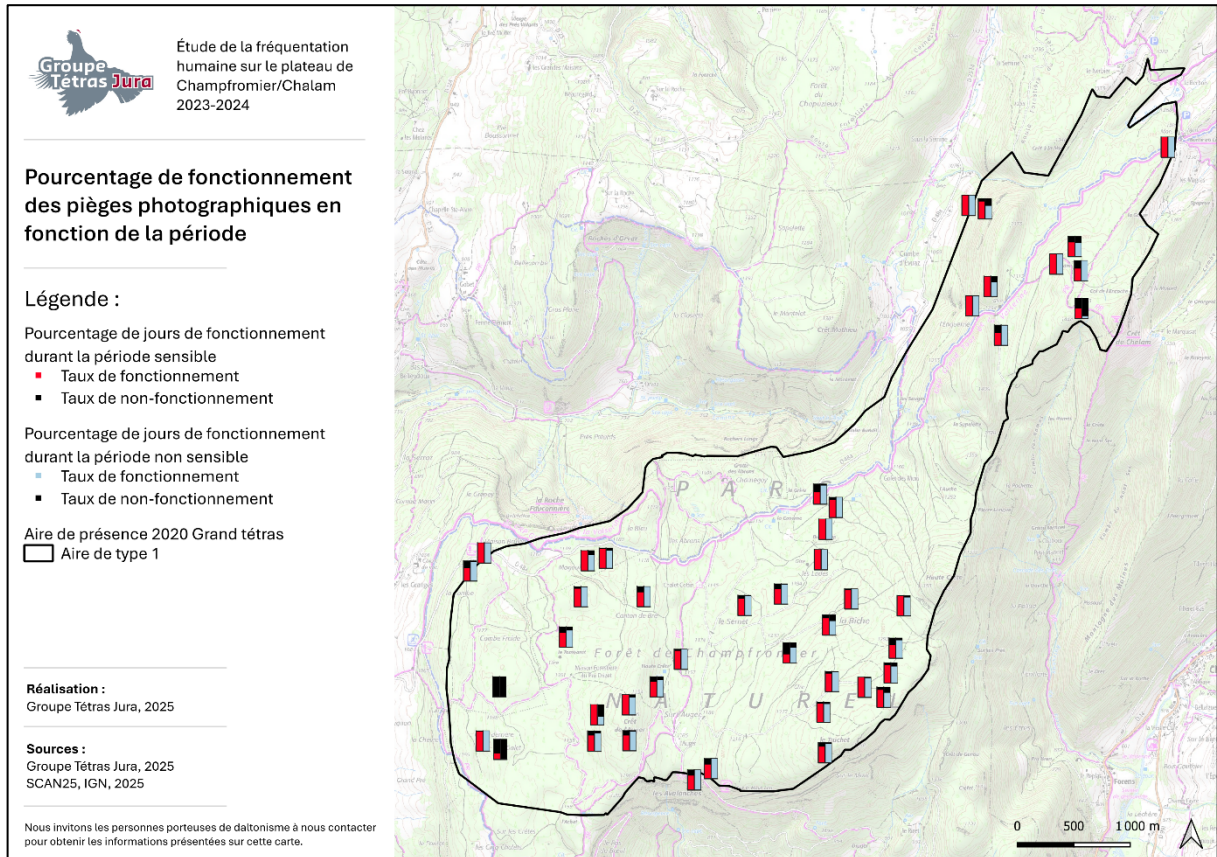


Figure 30 : Pourcentage de fonctionnement des appareils en fonction de la période. Le pourcentage est exprimé en utilisant deux jauges : pour chacune d'entre elles, plus la jauge est remplie de couleur, plus le pourcentage de fonctionnement du piège pendant la période est important. La jauge de gauche, remplie en rouge, représente le taux de fonctionnement durant la période sensible uniquement (15 décembre au 30 juin). La jauge de droite, remplie en bleu, représente le taux de fonctionnement durant la période non sensible uniquement (1<sup>er</sup> juillet au 14 décembre).

Les cartes suivantes reproduisent la même distinction qu'en [IV.2.c.2.ii](#) : la fréquentation anthropique est décomposée selon ses quatre composantes. Les données de chiens, situées au cœur du plateau, sont majoritairement produites au cours de la période non sensible. Cependant, nous observons que sur deux appareils avec un grand nombre de données (Borne au Lion et Crêt de Chalam), celles-ci ont principalement été collectées durant la période sensible (Figure 31). Les données d'équidés ont principalement été produites hors de la période sensible (Figure 32). Les données d'humains sont bien plus disparates : sur de nombreux appareils, plus de la majorité des données a été collectée durant la période sensible, avec des proportions variables (Figure 33). Deux observations sont notables : la plupart des données sur les axes principaux hors PR des Avalanches a été collectée durant la période sensible. De plus, la quasi-intégralité des données issues du piège situé sur l'itinéraire menant au Crêt de Chalam prend son origine dans la période sensible. Concernant les véhicules, excepté sur un piège à l'ouest du massif, la répartition des données selon la période semble relativement équilibrée (Figure 34).

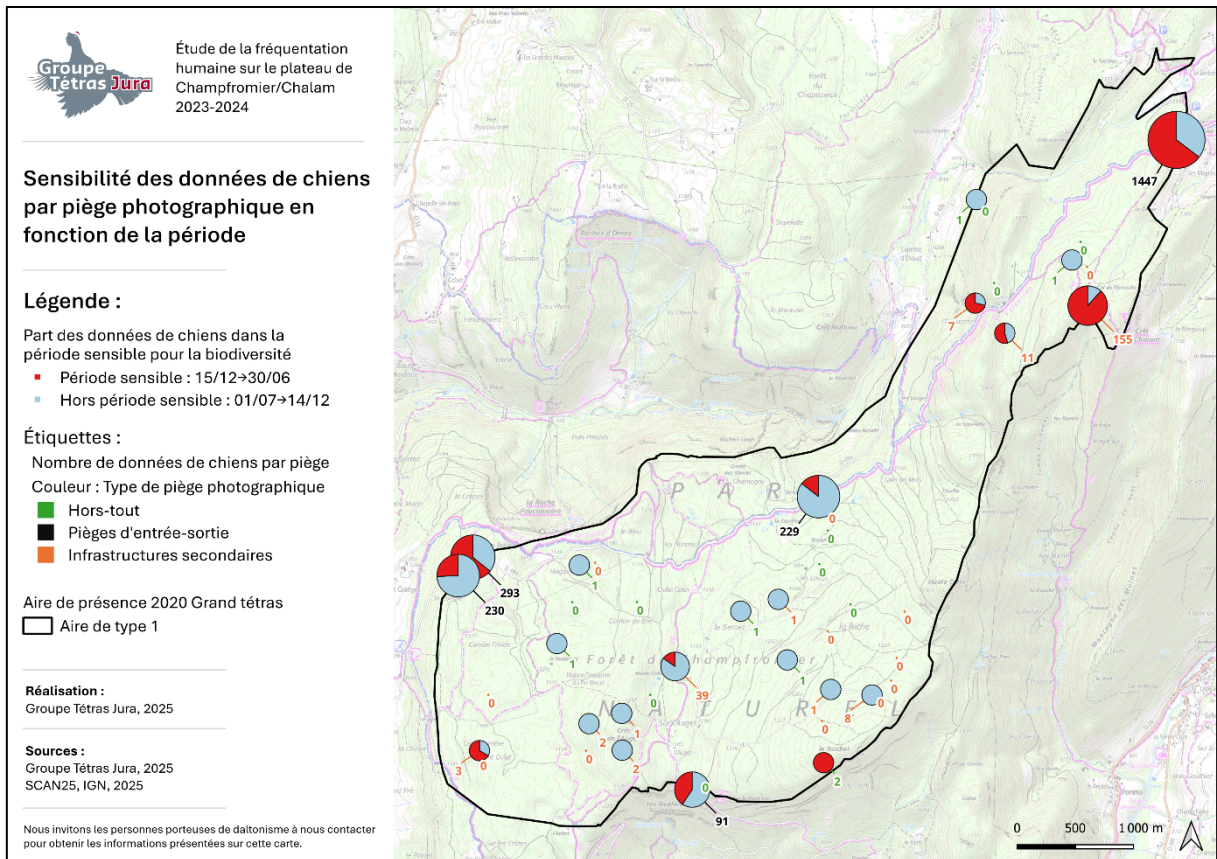


Figure 31 : Sensibilité des données de chiens par piège photographique en fonction de la période (n=2 528)

