

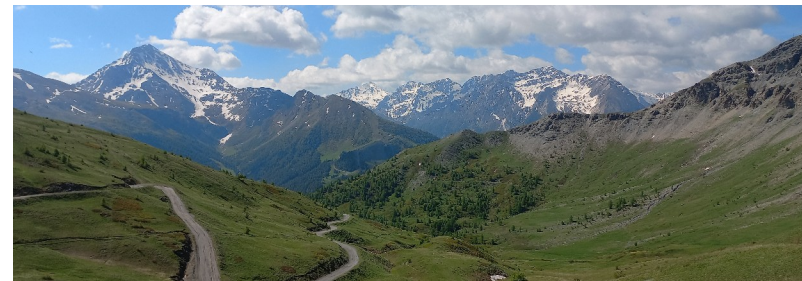
# Les effets de la circulation motorisée estivale sur la biodiversité : le cas de la Strada dell'Assietta dans le Piémont.



Luca Maurino [maurino@alpicozie.eu](mailto:maurino@alpicozie.eu)



# Strada dell Assietta



- Chemin de terre, non bitumé
- 34 Km de longueur
- 2470 m slm
- Juillet et août : fermé à la circulation automobile les mercredis et samedis
- Ouverte 1/07, Fermè 31/10



# Objectifs de l'étude

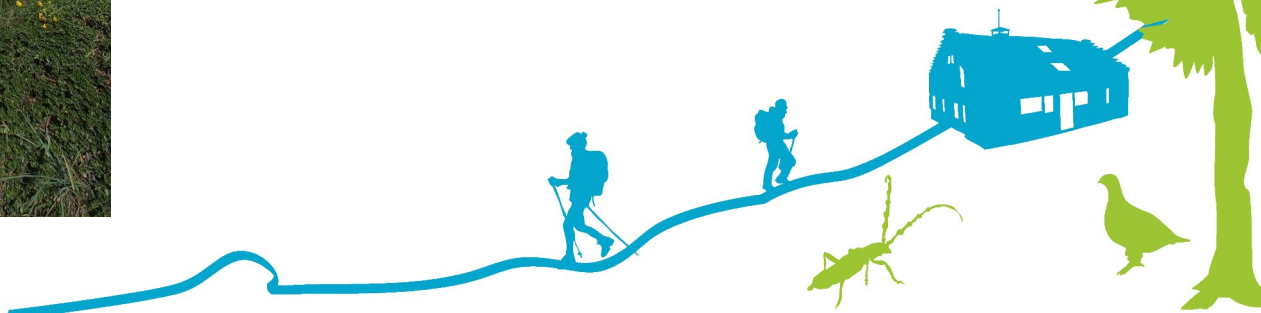
- Quantifier le trafic routier
- Vérifier s'il y a une pollution qui en résulte
- Analyser l'impact de la fréquentation touristique sur la faune