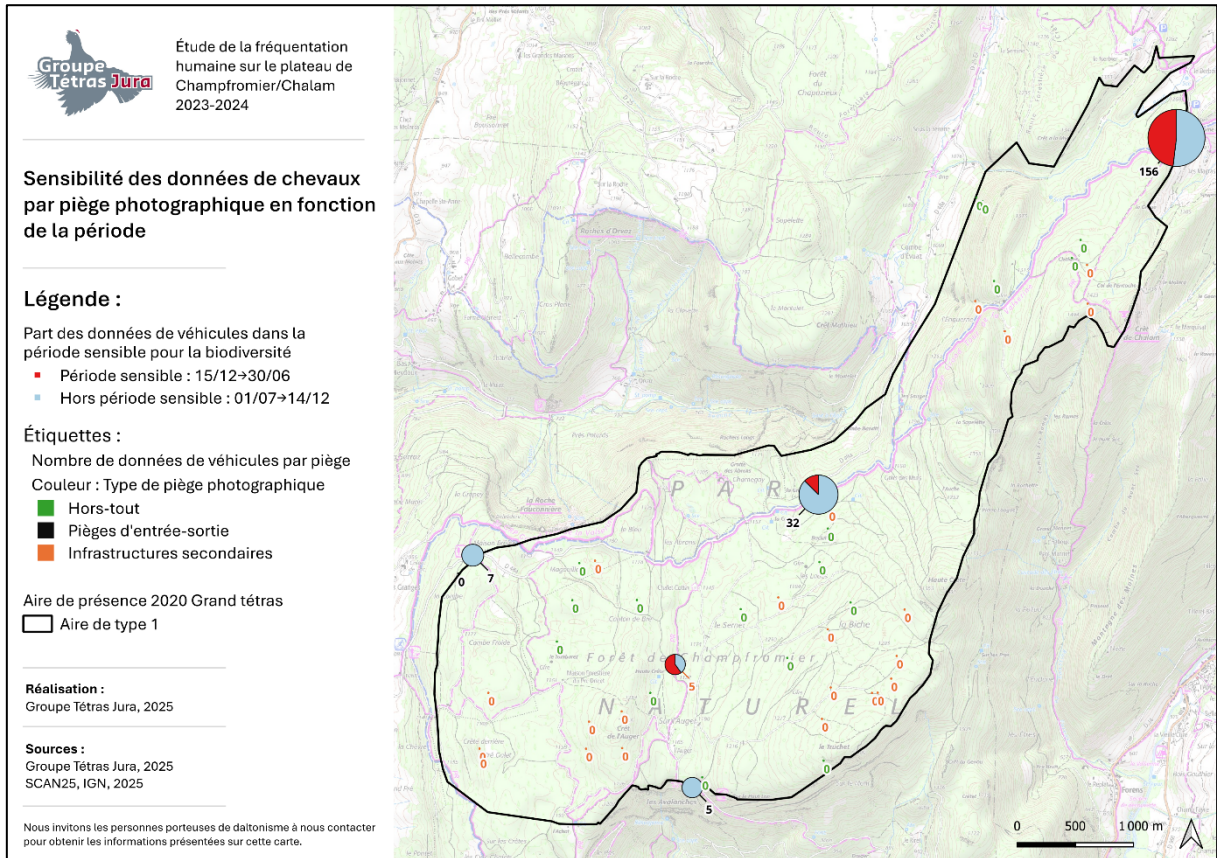


Figure 32 : Sensibilité des données de chevaux (équidés) par piège photographique en fonction de la période (n=205)

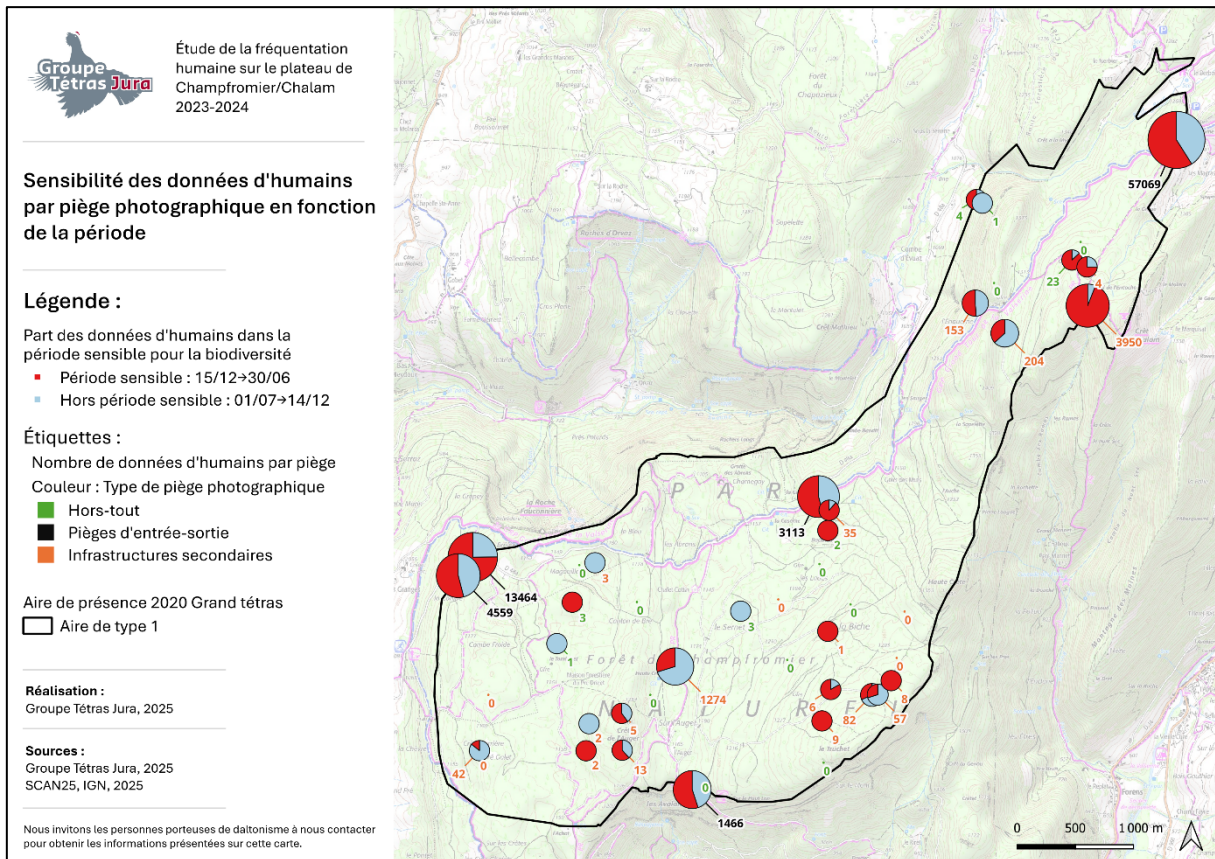


Figure 33 : Sensibilité des données d'humains par piège photographique en fonction de la période (n=85 558)

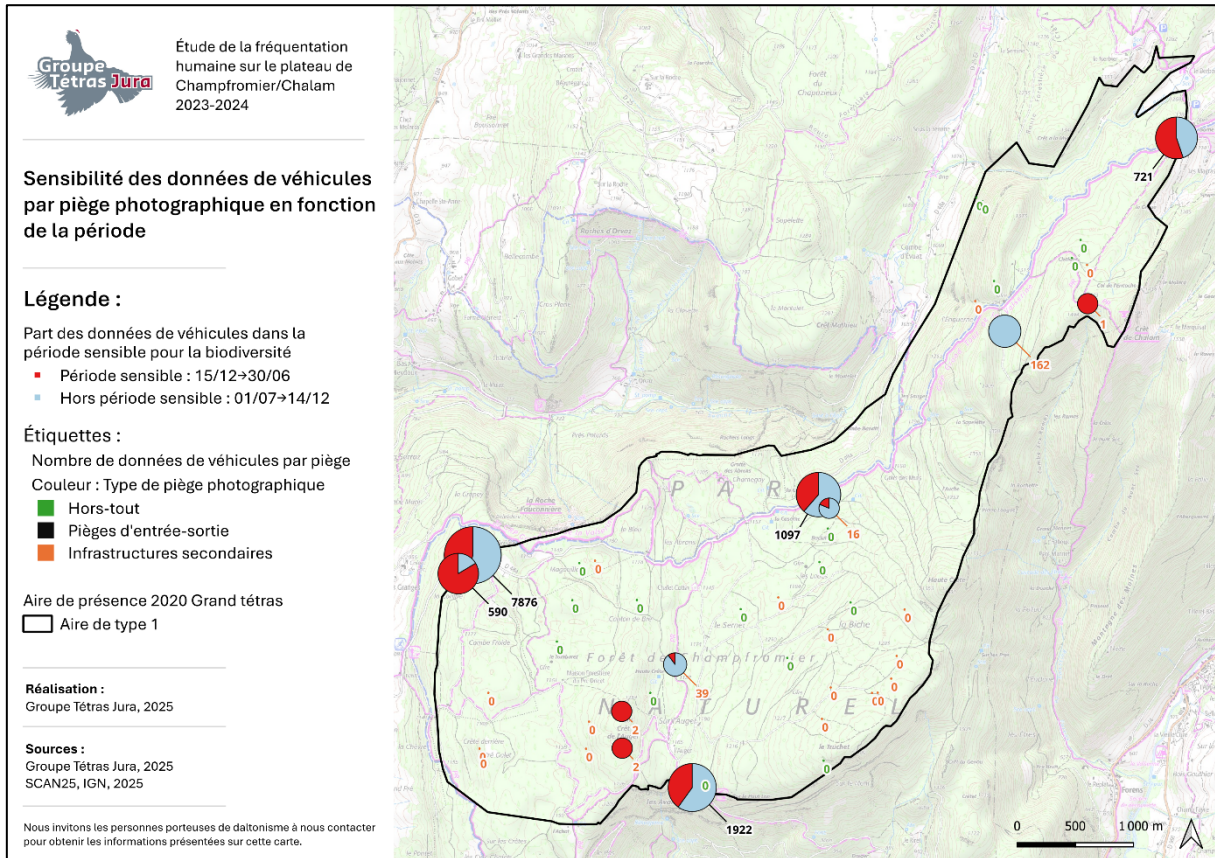


Figure 34 : Sensibilité des données de véhicules par piège photographique en fonction de la période (n=12 428)

## IV. DISCUSSION

### 1. RAPPEL DES OBJECTIFS

**L'objectif de cette étude visait à développer un protocole permettant de mieux caractériser la fréquentation dans les forêts d'altitude du massif jurassien.** À notre connaissance, aucune approche comparable n'existait jusqu'ici, ce qui a conduit à concevoir et expérimenter une méthodologie originale. Ainsi, deux volets complémentaires ont été développés.

- Volet **sociologique** (entretiens, questionnaires, observations préliminaires), qui éclaire les représentations, l'acceptabilité et les logiques d'usages ;
- Volet **quantitatif** (réseau d'appareils photographiques, analyses statistiques et spatiales), qui apporte des indices de fréquentation, hors des infrastructures principales dans l'espace et dans le temps.

Cette double-entrée permet (i) d'interpréter les chiffres au regard des pratiques et des représentations, (ii) d'étayer les décisions de gestion par des éléments à la fois objectifs et sociaux, et (iii) d'identifier des points de convergence ou de divergence entre perceptions et mesures.

### 2. VOLET SOCIOLOGIQUE : PERCEPTIONS, PRATIQUES ET ACCEPTABILITÉ

Les répondants au questionnaire décrivent la forêt jurassienne de manière globalement positive, exprimant une forte sensibilité à leur territoire. Ils identifient clairement l'impact des activités humaines sur la faune sauvage, qu'ils hiérarchisent selon leur intensité : les engins motorisés, les travaux forestiers et les pratiques de hors-piste sont perçus comme les plus perturbants, tandis que les activités de loisirs comme la randonnée ou la raquette sont jugées moins impactantes. Pourtant, plus de 70 % des répondants déclarent pratiquer régulièrement ou occasionnellement le hors-piste, mais 40% d'entre eux estiment que leurs sorties hors-pistes n'ont pas d'impact sur la biodiversité. Cependant, la majorité des enquêtés se déclare très sensible à la cause environnementale. Ce phénomène est bien connu et relève de la dissonance entre sensibilité environnementale et pratique (Eriksson 2022). Cet écart peut s'expliquer par une vision utilitariste de la nature souvent perçue comme une ressource plutôt que comme un « partenaire vivant ». Il existe aussi un manque de lien affectif et concret avec la « nature ordinaire » (forêt, prairie, etc.) trop souvent absente des discours éducatifs. Enfin, l'absence de récits collectifs mobilisateurs capables de relier les enjeux écologiques à des dimensions sociales limite l'appropriation et l'engagement des citoyens (Sukumaran & Majhi 2024).

Les données issues du questionnaire révèlent que les répondants perçoivent une fréquentation modérée à importante du massif jurassien, et près de la moitié d'entre eux considèrent le massif comme surfréquenté. Ce ressenti contraste avec les discours recueillis lors des entretiens menés auprès des structures locales, qui ne rapportent pas de surfréquentation marquée. Ces acteurs valorisent au contraire une image de massif "sauvage" et préservé, et peuvent eux aussi minimiser l'impact de certaines pratiques récréatives.

Ce décalage de perception illustre une forme de « green gap » institutionnel, où les représentations idéalisées de la nature cohabitent avec des pratiques qui en altèrent la qualité sans être pleinement reconnues comme telles (Sukumaran & Majhi 2024). Ce décalage est probablement accentué par le biais de sélection inhérent aux questionnaires, qui recueillent majoritairement la parole d'utilisateurs déjà sensibilisés, et laissent en partie hors champ les

pratiques les plus éloignées des préoccupations environnementales. Les gestionnaires peuvent minimiser certains impacts, soit par manque d'outils de mesure (absence de dispositifs de suivi des flux, de seuils de tolérance), soit pour préserver l'attractivité économique du territoire, notamment dans le cadre du tourisme de nature. Ce phénomène est bien documenté dans les travaux de Hatt (2022) qui montrent que les politiques de gestion de la fréquentation sont souvent freinées par des enjeux de gouvernance, de légitimité et de développement local.

Tous ces éléments soulignent le rôle essentiel de la sensibilisation auprès des pratiquants, notamment ceux du hors-piste. Cela passe par des rencontres directes sur le terrain, la valorisation de la nature dite "ordinaire", et une approche pédagogique non culpabilisante, fondée sur le dialogue et l'engagement. Ce constat met également en lumière le manque d'éducation à la biodiversité dans les programmes scolaires, dès le plus jeune âge (Eriksson 2022). Dans ce contexte, une structure associative comme le GTJ peut jouer un rôle central, en tant que relais éducatif et médiateur entre les institutions, les usagers et les enjeux écologiques du territoire.

### 3. VARIATION TEMPORELLE DE LA FRÉQUENTATION

L'analyse temporelle de la fréquentation dans le massif de Champfromier révèle des dynamiques temporelles marquées qui sont expliquées à la fois par la fréquence et la diversité des pratiques observées sur le terrain. La pondération de la fréquentation hors-piste observée, par la fréquentation globale, permet de mieux décrire l'importance et les caractéristiques spatiales et temporelles du comportement hors-piste au sein de l'ensemble des usagers du massif.

#### a. FRÉQUENTATION GLOBALE SUR LE MASSIF

L'estimation de la fréquentation globale a été réalisée en utilisant uniquement les pièges situés à la Borne au Lion et sur le parking de ski de fond de Giron, les autres axes n'ayant pas pu être pris en compte dans l'analyse du fait des dysfonctionnements importants des pièges photos sur une partie de la période. Par ailleurs, en raison de dysfonctionnements, seule une partie des observations de fréquentation sur le mois d'août ont pu être analysées, ce qui réduit la portée des observations réalisées sur ce mois (voir Limites de l'étude).

Nos résultats montrent que **la fréquentation globale du massif de Champfromier/Chalam est significativement plus forte pendant la période estivale.**

L'ouverture de la route reliant La Pesse à Giron est un des facteurs qui pourraient expliquer la fréquentation accrue pendant l'été. En effet, cette route est fermée à la circulation lorsque la station d'activités hivernales Giron 1000 est ouverte : la route est alors utilisée pour un itinéraire de ski de fond. Celle-ci permet d'éviter un détour d'une dizaine de minutes pour aller d'un village à l'autre, et est donc relativement utilisée par les habitants locaux, même si elle est relativement dangereuse.

**L'indice de fréquentation global montre qu'il n'existe pas de variation liée aux vacances scolaires.** Le dysfonctionnement des appareils photographiques précédemment cité pourrait avoir contribué à ce résultat, en particulier si la fréquentation a été particulièrement forte pendant les jours de dysfonctionnement des pièges ou sur les axes principaux non pris en compte dans le calcul de l'indice de fréquentation global. Le public local pourrait également fréquenter le massif de façon plus importante hors des vacances scolaires, « compensant » ainsi un éventuel surcroît de fréquentation par les touristes et les visiteurs pendant les vacances scolaires.

En revanche, **l'indice met en évidence une hausse marquée de la fréquentation durant les week-ends**. Cette tendance s'explique par la disponibilité accrue des visiteurs en dehors des jours ouvrés, ce qui favorise les activités de loisirs en forêt, telles que la randonnée, la cueillette.

#### b. RELATION ENTRE FRÉQUENTATION GLOBALE ET FRÉQUENTATION HORS DES INFRASTRUCTURES PRINCIPALES

La fréquentation hors des infrastructures principales (HIP) comprend à la fois la fréquentation observée sur les infrastructures secondaires et en hors tout. La connaissance de cette fréquentation et des comportements de sortie des zones aménagées qui y sont associés constituent un enjeu crucial pour la gestion de la fréquentation du massif, puisque ces infrastructures ne sont pas prévues pour être utilisées par le grand public.

De plus, les zones aménagées (telles que les sentiers, les aires de stationnement, etc.) sont spécifiquement conçues pour absorber le piétinement et les perturbations écologiques, contrairement aux infrastructures secondaires et au hors-tout (Ashley et al. 2016).

**L'indice de fréquentation pondérée illustre la proportion des usagers qui sortent des infrastructures principales**, relativement à la fréquentation globale du massif.

**L'indice de fréquentation hors des infrastructures principales brute (HIP) est plus élevé le week-end, mais cette tendance disparaît après pondération par la fréquentation globale.**

Cela indique que, bien que le nombre de passages soit plus important, il reste proportionnel au profil des usagers du massif, notamment le dimanche. La fréquentation pondérée est en revanche plus élevée le jeudi, ce qui correspond au jour de chasse sur le massif, qui sont le jeudi, le samedi et le dimanche. Le mercredi est également un jour plus fréquenté hors des infrastructures principales, ce qui pourrait être lié au jour de repos pour les enfants et donc de sorties familiales en forêt.

**Sur le plan saisonnier, la fréquentation HIP est maximale en hiver (brute et pondérée)**, ce qui suggère que les activités hivernales (raquettes, ski de randonnée...) favorisent les pratiques en dehors des itinéraires principaux. Cette période étant particulièrement sensible pour la faune sauvage, ces déplacements hors des itinéraires balisés soulèvent des enjeux majeurs de conservation. À l'inverse, le printemps présente les indices les plus faibles, ce qui constitue un signal positif pour la quiétude des espèces en période de reproduction.

**En automne, la fréquentation HIP pondérée atteint un niveau élevé**, ce qui est probablement lié à la cueillette des champignons et à d'autres pratiques locales (chasse, activités naturalistes), souvent réalisées en dehors des infrastructures principales (ce qui est confirmé par les entretiens réalisés dans le cadre de l'étude sociétale, voir III.1.). En hors-piste, seul le samedi se distingue par une fréquentation anthropique supérieure, ce qui pourrait également être attribué à la cueillette ou à des usages récréatifs.

**L'absence d'effet des vacances scolaires sur les pièges situés aux entrées et sorties de la forêt contraste avec l'augmentation observée sur les itinéraires HIP**, traduisant ainsi une segmentation des usages. Les points d'accès captent un flux global, incluant des pratiques régulières et utilitaires (promeneurs locaux, activités professionnelles), peu sensibles aux périodes de congés. À l'inverse, les zones internes non balisées, souvent perçues comme plus « sauvages » ou techniques, attirent probablement des visiteurs disposant de temps libre et en quête d'expériences immersives.

### C. CARACTÉRISATION DE LA FRÉQUENTATION HORS DES INFRASTRUCTURES PRINCIPALES

Pour connaître l'impact de la fréquentation anthropique sur la biodiversité, nous devons analyser l'indice de fréquentation HIP brut. En effet, le dérangement subi par la faune dépend uniquement du flux de visiteurs hors infrastructures, sans lien avec la fréquentation globale du massif.

Nos résultats montrent que la fréquentation HIP brute est systématiquement plus élevée sur les infrastructures secondaires que dans les zones hors-tout. Ce résultat était attendu, car les pièges placés en hors-tout subissent un effet de dilution lié à la dispersion des passages, tandis que les infrastructures secondaires concentrent les flux. Cette observation confirme que, même lorsqu'ils quittent les itinéraires principaux, les usagers privilégient des tracés aménagés plutôt que de s'aventurer totalement hors réseau. Cette interprétation s'accorde avec la littérature concernant les réseaux de sentiers formels et informels : Bettina et al. (2023) montrent que lorsqu'un réseau formalisé (GR, etc.) ne répond pas pleinement aux attentes des usagers, ceux-ci tendent à en sortir et à emprunter des sentiers informels. En revanche, ils privilégient des tracés structurés plutôt que de s'engager totalement dans des zones sans infrastructures.

Ainsi, la présence d'infrastructures secondaires draine la fréquentation, mettant en lumière l'importance de maîtriser le développement de ce réseau. À l'inverse, les zones sans accès constituent toujours des refuges pour la faune sauvage.