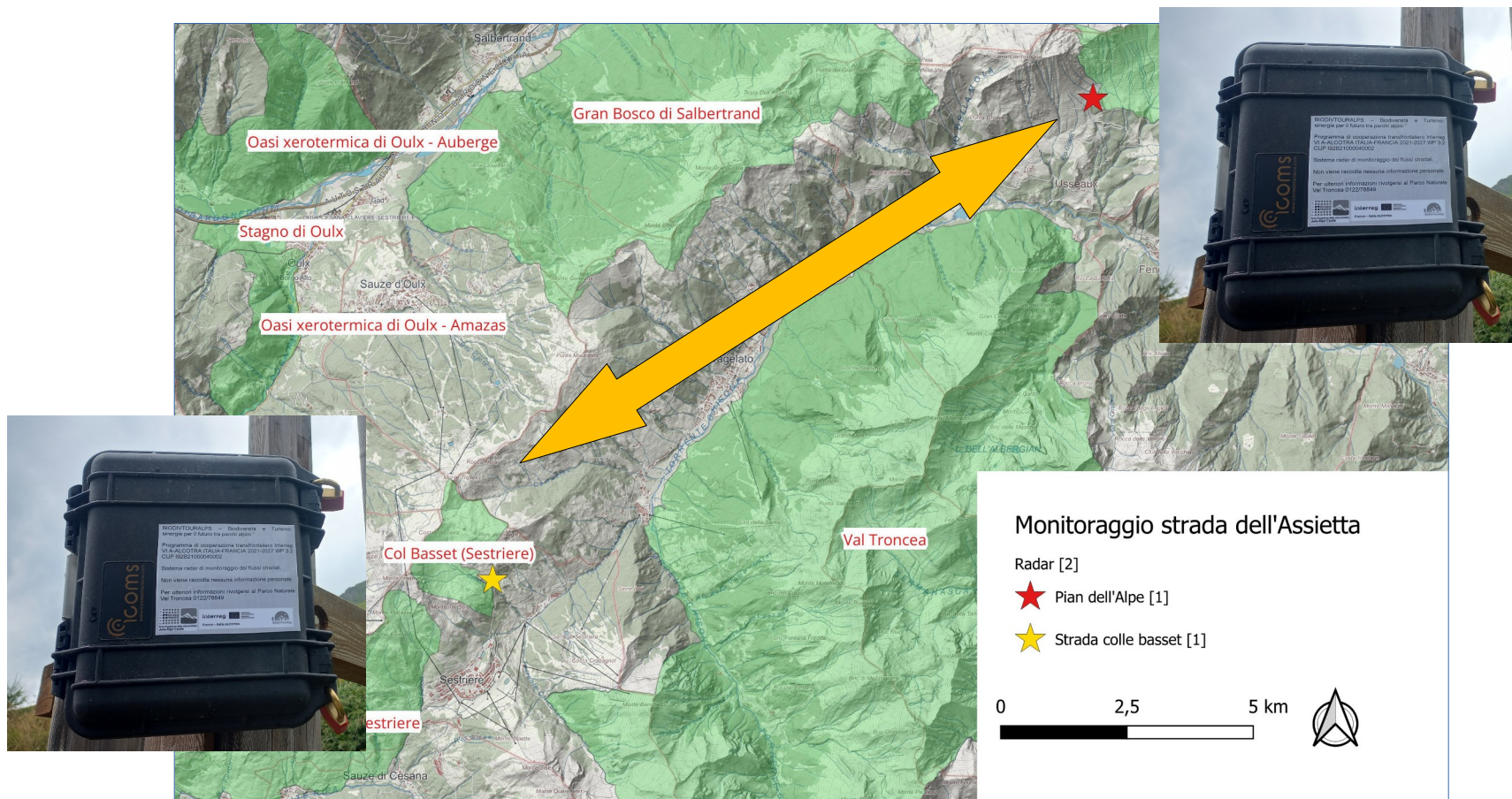
# Analyse du flux des véhicules



- N = 2 radars alimentés par batterie
- actif du 25 Juin au 31 octobre
- on compte dans les deux sens
- classification des véhicules en fonction de leur longueur (+ o -)..

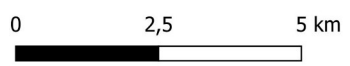


# Positionnement dei radars



## Monitoraggio strada dell'Assietta

- Radar [2]
- ★ Pian dell'Alpe [1]
  - ★ Strada colle basset [1]



# Radars Col Basset 2024

18019  
Passaggi  
in totale



## Passaggi conteggiati a Col Basset in avvicinamento      in uscita

|               |             |              |
|---------------|-------------|--------------|
| Luglio        | 767         | 1067         |
| Agosto        | 4369        | 5756         |
| Settembre     | 1614        | 2955         |
| Ottobre       | 663         | 828          |
| <b>Totale</b> | <b>7413</b> | <b>10606</b> |

**184 Moyenne de  
passages par jour**



# Radars Col Basset 2025

24294  
Passaggi  
totali



**197 Moyenne de  
passages par jour**

## Passaggi conteggiati a Col Basset

|        | Passaggi in Avvicinamento | Passaggi in Allontanamento |
|--------|---------------------------|----------------------------|
| giu    | 715                       | 369                        |
| lug    | 2810                      | 4111                       |
| ago    | 4179                      | 5279                       |
| set    | 2165                      | 2994                       |
| ott    | 852                       | 820                        |
| Totale | 10721                     | 13573                      |



# Radars Pian dell'Alpe 2024

## Passaggi conteggiati a Pian dell'Alpe

|               | in avvicinamento | in uscita   |
|---------------|------------------|-------------|
| Luglio        | 1303             | 828         |
| Agosto        | 5867             | 3776        |
| Settembre     | 3624             | 2161        |
| Ottobre       | 632              | 811         |
| <b>Totale</b> | <b>11426</b>     | <b>7576</b> |

19002  
Passaggi  
in totale

191 Moyenne de  
passages par jour



# Radars Pian dell'Alpe 2025

## Passaggi conteggiati a Pian dell'Alpe

|               | in avvicinamento | in uscita   |
|---------------|------------------|-------------|
| Giugno        | 245              | 275         |
| Luglio        | 5687             | 3452        |
| Agosto        | 6227             | 3948        |
| Settembre     | 3786             | 2250        |
| Ottobre       |                  |             |
| <b>Totale</b> | <b>15945</b>     | <b>9925</b> |