En réponse à ce constat, deux types d'outils de gestion peuvent être envisagés : concentrer la fréquentation sur un nombre restreint d'infrastructures secondaires pour limiter les impacts, ou privilégier des mesures de dissuasion lorsque les aménagements compromettent les objectifs de conservation (Bettina et al 2023). La durabilité d'un réseau de sentiers ne peut être atteinte qu'à travers une approche interdisciplinaire, fondée sur l'intégration cohérente des dimensions écologiques, sociales et économiques (Jeffrey et al 2024).

Nos résultats montrent que la fréquentation HIP brute observée durant le week-end est bien plus élevée que la semaine. De plus, le mercredi et le jeudi ressortent comme particulièrement fréquentés par rapport aux autres jours de semaine, que ce soit en chiffres brutes ou pondérés.

L'effet des week-ends comme périodes de forte affluence dans les espaces naturels est bien documenté dans la littérature (Oftedal 2022 ; Eco-compteur 2023). Nos données confirment cette tendance. En revanche, en semaine, nos premières observations suggèrent la présence d'un public plus expérimenté, recherchant des pratiques spécifiques et s'écartant des infrastructures principales. Cette hypothèse, encore à confirmer, pourrait être liée à des activités telles que la chasse ou la cueillette, qui nécessitent un usage différent des infrastructures (Blanc 2025).

Le samedi, bien que la fréquentation brute soit en hausse en hors-tout, l'indice pondéré correspondant ne varie pas. Cette situation pourrait résulter d'une activité cynégétique plus soutenue, masquée par une augmentation parallèle du nombre de visiteurs dans le massif.

Après le printemps avec peu d'affluence hors des infrastructures principales, l'indice de fréquentation HIP brut augmente en été, sous l'effet des vacances scolaires et de l'arrivée du tourisme. Celui-ci reste élevé en automne, soulignant à nouveau une activité importante hors des infrastructures principales durant cette saison, qui peut être associée à la cueillette. Néanmoins, l'hiver est la saison où cet indice est le plus important, où le dérangement pour la faune sauvage est donc maximal. Sur la zone d'étude, la pratique des activités nordiques est importante, en raison de la présence de la station Giron 1000. Ces activités, ainsi que la cueillette, sont favorisées par la topographie du secteur, qui ne présente pas de dénivelé important.

#### 4. VARIATION SPATIALE DE LA FRÉQUENTATION SUR LES DIFFÉRENTS TYPES D'INFRASTRUCTURES

Les points d'entrée du massif (Borne au Lion, parking de ski de fond de Giron) concentrent une grande partie de la fréquentation anthropique. Le nombre de données récoltées est considérable : les soixante mille données anthropiques collectées à la Borne au Lion (extrême nord-est) ont majoritairement été collectées durant la période sensible (du 15 décembre au 30 juin), mettant en lumière l'utilisation intense de cet espace pour la pratique de la marche/randonnée à pied ou en raquettes.

Sur les infrastructures secondaires, deux appareils ont enregistré un nombre de données nettement supérieur à la moyenne. Ceux-ci étaient effectivement placés sur des sentiers de Petite Randonnée (PR). Cette forte fréquentation pourrait s'expliquer par le fait que ces sentiers de PR sont balisés et attirent ainsi du public. Ainsi, il aurait été plus judicieux de classer ce type de sentiers en infrastructures principales plutôt qu'en infrastructures secondaires pour nos analyses. La Figure 35 illustre l'impact de cette requalification : en excluant les données des deux appareils PR, la proportion de données anthropiques diminue fortement, ce qui pourrait impacter les conclusions tirées précédemment (voir Figure 13, partie III.2.b).

Hormis les deux appareils placés sur PR, une zone semble relativement fréquentée : les appareils situés de part et d'autre de la Grande Traversée du Jura, au nord-est du massif. Ceux-ci ont respectivement collecté 377 et 160 données anthropiques, principalement composées de photographies d'humains. Le piège situé le plus à l'est a également collecté une part importante de données de véhicules, qui sont probablement des données de vélo étant donné la largeur de la piste. Il s'agit d'ailleurs du piège avec le plus de données de véhicules sur les appareils situés hors des infrastructures principales. Certains de ces sentiers non balisés jouent par ailleurs un rôle structurant au sein du massif. Ainsi le sentier le plus à l'ouest constitue une voie d'entrée permettant de rejoindre le réseau d'infrastructures balisées, et celui à l'est permet d'accéder à d'autres sentiers à proximité du crêt de Chalam ou de le contourner pour rejoindre la vallée de la Valserine. Une attention particulière devra donc y être portée par les gestionnaires locaux, pour aménager ou rediriger les usagers de ces sentiers en fonction des orientations sur ces secteurs.

Une autre zone d'activité semble être située au sud-ouest du massif. Dans ce secteur non balisé, de nombreuses données anthropiques, et particulièrement humaines ont été récoltées. Après analyse spécifique réalisée manuellement, l'activité principale semble être la pratique de la chasse. Enfin, la fréquentation présente sur le piège situé au sud est du massif, avec 42 données d'humain collectées sur l'année concerne des marcheurs à pied et des opérations de bûcheronnage. Il pourrait être utile d'évaluer les marges de manœuvre disponibles pour limiter, voire prévenir, les impacts associés à ces pratiques, notamment en ajustant leur temporalité hors de la période sensible.

#### 5. IMPACTS DE LA FRÉQUENTATION ANTHROPIQUE SUR LE GRAND TÉTRAS

La forte fréquentation humaine dans certains secteurs du massif jurassien, comme dans ceux cités précédemment, soulève des préoccupations écologiques majeures, en particulier pour la faune sensible comme le Grand tétras (*Tetrao urogallus*). Ce galliforme forestier est particulièrement sensible au dérangement anthropique, notamment en période hivernale et de reproduction (Thiel, D. K. 2007) (Coppes et al., 2017).

Les comportements de fuite observés chez cette espèce sont amplifiés dans les zones à forte fréquentation. Ces réactions de fuite répétées entraînent une dépense énergétique accrue,

particulièrement problématique en hiver, lorsque les ressources alimentaires sont limitées et les conditions climatiques rigoureuses (Thiel, D. K. 2007).

Même si les zones de ski ou de randonnée ne détruisent pas physiquement les habitats pour l'espèce, elles provoquent une réduction fonctionnelle de ceux-ci : les oiseaux évitent ces zones, ce qui limite la surface réellement utilisée (Coppes et al., 2017). Ceci est particulièrement problématique pour les populations relictuelles, qui sont déjà limitées en effectif, en disponibilité d'habitat et en diversité génétique, dont la population de Grand tétras sur le plateau de Champfromier/Chalam fait partie.

Par ailleurs, le stress physiologique chez le Grand tétras, mesuré par la concentration de métabolites de corticostérone dans les fientes, est significativement plus élevé dans les zones soumises à une forte pression touristique ou cynégétique (Thiel, D. K. 2011). Ce stress chronique peut affecter la condition corporelle, réduire le succès reproducteur et compromettre la survie des individus.

La fréquentation humaine, notamment hors sentiers balisés, accentue ces effets négatifs en pénétrant dans les zones de tranquillité essentielles à la faune.

## **6. QUALIFICATION DE LA FRÉQUENTATION HORS-TOUT ET IMPACT POTENTIEL SUR LA FAUNE SENSIBLE**

La quantité de données produites par les appareils en hors-tout est bien plus faible que sur les entrées-sorties du massif ou sur les infrastructures secondaires (respectivement 62 et six fois moins importante, calculé sur les données non vides et non indéfinies). La présence très réduite de données anthropiques parmi les données collectées en hors-tout est notable. En effet, 61 données anthropiques ont été récoltées sur l'ensemble des dix-sept appareils de cette catégorie, malgré leur taux de fonctionnement élevé. Ces données sont pour moitié produites par un piège, placé sur le secteur du Crêt de Chalam. Les photographies récoltées semblent témoigner de l'activité cynégétique, majoritairement dans la période sensible (analyse spécifique réalisée manuellement).

Des chiens ont été détectés sur six appareils placés en hors-piste sur le massif, ce qui témoigne de comportement de divagation, même si celui-ci semble peu fréquent à la vue du faible nombre d'observations.

La présence de chiens en milieu naturel, même tenus en laisse, peut mener à différents impacts sur la faune sauvage : prédation d'individus, compétition directe ou indirecte, transmission de pathogènes ou encore une hybridation menant à une « pollution génétique » (Twardek et al. 2017). Celle-ci peut également induire des perturbations comportementales, notamment avec une augmentation des comportements d'évitements (Parsons et al. 2016). Leur présence renforce la perception du risque chez certaines espèces sauvages, soulignant l'importance de la modération de leur présence.

Or, une proportion non négligeable des propriétaires de chiens en milieu rural laisse leur chien divaguer librement (Gompper, 2014). La gestion des impacts des chiens en divagation sur la faune sauvage nécessite donc une évolution des comportements humains, souvent profondément ancrés dans des valeurs culturelles et affectives fortes liées à la relation homme-chien, ce qui rend cette problématique particulièrement sensible.

L'analyse spatiale des données permet d'identifier les secteurs à enjeux : le Crêt de Chalam et la GTJ notamment. Ces zones sont à la fois attractives pour les pratiquants et sensibles pour la

faune. Les données montrent également une présence humaine importante en période sensible sur ces secteurs, ainsi que sur la zone sud-est du plateau.

Les appareils en hors-tout, bien que peu productifs, permettent de détecter des usages marginaux (chasse, divagation de chiens) qui peuvent avoir un impact fort. Globalement, la méthode testée permet d'identifier des signaux assez faibles mais qui constituent des sources d'informations importantes pour les enjeux de conservation de la faune sauvage.

Ces résultats confirment l'intérêt d'un maillage spatial fin et d'une stratification des appareils selon les types d'infrastructures. Ils offrent des éléments concrets pour orienter les mesures de gestion de la fréquentation en fonction des secteurs, en plus de permettre l'identification de zones à enjeux et de zones refuges.

## 7. PERTINENCE DU PROTOCOLE ET PERSPECTIVES

L'**utilisation du logiciel Deepfaune** nous a permis d'analyser rapidement et efficacement un nombre très important de données issues d'un réseau dense d'appareils photographiques à déclenchement automatique. Il nous permet ainsi d'obtenir une caractérisation robuste des dynamiques de la fréquentation sur le massif, bien qu'un renforcement et une fiabilisation du dispositif de mesure accroîtrait la précision des estimations. Si certains taxons sont encore difficiles à distinguer par le logiciel, les erreurs d'assignations sont très faibles concernant les données anthropiques (homme, véhicule, chien, équidé).