25870  
Passaggi  
in totale

294 Moyenne de  
passages par jour



# Classement des véhicules 2020

30 %

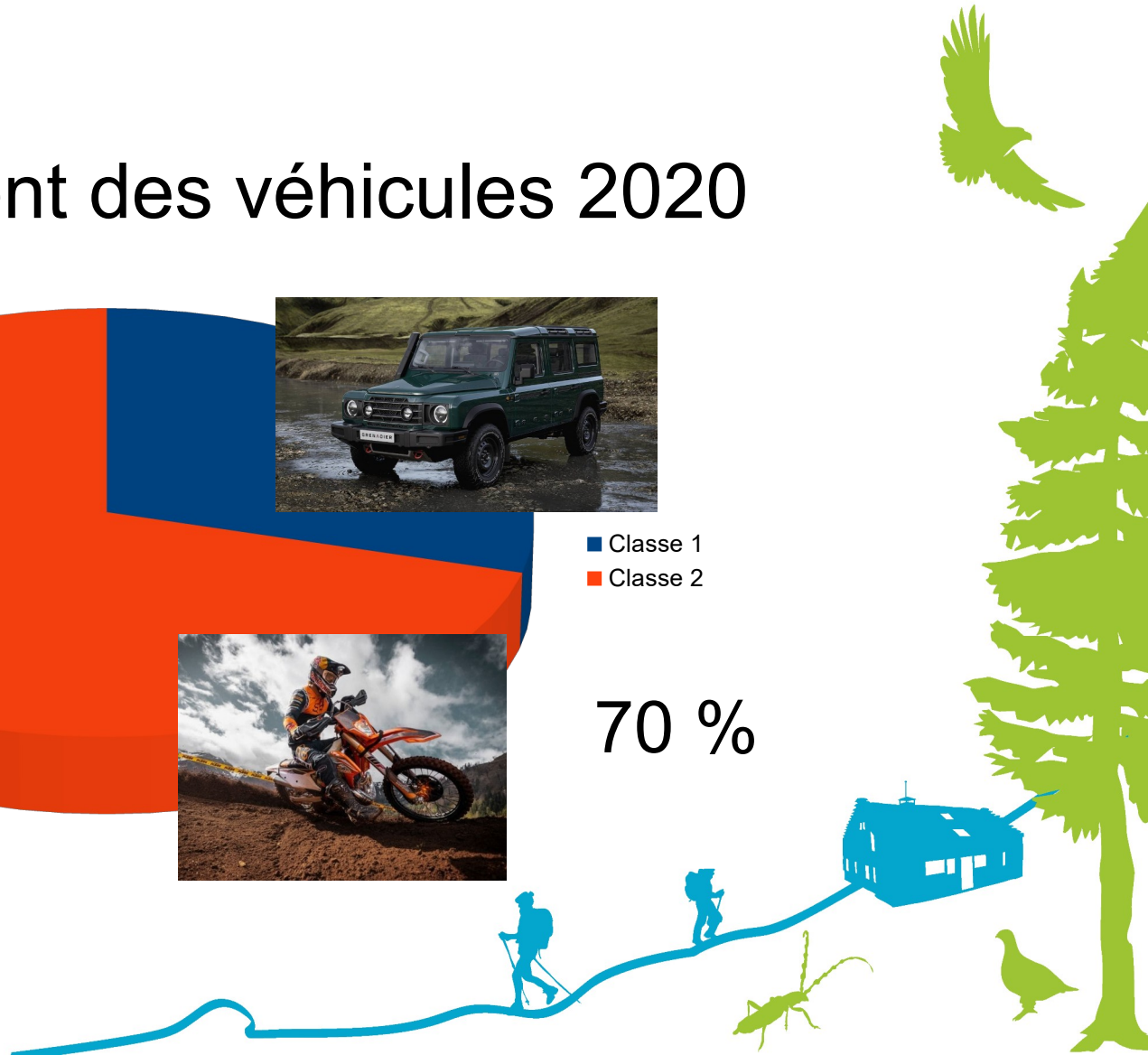


70%



- Classe 1
- Classe 2

70 %





# Impact du trafic véhiculaire: Jera Consulting

- L'étude a été conçue et organisée afin de fournir des indications de nature **chimique** (en termes mesurables) et de **modélisation**
- Définition de l'objectif
- Choix des paramètres à étudier en fonction des sources
- Évaluation de la zone d'étude
- Problématiques rencontrées
- Solutions applicables



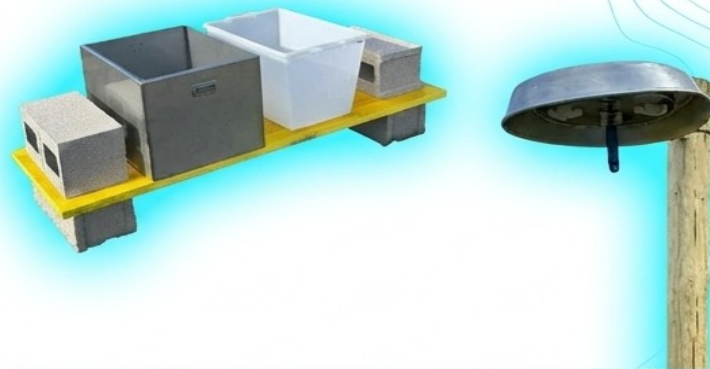
# Mesurer l'air sans électricité

## Il Problema



L'altitude élevée et l'absence d'infrastructures empêchent l'utilisation des échantillonneurs actifs classiques (systèmes à chimiluminescence, séquentiels pour les PM10)