Le positionnement des appareils photographiques a été optimisé grâce à différents ajustements méthodologiques, dans le but de maximiser la fiabilité et la représentativité des données acquises.

Enfin, la **méthode d'analyse** statistique choisie permet de s'affranchir des biais quantitatifs et d'obtenir des informations comparatives sur l'intensité de la fréquentation sur différents secteurs du massif.

Les résultats restent cependant biaisés en raison de différents facteurs listés dans la partie IV.7.

Malgré ces limites, **la méthode atteint son objectif** : produire des indices spatio-temporels décrivant de manière fiable la fréquentation humaine globale et hors des infrastructures principales (HIP) dans une forêt d'altitude.

Enfin, différentes analyses supplémentaires pourraient être envisagées à partir des données obtenues, afin d'évaluer le besoin ou la pertinence d'actions de conservation. Il serait notamment intéressant de pouvoir identifier si, sur les clichés où des humains et des chiens sont présents, les chiens sont tenus en laisse. Cependant, une telle analyse serait complexe : visibilité de la laisse en fonction de la position du chien et de sa couleur ? Prise en compte des longes, qui traînent sur le sol ? Chiens attachés mais non tenus par leur propriétaire ? Une analyse de la fréquentation en relation avec la présence ou l'épaisseur de manteau neigeux serait également intéressante à mener.

## 8. LIMITES DE L'ÉTUDE

### a. TABLEAU DE RÉSUMÉ

Problème réel ou potentiel	Description	Remédiation
Étude sociologique partielle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions nécessaires à la réalisation de relevés hors-piste en ski de fond ont été rares en raison de la douceur de l'hiver 2023-2024. Les résultats de ces comptages ont donc été limités.</li> <li>Le questionnaire explorant l'interface entre pratique sportive et environnement a eu une portée trop faible (courte durée de mise en ligne et peu de relais).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter la durée de publication des questionnaires</li> <li>Relances régulières via différents modes de communication</li> </ul>
Améliorer l'échantillonnage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux choix méthodologiques ont conduit à des pertes de données importantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser au départ des piles lithium rechargeables pour réduire l'impact environnemental de l'étude ;</li> <li>Certains appareils ont montré une sensibilité aux conditions climatiques.</li> </ul> </li> <li>Deux appareils hors des infrastructures principales ont été placés sur des itinéraires balisés de Petite Randonnée, non inclus dans les infrastructures principales au moment du tirage : celui situé sur le chemin jusqu'au Crêt de Chalam, ainsi que sur un sentier de PR parallèle à la route des Avalanches au cœur du plateau. Certains appareils étaient situés sur la même infrastructure : trois doublons. Un des deux appareils utilisés pour la mesure de la fréquentation globale (Borne au lion) était localisé sur un chemin de randonnée très utilisé, mais pas sur la piste de ski de fond légèrement décalée. Ainsi, l'appareil n'a pas pu collecter une information représentative de la fréquentation sur le secteur pendant la période hivernale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meilleure prise en compte des points d'entrée</li> <li>Intégration des sentiers de Petite Randonnée dans les infrastructures principales</li> <li>Disposer des données les plus actuelles sur le balisage du massif</li> <li>Renforcement du contrôle du positionnement des appareils sur les mailles sélectionnées pour prévenir les doublons</li> <li>Meilleure prise en compte du tourisme hivernal lors de la pose des appareils</li> </ul>
Pertes de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>En raison de dysfonctionnements des pièges d'entrée-sortie, la fréquentation globale a été mesurée en utilisant uniquement les appareils situés au parking de ski de fond de Giron et depuis la Borne au Lion.</li> <li>Trois appareils ont particulièrement dysfonctionné : le premier au centre-ouest du massif, le second au sud du premier, et le troisième étant celui sur le sentier menant au Crêt de Chalam.</li> <li>Les estimations de Deepfaune sur les séquences comprenant plusieurs espèces (homme + chien notamment) ne prennent en compte qu'une seule espèce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser des modèles d'appareils et de piles fiables</li> <li>Prévenir les pannes par l'utilisation d'appareils photographiques connectés</li> <li>Optimiser le plus possible le traitement des données</li> </ul>
Création de dérangement	La présence des opérateurs sur le terrain a été source d'un dérangement, ceux-ci ayant été installés pendant une période sensible pour la faune sauvage. Sur une année, chaque piège a en moyenne été relevé 5 fois, en plus de la pose et du démontage du piège, dont deux passages en période sensible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Favoriser l'utilisation d'appareils photographiques connectés pour optimiser le nombre de passages</li> <li>Réaliser dans la mesure du possible la pose et la relève des appareils hors de la période sensible</li> </ul>

#### b. DYSFONCTIONNEMENT DES APPAREILS : VISION PARTIELLE DE LA FRÉQUENTATION GLOBALE

Les problèmes cités précédemment, et décrits dans le tableau précédent, ont mené à des pertes de données. Celles-ci impactent l'analyse de différentes manières.

Le faible taux de fonctionnement des appareils en août a fortement augmenté les valeurs des intervalles de confiance sur ce mois-ci et en été pour les résultats saisonniers, affectant ainsi les interprétations concernées.

De même, la prise en compte du seul axe Giron-La Borne au Lion pour estimer la fréquentation globale entraîne une sous-estimation de ce paramètre qu'il n'est pas possible de quantifier. Cette mesure ayant une importance majeure dans l'analyse, il sera important de l'améliorer dans de futures études.

Enfin, l'absence de prise en compte des sentiers de Petite Randonnée dans les infrastructures principales (voir IV.3.c.) a également impacté les indicateurs de fréquentation HIP. En effet, en excluant les données des deux appareils sur PR, la proportion de données anthropiques diminue fortement, ce qui peut influencer les conclusions tirées précédemment (voir Figure 35).

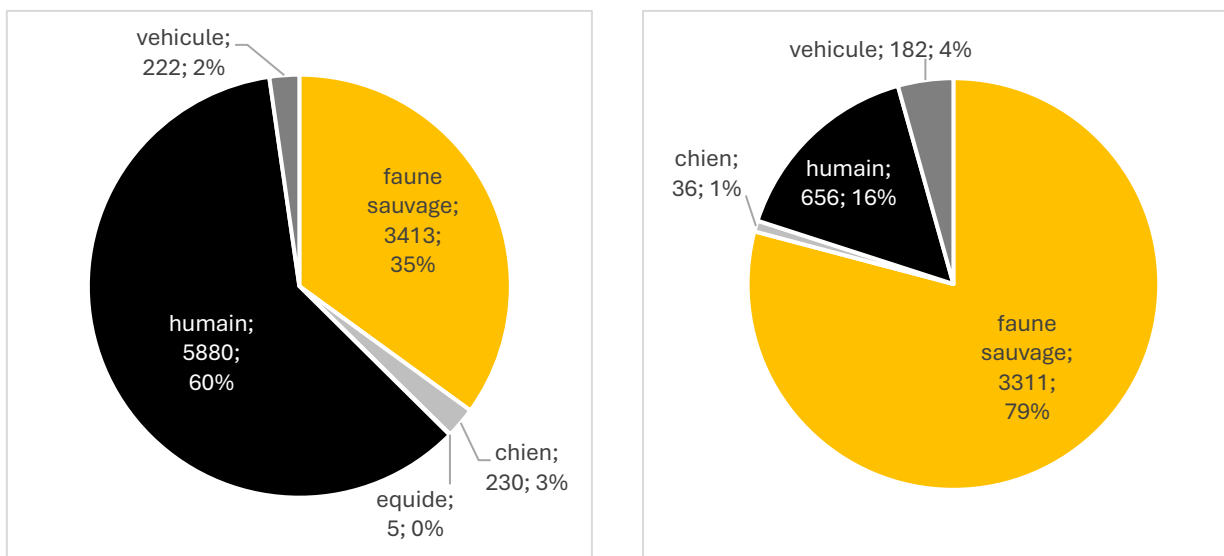


Figure 35 : à gauche : Résultat d'identification des données sur les itinéraires secondaires, en écartant les données vides et indéfinies (n=9 750) ; à droite : Même figure, mais cette fois en écartant également les données des appareils situés sur des infrastructures de Petite Randonnée (n=4 185). Ce graphique a été réalisé sans tenir compte des données de comptage : qu'il y ait un humain sur une photo ou trois, chaque photo constitue une seule donnée dans tous les cas et n'est comptée qu'une seule fois. De plus, le nombre de photos d'humains ne correspond pas avec le nombre d'humains qui ont fréquenté le massif.

## 9. CONCLUSION

Cette pré-étude, visant à développer une méthode permettant de mieux connaître la fréquentation humaine dans une forêt d'altitude, a donc utilisé deux outils. Le volet sociologique nous renseigne à propos de la perception des usagers du massif. Le volet quantitatif complète le diagnostic en proposant un protocole scientifique fiable pour répondre aux problématiques précédemment décrites.

Le protocole permet ainsi de produire des indicateurs complémentaires qui dissocient l'affluence globale du massif de la part des usages en dehors des infrastructures principales.

La fréquentation semble bien plus prononcée hors des infrastructures principales en hiver et en automne, possiblement en lien avec des pratiques spécifiques comme les sports d'hiver, la chasse ou la cueillette. À l'inverse, le printemps et l'été sont marqués par une fréquentation plus encadrée concentrée sur les itinéraires principaux. Cette dynamique est également perceptible à l'échelle hebdomadaire avec une fréquentation accrue le week-end, mais des usages hors infrastructures principales plus fréquents en semaine potentiellement portés par des publics locaux ou professionnels.

La différenciation entre valeurs pondérées, qui décrivent la part de la fréquentation globale qui sort des infrastructures principales sur le milieu, et valeurs brutes, qui mettent en lumière l'impact de la fréquentation sur le milieu, permet d'orienter des mesures proportionnées dans l'espace et dans le temps. Il donne ainsi aux gestionnaires une vision opérationnelle des risques de dérangement pour la faune et de dégradation des habitats.

L'analyse temporelle des données récoltées dans le cadre de cette pré-étude met donc en évidence une variabilité marquée des usages en fonction des rythmes saisonniers hebdomadaires et journaliers. Cette variabilité ne se limite pas à une fluctuation du nombre de visiteurs, elle traduit également une évolution des pratiques selon les périodes de l'année.

De plus, la prédominance des infrastructures secondaires dans les usages HIP témoigne d'une dispersion relative mais maîtrisée des visiteurs qui tendent à s'appuyer sur des tracés existants plutôt que de s'aventurer en pleine forêt.

Ainsi, la gestion du balisage est un levier central de canalisation de la fréquentation : en concentrant les visiteurs sur des itinéraires capables d'absorber la pression, elle permet de maîtriser les flux et, ce faisant, de contenir les impacts sur les milieux.

L'analyse spatiale, quant à elle, permet d'identifier les zones fréquentées et, a contrario, les zones refuge pour la biodiversité. Les entrées-sorties du massif sont naturellement très visitées. La zone au sud-ouest du massif ainsi que la périphérie de la Grande Traversée du Jura semble être vectrices d'une fréquentation relativement importante pour des infrastructures non balisées.

Ces résultats mettent donc en lumière l'influence importante du réseau d'infrastructures secondaires dans la distribution de la fréquentation : ces pistes drainent les visiteurs et donc les impacts sur la biodiversité. Maîtriser leur développement et leur étendue est donc prioritaire pour la conservation de la faune et de la flore locales.

Ainsi, le volet sociologique de l'étude et le protocole quantitatif, basé sur un réseau d'appareils photographiques, un traitement automatisé des séquences et des analyses spatio-temporelles sont adaptés à l'objectif initial : caractériser de façon fiable la fréquentation humaine dans une forêt d'altitude. Les difficultés rencontrées permettront de consolider le protocole, d'obtenir des résultats plus fiables, et de renforcer les constats proposés dans le cadre de cette pré-étude.

## V. ANNEXES

### 1. ANNEXE 1 : GRILLE D'ENTRETIEN DES PRATIQUANT.ES

Extrait du rapport disponible ici :

[https://gtj2.sharepoint.com/:b/s/Plateforme\\_numerique\\_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF\\_7CvYKvwo?e=Wubt2l](https://gtj2.sharepoint.com/:b/s/Plateforme_numerique_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF_7CvYKvwo?e=Wubt2l)

Représentation de la forêt

- Pouvez-vous me parler de cette/des forêts du Jura, de ce qu'elles représentent pour vous ?
  - Pouvez-vous me donner 3 mots qui représentent la forêt de Champfromier/Risoux/une forêt (de massif montagneux jurassien) selon vous ?
  - Quel est selon-vous la fonction principale de ce lieu ?

Pratiques (hivernale, estivale, intersaison)

- Pour quelles activités venez-vous en forêt ? Pouvez-vous me parler de cette/ces activité.s ?
  - Pour quelles raisons pratiquez-vous cette/ces activité.s ici ?
  - Quand venez-vous ? Pourquoi dans ces périodes de l'année ?
- Rencontrez-vous ou connaissez-vous d'autres activités ici ? Qu'en pensez-vous ? Pourquoi ?
- Pensez-vous que ces différentes activités ont un impact sur la biodiversité ? Quels types d'impact pourriez-vous identifier ?

Connaissances de l'écosystème et des mesures de protection

- Comment qualifieriez-vous la forêt sur le massif de Champfromier/du Risoux ? Décrivez ce qu'est pour vous une forêt en bonne santé, une faune en bonne santé.
- Quelles espèces protégées connaissez-vous sur le massif ? En avez-vous vu ?
  - Avez-vous déjà croisé sur le massif un GT ou un individu d'une autre espèce protégée ? Aimeriez-vous en voir ? Comment cela s'est-il déroulé si vous en avez vu ?
- Quelles sont les mesures de protection que vous connaissez ? sont-elles utiles/respectées selon-vous (en général/dans le Risoux) ? Que sont les APPB ? Qu'en pensez-vous ?

Problèmes fréquentation

- Comment qualifieriez-vous la fréquentation ?
  - Y a-t-il une surfréquentation ? si oui, sur quelles périodes de l'année ?
- Vous est-il déjà arrivé de sortir des sentiers balisés/de ne pas respecter des restrictions, et pourquoi ?
- Que pensez-vous du hors-piste ?
- Pensez-vous avoir un impact avec le hors-piste et lequel ? (Perception du dérangement entraîné par le hors-piste ?) Que faites-vous pour le limiter ?

Pistes d'amélioration

- Comment vous assurez-vous que votre activité produit le moins d'impact possible ? Que pouvez-vous faire d'autres ? comment peut-on vous y aider ?
- Parmi les outils existants, que pensez-vous de la verbalisation ? Des interdictions ?
- Que pensez-vous de la sensibilisation ?
- Comment améliorez ces outils selon vous ?

Portrait

- Genre
- Tranche d'âge
- Niveau d'études et catégorie socio-professionnelle
- Situation familiale
- Distance entre le lieu d'habitation et le massif
- Propriétaire forestier ou non

## 2. ANNEXE 2 : ANCIEN LIEN DU QUESTIONNAIRE

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd79z\\_XpLcGe2\\_MWVYAIYsTx9nBuGycHZra91mKtTzrvEJZnw/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd79z_XpLcGe2_MWVYAIYsTx9nBuGycHZra91mKtTzrvEJZnw/viewform?usp=sf_link)

## 3. ANNEXE 3 : GRILLE DU QUESTIONNAIRE

Extrait du rapport disponible ici :

[https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme\\_numerique\\_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF\\_7CvYKvwo?e=Wubt2l](https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme_numerique_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF_7CvYKvwo?e=Wubt2l)

Je m'appelle Jimmy Toulouse, je suis étudiant en Master 1 de Géographie – Gestion des environnements montagnards, et stagiaire au sein du Groupe Tétras Jura. Je réalise une étude sur la fréquentation dans les forêts du massif jurassien.

Ce questionnaire a pour objectif de mieux comprendre les pratiques en forêts, et de déterminer comment mieux les accompagner afin de créer un meilleur rapport entre pratiquant.es et environnement. Il est strictement confidentiel, et vise à construire une recherche sociologique pour, à terme, pouvoir améliorer les pratiques et la protection de la biodiversité au moyen de propositions qui fassent consensus.

Il dure entre 10 et 12 minutes environ, et est divisé en 4 grands thèmes : fréquentation et pratiques en forêt, protection environnementale, sentiers et hors-pistes, outils d'amélioration. Je vous remercie pour votre temps et votre intérêt.

Fréquentation et pratiques en forêt

- Fréquentez-vous les forêts du massif jurassien (départements du Doubs, du Jura et de l'Ain) ?
  - Oui
  - Non, je fréquente d'autres forêts (précisez le massif ou département)
- Quelle.s activité.s pratiquez-vous en forêt ?
  - Randonnée pédestre
  - Ski de fond/skating
  - Ski alpin
  - Ski de randonnée/nordique
  - Raquettes à neige
  - Vélo
  - Trail
  - Engins motorisés (quads, motocross,...)
  - Parapente/vol libre
  - Chasse
  - Photographie
  - Bivouac
  - Cueillette de champignons
  - Balade
  - Etude naturalistes
  - Travail forestier (forestiers, bûcherons)
  - Autre (préciser)
- Est-ce une pratique régulière ?
  - Oui, tous les jours ou plusieurs fois par semaine
  - Oui, toutes les semaines
  - Environ 1 fois par mois
  - 1 à 2 fois dans l'année
- A quelle.s période.s de l'année allez-vous en forêt dans le cadre de votre.s pratique.s ?
  - Hiver
  - Intersaison (printemps)
  - Eté

- Intersaison (automne)
- Pourquoi cette.ces période.s ?
- Quand vous venez, quelles autres activités rencontrez-vous le plus souvent ?
  - Randonnée pédestre
  - Ski de fond/skating
  - Ski alpin
  - Ski de randonnée/nordique
  - Raquettes à neige
  - Vélo
  - Trail
  - Engins motorisés (quads, motocross,...)
  - Parapente/vol libre
  - Chasse
  - Photographie
  - Bivouac
  - Cueillette de champignons
  - Balade
  - Etude naturalistes
  - Travail forestier (forestiers, bûcherons)
  - Autre (préciser)
- Pensez-vous que certaines ou l'ensemble de ces activités aient un impact sur l'environnement ?
  - Toutes
  - Certaines (Précisez lesquelles)
  - Aucune ou très peu
- Si vous avez répondu par l'affirmative, quels types d'impacts peuvent être identifiés selon vous (si vous avez répondu par la négative ou que vous ne savez pas, écrivez « je ne sais pas ») ?
- Pouvez-vous hiérarchiser les activités citées de la plus à la moins impactante selon vous ?
  - Randonnée pédestre
  - Ski de fond/skating
  - Ski alpin
  - Ski de randonnée/nordique
  - Raquettes à neige
  - Vélo
  - Trail
  - Engins motorisés (quads, motocross,...)
  - Parapente/vol libre
  - Chasse
  - Photographie
  - Bivouac
  - Cueillette de champignons
  - Balade
  - Etude naturalistes
  - Travail forestier (forestiers, bûcherons)
- Au cours de vos dernières sorties dans les forêts jurassiennes, qu'avez-vous pensé de la fréquentation ?
  - Très importante
  - Assez importante
  - Peu importante
  - Très peu importante
  - Pas de réponse
- Comment trouvez-vous que cette fréquentation évolue ?
  - Elle augmente principalement
  - Elle stagne
  - Elle diminue principalement
  - Cela dépend des saisons (précisez l'évolution perçue selon les saisons)
  - Je ne sais pas