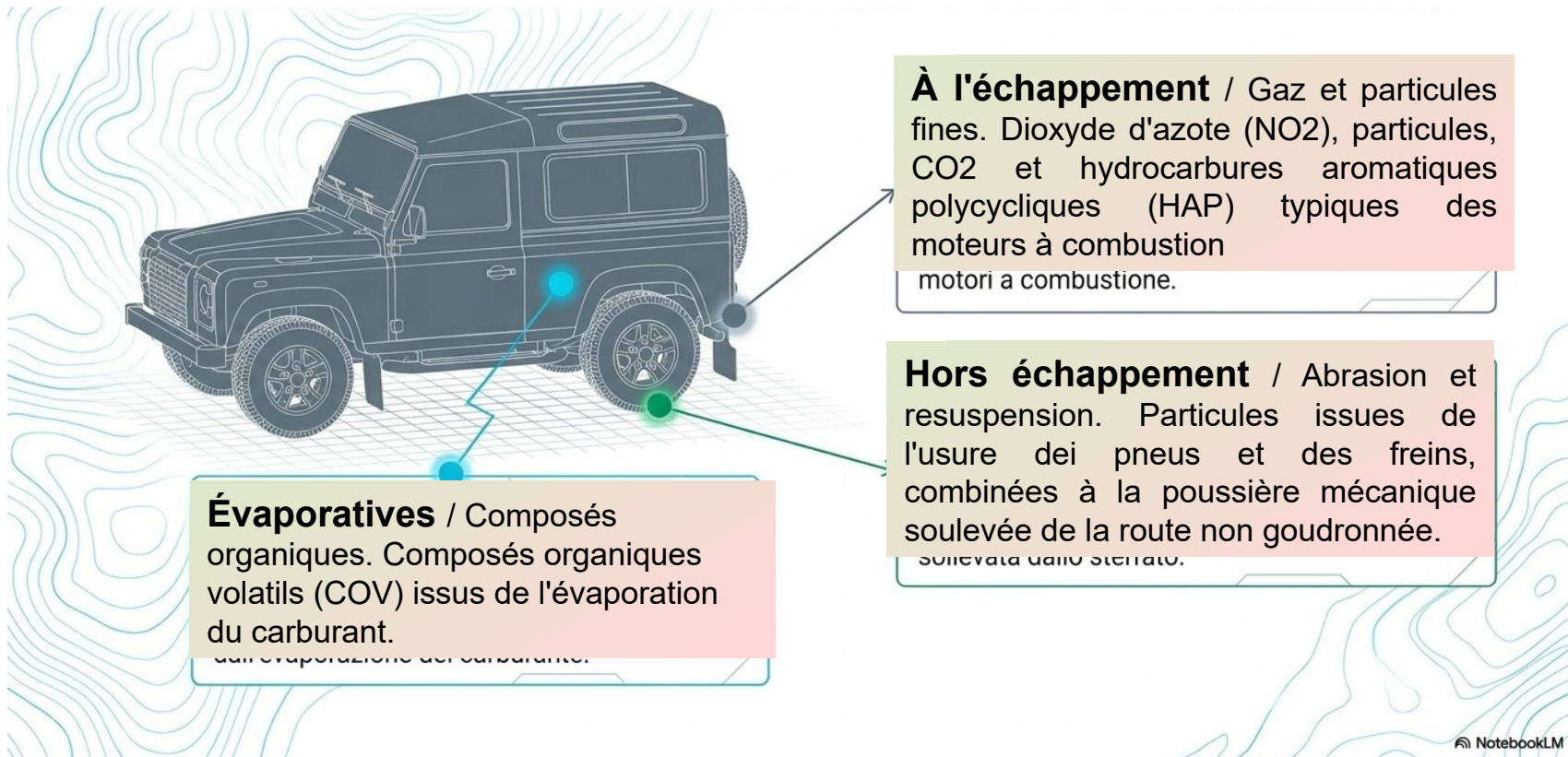
## La Soluzione: Campionamento Passivo



L'environnement fait le travail à la place de l'électricité. Utilisation de : **Jauges de dépôt totales** : Capturent les poussières retombantes et l'eau de pluie. / **Échantillonneurs passifs par diffusion**: Absorbent les gaz comme le NO<sub>2</sub> en exploitant la diffusion naturelle.



# Anatomie des émissions : Que cherchons-nous ?





# Systemes d'échantillonnage passifs

- Jauges de dépôt totales – analyse de la matière déposée (résidu solide + eau de pluie)

Paramètres recherchés :

- HAP
- Métaux
- Anions
- Résidus
- pH/Conductivité électrique
- Distribution granulométrique



# Systemes d'échantillonnage passifs

Échantillonneurs passifs à symétrie radiale (analyse du gaz NO<sub>2</sub>)

CORPS ABSORBANT

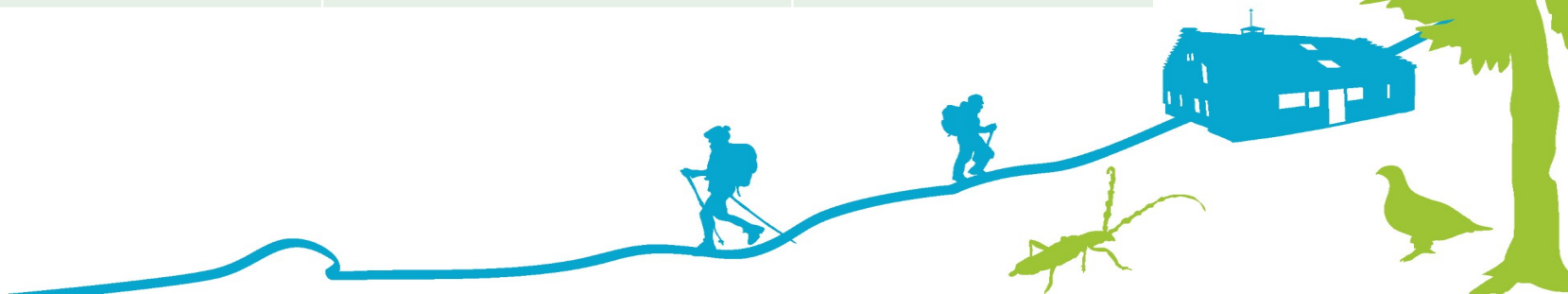


CORPS DIFFUSIF – PE microporeux



# Positionnement des systèmes de captage

| SITE           | Échantillonneurs passifs | Jauges de dépôt totales |
|----------------|--------------------------|-------------------------|
| GRAN SERIN     | 2                        | 1                       |
| COLLE ASSIETTA | 8                        |                         |
| CASA ASSIETTA  | 2                        | 4                       |
| COL BLEGIER    | 8                        | 4                       |