## Protection environnementale

- Êtes-vous sensible à la protection environnementale ?
  - Oui, très
  - Oui, assez
  - Non, pas particulièrement
- Comment prenez-vous en compte l'environnement dans vos pratiques ?
- Pouvez-vous évaluer, pour les forêts du massif jurassien, leur degré de naturalité, c'est-à-dire leur caractère sauvage, non maîtrisé par l'Homme ?
  - 1 (peu naturelles, très aménagées et exploitées)
  - 2 (assez aménagées et exploitées)
  - 3 (moyennement aménagées et exploitées)
  - 4 (peu aménagées et exploitées)
  - 5 (très naturelles, très peu aménagées et exploitées)
  - Pas de réponse
- Si vous en connaissez, pouvez-vous citer une ou des espèces des forêts du Jura ?
- Si vous en connaissez, pouvez-vous citer une ou des mesures de protection de l'environnement ?
- Savez-vous ce que sont les Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB) ?
  - Oui
  - Non
- Un APPB est un outil servant à définir une zone où une réglementation est appliquée. Cette réglementation s'applique sur des activités humaines, par des restrictions et des informations, afin de protéger une ou des espèces remarquables et protégées. Pensez-vous que cet outil est utile ?
  - 1 (inutile)
  - 2 (peu utile, insatisfaisant)
  - 3 (moyennement utile, permet de protéger mais ne suffit pas)
  - 4 (assez utile)
  - 5 (efficace, important)
  - Je ne sais pas
- Trouvez-vous qu'il constitue une entrave à vos libertés pendant votre.vos pratique.s ?
  - 1 (ne pose pas de problème)
  - 2 (pose peu de problème)
  - 3 (moyennement problématique, contraignant mais acceptable)
  - 4 (pose des entraves à ma liberté)
  - 5 (entrave fortement ma liberté et ma pratique)
  - Je ne sais pas
- Pensez-vous que les réglementations des APPB (interdictions de bivouaquer, d'être accompagné d'un chien ou de sortir des sentiers sur certaines périodes de l'année) sont respectées ?
  - 1 (pas ou très peu respectées)
  - 2 (peu respectées)
  - 3 (moyennement respectées)
  - 4 (assez bien respectées)
  - 5 (bien ou très bien respectées)
  - Je ne sais pas
- Pouvez-vous décrire (à partir de vos attentes) ce que serait pour vous une autre/d'autres mesure.s pertinente.s pour la pratique des activités et la conservation environnementale ?

## Sentiers et hors-pistes

- Comprenez-vous la différence entre les sentiers balisés et la desserte forestière ?
  - Oui (expliquez)
  - Je l'ignore
- Pensez-vous que cette distinction ait un impact sur votre pratique, induit des différences dans votre utilisation des sentiers balisés/de la desserte ?
  - Oui (expliquez ces différences)

- Non (expliquez pourquoi)
- Je ne sais pas
- Plusieurs activités peuvent mener à la pratique du hors-piste (le fait de sortir des sentiers balisés). Vous est-il déjà arrivé de sortir des sentiers balisés ?
  - Oui, de manière régulière dans la pratique de mon activité
  - Oui, de temps à autre
  - Non, seulement de manière anecdotique
  - Non, jamais
- Si oui, pour quelles raisons pratiquez-vous le hors-piste ?
- Vous renseignez-vous en amont sur le hors-piste ?
  - Oui, sur des blogs/réseaux sociaux pour trouver des lieux à aller voir
  - Oui, sur des blogs/réseaux sociaux pour mieux le pratiquer
  - Oui, par des formations ou des moniteurs
  - Non, je le décide sur le moment, au cours de mon activité
  - Non, je ne le pratique pas
- Si vous le pratiquez, êtes-vous sur des sentiers non balisés ou allez-vous en hors-tout (hors de tous sentiers tracés) ?
  - Je reste sur des sentiers tracés mais non balisés
  - Je reste sur des sentiers tracés, mais il m'arrive d'aller en hors-tout de manière anecdotique
  - Je vais aussi en hors-tout à plusieurs reprises/régulièrement
  - Je ne pratique pas le hors-piste
- Pensez-vous que le hors-piste est une pratique courante ?
  - Oui
  - Non
  - Je ne sais pas
- Pouvez-vous identifier des activités dans lesquelles le hors-piste est fréquent ? (si vous ne savez pas, écrivez « je ne sais pas »)
- Pensez-vous que le hors-piste ait un impact sur l'environnement ?
  - Oui, très important
  - Oui, assez important
  - Non, peu important
  - Non, aucun
- Si vous pratiquez le hors-piste, que faites-vous pour limiter cet impact ? (si vous ne le pratiquez pas, écrivez « non concerné »)

#### Outils d'amélioration

- Que pensez-vous de la verbalisation pour faire respecter les réglementations ?
  - Elle est utile et satisfaisante actuellement
  - Elle est utile, il faudrait verbaliser davantage
  - Elle est peu pertinente, il faut la réduire
  - Il faut l'interdire, elle est inutile/problématique
  - Je ne sais pas
- Quels moyens de sensibilisation avez-vous déjà rencontrés en forêt ?
  - Des intervenants présents pour sensibiliser
  - Des randonnées avec moniteurs ou associations, à visée de sensibilisation
  - Des panneaux informatifs sur les réglementations
  - Des panneaux informatifs sur les espèces et milieux protégés
  - Des tracts informatifs
- Lesquels vous semblent les plus efficaces ?
  - Des intervenants présents pour sensibiliser
  - Des randonnées avec moniteurs ou associations, à visée de sensibilisation
  - Des panneaux informatifs sur les réglementations
  - Des panneaux informatifs sur les espèces et milieux protégés
  - Des tracts informatifs

- Quels autres moyens de sensibilisation avez-vous rencontrés ?
  - Des formations par des associations de l'environnement
  - Des formations par des structures de sports et loisirs
  - Des interventions en classe
  - Des informations sur des blogs/réseaux sociaux
- Lesquels vous semblent les plus efficaces ?
  - Des formations par des associations de l'environnement
  - Des formations par des structures de sports et loisirs
  - Des interventions en classe
  - Des informations sur des blogs/réseaux sociaux
- Selon vous, comment améliorer ces outils ?
- Pensez-vous que les réglementations devraient être hiérarchisées selon les activités, et si oui, comment ?
- Aimerez-vous connaître les réglementations s'appliquant aux autres pratiques que la.s votre.s ?
  - Oui, cela serait intéressant
  - Non, cela ne m'intéresse pas
  - Cela m'est égal
- Souhaiteriez-vous être associé.e à la construction des outils de conservation (réglementations, sensibilisation) ?
  - Oui
  - Non
- Si oui, sous quelle forme ?
- A titre personnel, que seriez-vous prêts à faire de plus pour améliorer la préservation de l'environnement ?
- Avez-vous d'autres propositions pour améliorer les pratiques et réduire leur impact environnemental, ou d'autres remarques à faire ? (si vous ne savez pas, écrivez « je ne sais pas »)

#### Portrait

- Comment vous identifiez-vous ?
  - Femme
  - Homme
  - Autres
- Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ?
  - Moins de 18 ans
  - De 18 à 24 ans
  - De 25 à 34 ans
  - De 35 à 49 ans
  - De 50 à 64 ans
  - Plus de 65 ans
- Quelle est votre catégorie socio-professionnelle (selon les catégories mises en place par l'INSEE) ?
  - Agriculteurs exploitants
  - Artisans, commerçants, chefs d'entreprises
  - Cadres et professions libérales
  - Professions intermédiaires (enseignement, santé, fonction publique, administratives et commerciales) et techniciens
  - Employés
  - Ouvriers
  - Retraités
  - Chômeurs ou inactifs
  - Etudiants
- Quelle est votre niveau d'étude (dernier diplôme obtenu) ?
  - Brevet
  - Baccaauréat

- CAP/BEF
  - BTS/DUT/DEUST/DEUG
  - Licence, Licence professionnelle, BUT
  - Master
  - Doctorat
- Quelle est votre situation familiale ?
  - Avec enfant.s
  - Sans enfant.s
- Êtes-vous propriétaire forestier ?
  - Oui
  - Non
- Dans quel département habitez-vous ?
  - Doubs
  - Jura
  - Ain
  - Autre département français
  - Côté suisse du massif jurassien
  - Autres

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire.

#### **4. ANNEXE 4 : LIEN DE L'ANALYSE DU QUESTIONNAIRE D'HORTENSE MERMILLON**

[https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme\\_numerique\\_GTJ/IQBdMb-G4RXVSJj0EP9jpKX\\_AceWA-2XIQwy3MkMY-dO96s?e=usAP5G](https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme_numerique_GTJ/IQBdMb-G4RXVSJj0EP9jpKX_AceWA-2XIQwy3MkMY-dO96s?e=usAP5G)

## 5. ANNEXE 5 : GRILLE D'ENTRETIEN DES STRUCTURES

Extrait du rapport disponible ici :

[https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme\\_numerique\\_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF\\_7CvYKvwo?e=Wubt2l](https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme_numerique_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF_7CvYKvwo?e=Wubt2l)

### Structure

- Pouvez-vous me parler de votre structure ? Quel est son rôle pour les activités de sports et loisirs/la protection de l'environnement ?
- Quelles sont vos missions et actions ? Comment les mettez-vous en pratique ?
- Avec qui travaillez-vous ? (organismes partenaires, type de public)
- Pour votre organisme, que représentent le massif forestier jurassien ?

### Personne interrogée

- Pouvez-vous vous présenter ? (âge, ancienneté, poste)

### Pratiques

- Dans le cadre des actions de votre organisme, quelles sont les pratiques que vous rencontrez ? Que vous mettez en avant/en pratique ?
- Quelle fréquentation cette/ces activité.s entraîne.nt-elle.s ?
- En quelles périodes de l'année cette fréquentation est-elle la plus importante ? Comment évolue-t-elle sur les dernières années ?
- Quelles catégories de personnes sont majoritaires dans la pratique de cette/ces activité.s ? Cela varie-t-il selon les périodes de l'année ?