# Positionnement des systèmes de captage

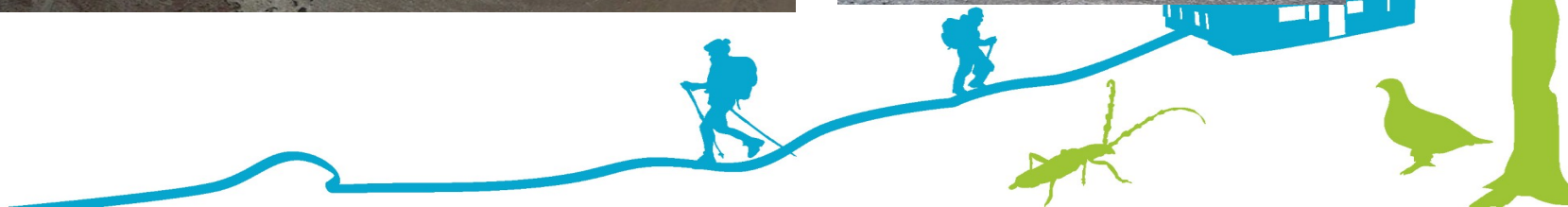
Gran Serin point blanc : tronçon de route fermé au trafic motorisé **2540 m** d'altitude



# Positionnement des systèmes de captage



Colle dell'Assietta  
**2472 m d'altitude**



# Positionnement des systèmes de captage



Rifugio Assietta

**2527 m d'altitude**



# Positionnement des systèmes de captage



Col Blegier

**2379 m d'altitude**



# Une approche bidirectionnelle: La réalité rencontre le modèle



## Mesure physique

### Laboratoire et microscopie

Collecte sur le terrain analysée par des laboratoires certifiés ISO/CEI 17025. Utilisation de la microscopie électronique (MEB) pour l'empreinte digitale physique des gaz et des poussières. Photographie la réalité exacte aux points de prélèvement



## Modèle mathématique

### Système CALPUFF

Algorithmes avancés alimentés par l'orographie, la météo tridimensionnelle et les données de trafic Simule la dispersion spatiale sur l'ensemble de la zone. Le croisement entre données chimiques réelles et simulations de modélisation garantit une analyse spatialement complète.

# POUSSIÈRES



# POUSSIÈRES

Les poussières totales ont été évaluées selon deux méthodologies différentes :

**MÉTHODE ANALYTIQUE:** Échantillonnage de l'eau, traitement en laboratoire, détermination du résidu sec, traitement des données pour exprimer la valeur en  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$  de poussière totale déposée.

**MÉTHODE DE MODÉLISATION:** En utilisant comme données d'entrée du modèle : les données relatives au trafic réparties par différents types de véhicules / Les valeurs d'émission de poussières en fonction du poids des véhicules en transit.

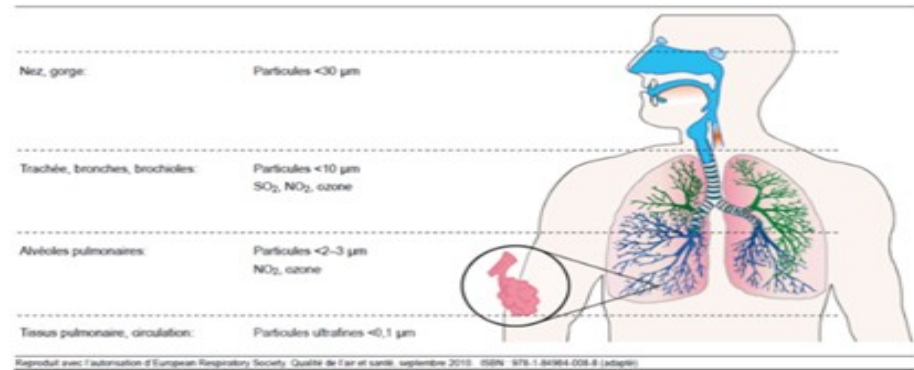
L'approche par modélisation permet d'évaluer tant la distribution spatiale des poussières totales en  $\text{mg}/\text{m}^3$  que, grâce à un algorithme intégré au modèle, la quantité de poussières totales retombées au sol exprimée en  $\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ .



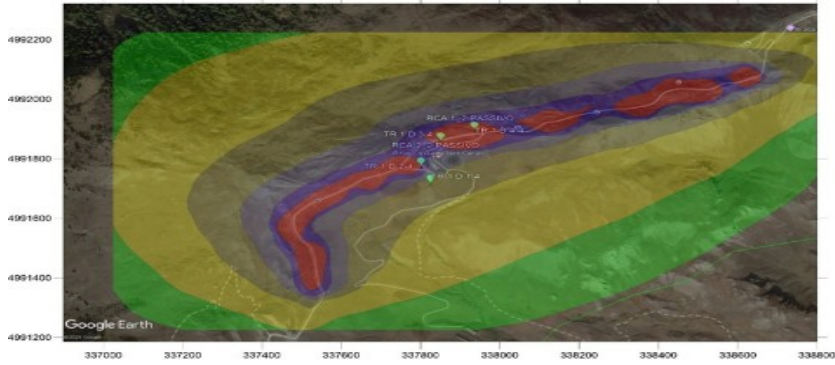
# Granulométrie

- Afin de pouvoir comparer les données de granulométrie détectées dans les jauges de dépôt avec les résultats obtenus par la modélisation de diffusion, la répartition de la granulométrie a été uniformisée en trois classes de taille:

- Particules de taille  $< 5 \mu\text{m}$
- Particules de taille  $5\text{-}10 \mu\text{m}$
- Particules de taille  $> 10 \mu\text{m}$

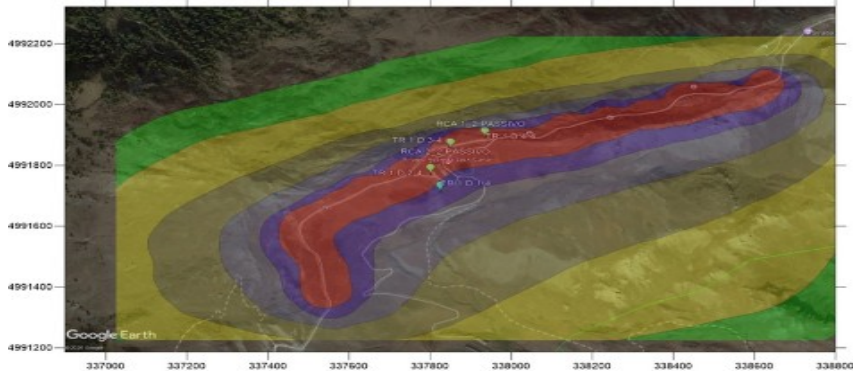


# Poussières Totales



2024

Distribution spatiale des  
poussières totales [g/m<sup>2</sup>/jour]



2025



# Conclusions

- Les campagnes menées au cours de la période biennale 2024-2025 permettent de tirer les considérations suivantes :
- Aucun HAP ni métal toxique (As, Cd, Pb, Hg) n'a été détecté. Les métaux détectés sont d'origine lithogénique (Fe, Mn, Al, Ca), ce qui est confirmé par l'analyse effectuée en microscopie électronique à balayage (MEB) à l'aide d'une sonde EDX.
- La concentration de NOx détectée n'est pas comparable aux limites prévues par le décret législatif 155/2010 (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de moyenne annuelle).

L'utilisation de la modélisation de diffusion s'est avérée être un système qui, dans des conditions particulières telles que celles évaluées dans ce projet, fournit des résultats très proches des données chimiques « traditionnelles ».



# Conclusions

Au niveau de l'impact sur l'environnement nature

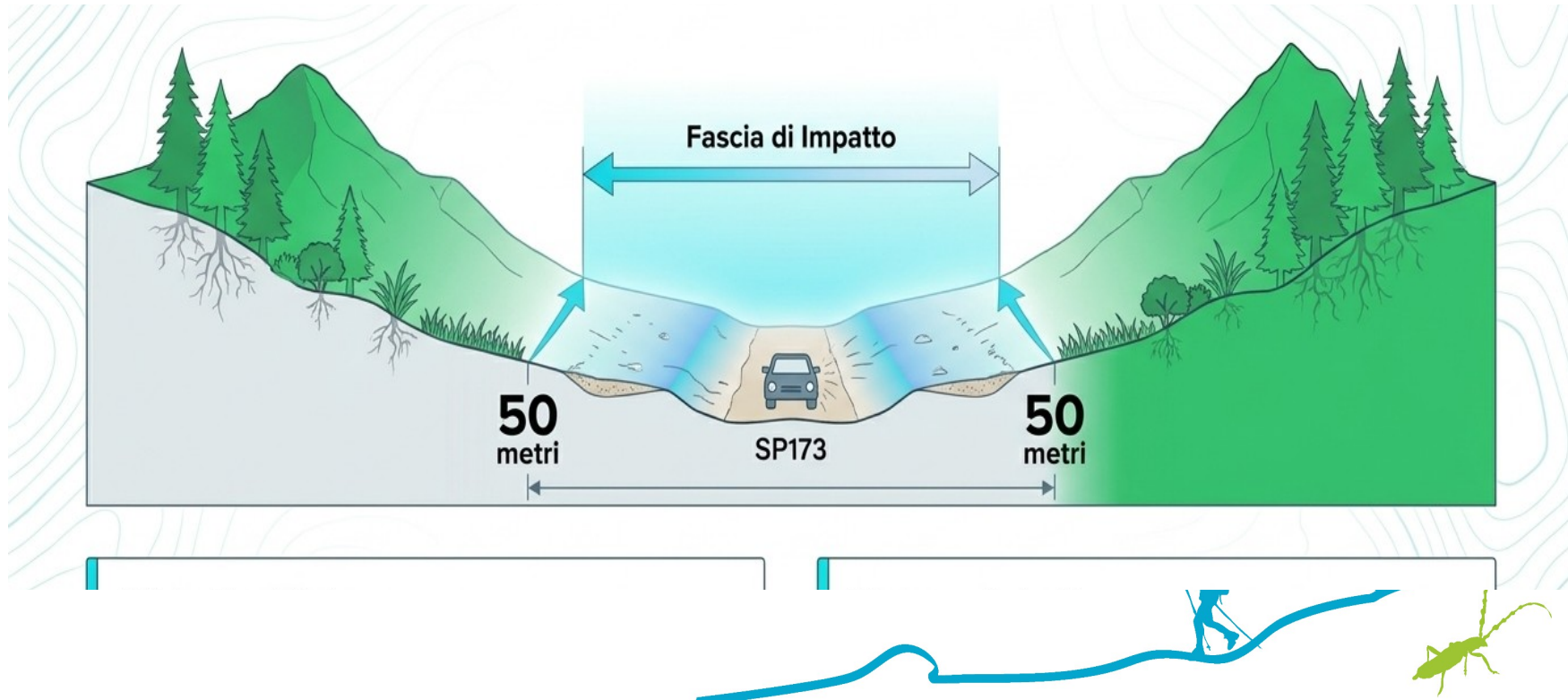
Les concentrations de NOx se dissipent à environ 50 m de la source, et les concentrations détectées demeurent de toute façon négligeables.