### Environnement

- Votre organisme est-il sensible à la protection de l'environnement ? Quelles actions met-il en place dans ce cadre ?
- Percevez-vous des effets ou dérangements liés à votre/vos activité.s ou aux activités citées ?
- Les pratiquant.es que vous rencontrez sont-ils sensibles à la protection de l'environnement ? Connaissent-ils les comportements respectueux à mettre en place ?
- Lors de votre activité ou de vos missions, êtes-vous amené à parler du milieu avec les pratiquant.es ? Que leur apprenez-vous ? Les sensibilisez-vous à l'écosystème et à sa protection ?
- Comment qualifieriez-vous l'état des forêts que vous fréquentez dans le cadre de vos missions (naturalité/préservation, sur une échelle de 1 à 5) ?
- Quelles sont sur le massif les zones protégées que vous connaissez/dont vous vous occupez ?
- Quelles sont les espèces protégées que vous connaissez/dont vous vous occupez ? Avez-vous rencontré des individus de ces espèces ? Comment cela s'est-il déroulé ?
- Quelles sont les mesures de protection que vous connaissez/dont vous avez la charge ? Que sont les APPB ? Qu'en pensez-vous ? Pourquoi ? Sont-ils selon-vous respectés par les pratiquant.es (et acteur.ices des sports et loisirs) ? Quel impact cela a-t-il sur votre activité (pour les acteur.ices des sports et loisirs) ?
- Quelles sources d'informations sont disponibles concernant les zones/espèces protégées ou mesures de protection ? Vous sentez-vous suffisamment informés sur ces problématiques ? Pouvez-vous évaluer la qualité et la clarté des outils d'informations mis à disposition ?
- Quels effets, directs ou indirects, avez-vous identifiés sur les espèces protégées et les milieux, en raison de la fréquentation ?

### Hors-piste

- Pour quelles raisons le hors-piste est-il pratiqué ? Comment les pratiquant.es se renseignent-ils en amont ?
- Le hors-piste est-il le fait de certaines catégories de personnes ?
- Avez-vous constaté une évolution (augmentation, réduction, catégories de personnes, manières de pratiquer) du hors-piste ces dernières années ?

- Comprenez-vous la différence entre la desserte forestière et les sentiers balisés ? Utilisez-vous la desserte forestière ? Avez-vous été témoin dans vos missions/votre activité de pratiquant.es utilisant la desserte forestière ?
- Les sentiers existants sont-ils suffisants ? de qualité ? le tracé est-il pertinent pour la pratique de votre/vos activité.s ?
- Les sentiers vous semblent-ils pertinents par rapports aux zones protégées et aux zones d'habitats des espèces ? Comment qualifieriez-vous l'espace qui leur est laissé (cohérent, important, suffisant) ?
- Quel rôle la desserte forestière joue-t-elle sur le hors-piste ? Est-elle bien indiquée comme non balisée ?
- Quelle différence faites-vous entre le hors-piste et le hors-tout ? Pratiquez-vous l'un, l'autre ou les deux dans le cadre de votre activité ? Les pratiquant.es, d'après votre expérience, font-ils l'un, l'autre ou les deux ? Qu'en pensez-vous ?
- Quels effets avez-vous constaté sur la biodiversité liés à la pratique du hors-piste ?
- Enseignez-vous la pratique du hors-piste (ESF particulièrement) ? De quelle manière ? Evoquez-vous l'impact sur la biodiversité ? Que conseillez-vous pour le réduire aux pratiquant.es ?
- Selon-vous, enseigner à pratiquer le hors-piste de manière responsable et respectueuse peut-il permettre de limiter l'impact sur la biodiversité ? Peut-il inciter à davantage de fréquentation hors-piste ?

#### Améliorations

- Souhaitez-vous diminuer l'impact de vos activités, et si oui, comment pourriez-vous le faire ?
- Qu'est-ce qui vous permettrait de le faire ? (accompagnement, formation). Avec quelle structure ?
- Qu'est-ce qui permettrait de diminuer l'impact du public à votre avis ? (pédagogie, information, modification des sentiers, des zones protégées, de leur signalisation, de la temporalité)
- Pensez-vous avoir un rôle à jouer, si oui lequel, si non pourquoi ?
- Relances possibles :
  - Comment vous assurez-vous que votre/vos activité.s produit.sent le moins d'impact possible ? Que faites-vous en amont et pendant l'activité pour limiter l'impact au maximum ? Quels impacts demeurent inévitables ? Lesquels sont acceptables selon vous ?
  - Que seriez-vous prêts à faire d'autre pour réduire ces impacts ? Comment pourriez-vous y être aidé ?
  - Comment, pendant les sorties hors-pistes, vous assurez-vous d'avoir le moins d'impact possible ? Quels impacts demeurent inévitables ? Lesquels sont acceptables selon vous ?
  - Que seriez-vous prêts à faire d'autre pour réduire ces impacts ? Comment pourriez-vous y être aidé ?
  - Quel est le rôle des réglementations/interdictions dans la protection environnementale face à la fréquentation ? Le trouvez-vous efficace ? Pour les acteur.ices des sports et loisirs, trouvez-vous que les/des mesures soient trop restrictives pour votre/vos activité.s ? Pensez-vous qu'il faille verbaliser ? Comment ?
  - Quelle rôle la sensibilisation et la pédagogie ont-elles actuellement ? Quel rôle peuvent-elles avoir ? Pensez-vous qu'il faille éduquer ? Comment ?
  - Aimerez-vous recevoir plus d'informations sur votre impact et comment le minimiser, et sous quelle forme ?
  - Comment pourrait-on canaliser le flux de visiteur.ses ?
  - Certaines activités doivent-elles primer sur d'autres car moins impactantes ?
  - Comment améliorer les outils et messages existants ?
  - Les accompagnateurs en montagne, moniteurs de ski, etc. sont-ils formés à la protection de l'environnement et à la sensibilisation auprès du public ? Qui devrait y être formé, et comment ? Comment améliorer les formations existantes ?

- Comment pourrait-on améliorer les sentiers balisés afin d'éviter que trop de pratiquant.es n'en sortent (+ludiques, plages horaires pour touristes, etc.), afin d'offrir une expérience plus authentique ?
- Comment mieux adapter les zones de protection (périmètres et périodes de l'année) afin de les rendre plus efficaces sans être trop contraignantes ?
- Comment mieux encadrer la pratique du hors-piste, et par qui ?
- Comment et qui doit mieux utiliser les réseaux de communication afin d'améliorer l'impact des messages ?
- Quelles nouvelles solutions pourriez-vous proposer ? Quelles nouvelles approches ? Comment les mettre en place ?
- Avec qui aimeriez-vous travailler (structure interrogée en particulier) pour faire évoluer votre/vos pratiques de manière moins impactante pour la biodiversité, et comment ?
- De manière plus globale, comment les professionnel.les des sports et loisirs, ceux de l'environnement, et les autorités locales, peuvent-ils travailler ensemble pour mieux sensibiliser ou mettre en place des mesures plus efficaces ?
- Que peuvent faire individuellement les pratiquant.es pour réduire leur impact, et comment les accompagner ? Comment peuvent-ils être impliqué.es dans les stratégies de conservation ?

## 6. ANNEXE 6 : LISTE DES ACTEURS CONTACTÉS

Extrait du rapport disponible ici :

[https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme\\_numerique\\_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF\\_7CvYKvwo?e=Wubt2l](https://gtj2.sharepoint.com/:b:/s/Plateforme_numerique_GTJ/IQDGb6qeYU9vToyLEM7N89tMAZSwqY1KaAzPKF_7CvYKvwo?e=Wubt2l)

- Accompagnateur en Montagne
- Centre National de Ski Nordique et de Moyenne Montagne
- Champfromier 2000
- ESF Lajoux
- ESF Lamoura
- ESF La Pesse
- ESF Les Moussières
- ESF Les Rousses
- ESF Mijoux-La Faucille
- Espace Nordique Jurassien
- Fédération de Chasse de Champfromier
- Fédération de Chasse de Giron
- France Nature Environnement Ain
- La Boîte à Montagne
- La Forestière
- Les amis des sentiers
- Les amis des sentiers de Chézery
- Ligue pour la Protection des Oiseaux
- Office Français de la Biodiversité
- Office National des Forêts
- Parc Naturel Régional du Haut-Jura
- Relais Nordique
- Ski Club de Morbier
- SOGESTAR
- Syndicat National des Accompagnateurs en Montagne
- Trans'organisation

## 7. ANNEXE 7 : LISTE DES ACTEURS INTERROGÉS

Extrait du rapport disponible ici : [https://gtj2-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/nas\\_groupe-tetras-jura\\_org/ERIHCP4Z3HJKsfHCnYp6uWoBcTJW75beqfsEku0Dm\\_AfeA?e=djEINY](https://gtj2-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/nas_groupe-tetras-jura_org/ERIHCP4Z3HJKsfHCnYp6uWoBcTJW75beqfsEku0Dm_AfeA?e=djEINY)

- ESF Mijoux-La Faucille
- Espace Nordique Jurassien
- France Nature Environnement Ain
- Office Français de la Biodiversité
- Parc Naturel Régional du Haut-Jura
- Ski Club de Morbier
- SOGESTAR
- Trans'organisation

## VI. BIBLIOGRAPHIE

---

- <sup>i</sup> Cavanaugh JE, Neath AA. The Akaike information criterion: Background, derivation, properties, application, interpretation, and refinements. *WIREs Comput Stat.* 2019; 11:e1460. <https://doi.org/10.1002/wics.1460>
- Groupe Tétrás Jura, 2020. Répartition et évolution des populations de Grand tétras dans le massif jurassien. <https://groupe-tetras-jura.org/le-grand-t%C3%A9tras/r%C3%A9partition-et-%C3%A9volution>
- <sup>ii</sup> Mollie E. Brooks, Kasper Kristensen, Koen J. van Benthem, Arni Magnusson, Casper W. Berg, Anders Nielsen, Hans J. Skaug, Martin Maechler and Benjamin M. Bolker (2017). glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal*, 9(2), 378-400. doi: 10.32614/RJ-2017-066
- Rigoudy, N., Dussert, G., Benyoub, A. et al. The DeepFaune initiative: a collaborative effort towards the automatic identification of European fauna in camera trap images. *Eur J Wildl Res* 69, 113 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01742-7>
- <sup>iii</sup> Simon Jackman (2020). pscl: Classes and Methods for R Developed in the Political Science Computational Laboratory. United States Studies Centre, University of Sydney. Sydney, New South Wales, Australia. R package version 1.5.5.1.
- <sup>iv</sup> Angelo Canty and Brian Ripley (2022). boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions. R package version 1.3-28.1.
- <sup>v</sup> Mazerolle MJ (2023). \_AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c)\_ R package version 2.3.3, <https://cran.r-project.org/package=AICcmodavg>
- <sup>vi</sup> Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0