La concentration des poussières totales n'est pas réglementée par la loi (des limites existent uniquement pour les fractions fines PM10 et PM2,5) ; cependant, comme pour les oxydes d'azote, les méthodologies appliquées à l'étude de cas ne font pas partie de celles prévues par les normes, rendant ces données non comparables.

En ce qui concerne l'impact sur la flore et la faune, la situation constatée ne permet pas d'effectuer des évaluations qualitatives fondées uniquement sur l'utilisation des données « à la source » ; nous estimons que les impacts sur ces types de matrices particuliers doivent être évalués par des relevés directement sur les cibles



# Impact ciblé et limité dans le temps





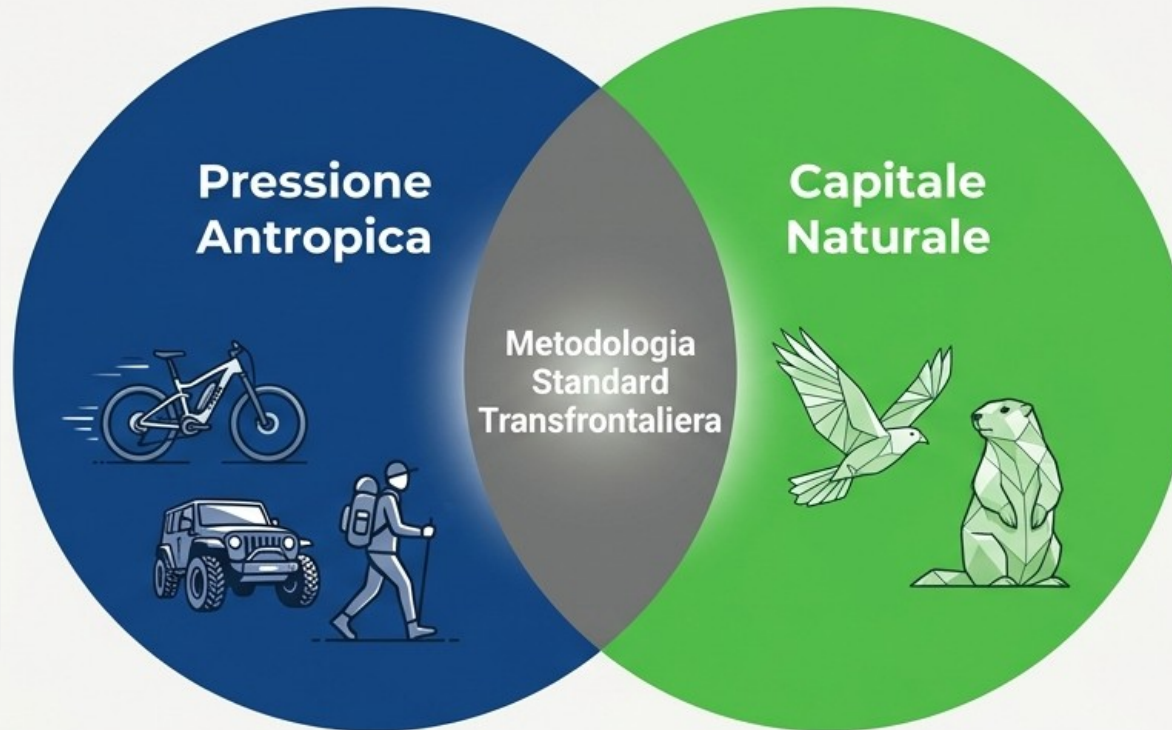
# Impact de la fréquentation touristique sur la faune:

## Sergio Fasano



## Le boom du tourisme de plein air.

Ces dernières années, les espaces naturels transfrontaliers ont enregistré une augmentation drastique du flux de visiteurs, tant en quantité qu'en typologie



## Écosystèmes à la limite ?

La nécessité de protéger la biodiversité et d'accompagner les acteurs vers des modèles durables et résilients face aux changements climatiques

L'objectif : passer d'une gestion intuitive à une conservation basée sur les données (data-driven) grâce à des protocoles de suivi standardisés

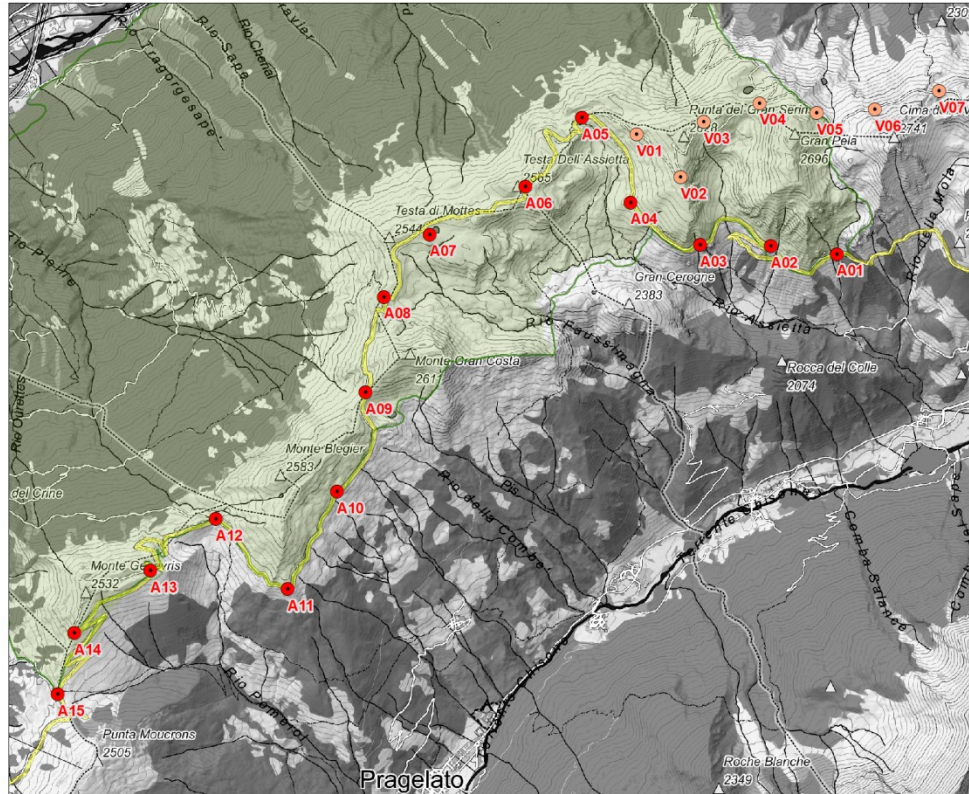
Objectif

Obtenir des indices d'abondance et de densité des populations recensées afin de mettre en évidence d'éventuelles différences liées à l'intensité de la fréquentation

Espèces cibles:

**Faucon crécerelle** *Falco tinnunculus*, **Crave à bec rouge** *Pyrrhcorax pyrrhcorax*, **Chocard à bec jaune** *Pyrrhcorax graculus*, **Alouette des champs** *Alauda arvensis*, **Rougequeue noir** *Phoenicurus ochruros*, **Traquet motteux** *Oenanthe oenanthe*, **Pipit spioncelle** *Anthus spinoletta*, **Linotte mélodieuse** *Linaria cannabina* ;

**Marmotte des Alpes** *Marmota marmota*.





**Modello di Disturbo**



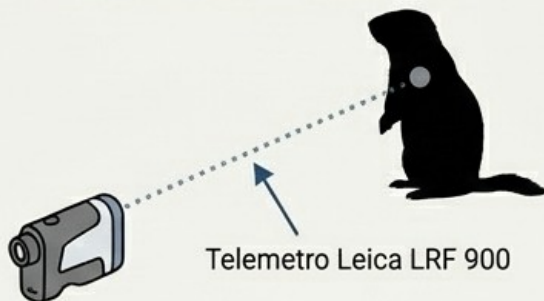
La **sovrapposizione spaziale e temporale** di queste due reti di sensori permette di **misurare oggettivamente la risposta faunistica** al gradiente di pressione turistica.

# Distance Sampling

L'Osservatore

La Misurazione

Il Rilevamento



## Sterilizzare le variabili circadiane

**Alba (6:00 - 7:00):**  
**Settore 1**  
(Rio Rivet - Assietta)

**Mattino (7:00 - 9:00):**  
**Settore 2**  
(Controllo Gran Serin)

**Tarda Mattinata (10:00 - 13:00):**  
**Settore 3**  
(Testa dell'Assietta - Costa Piana)



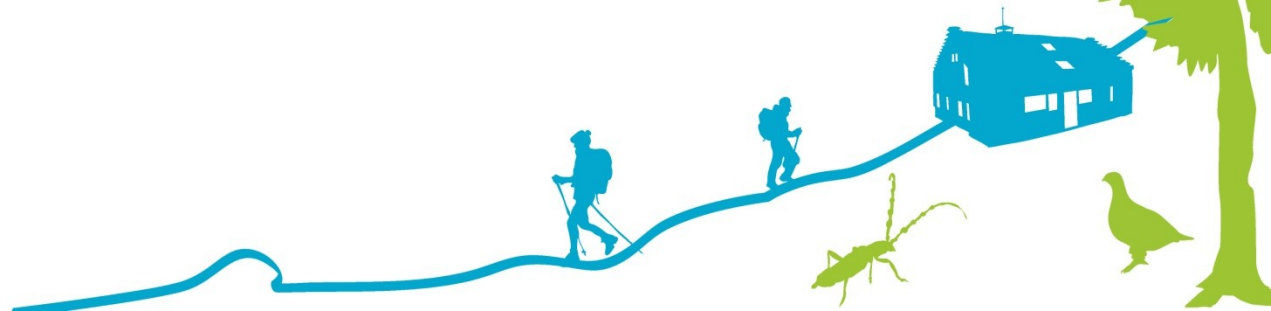


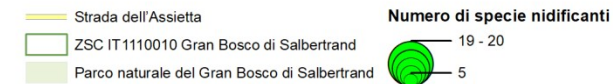
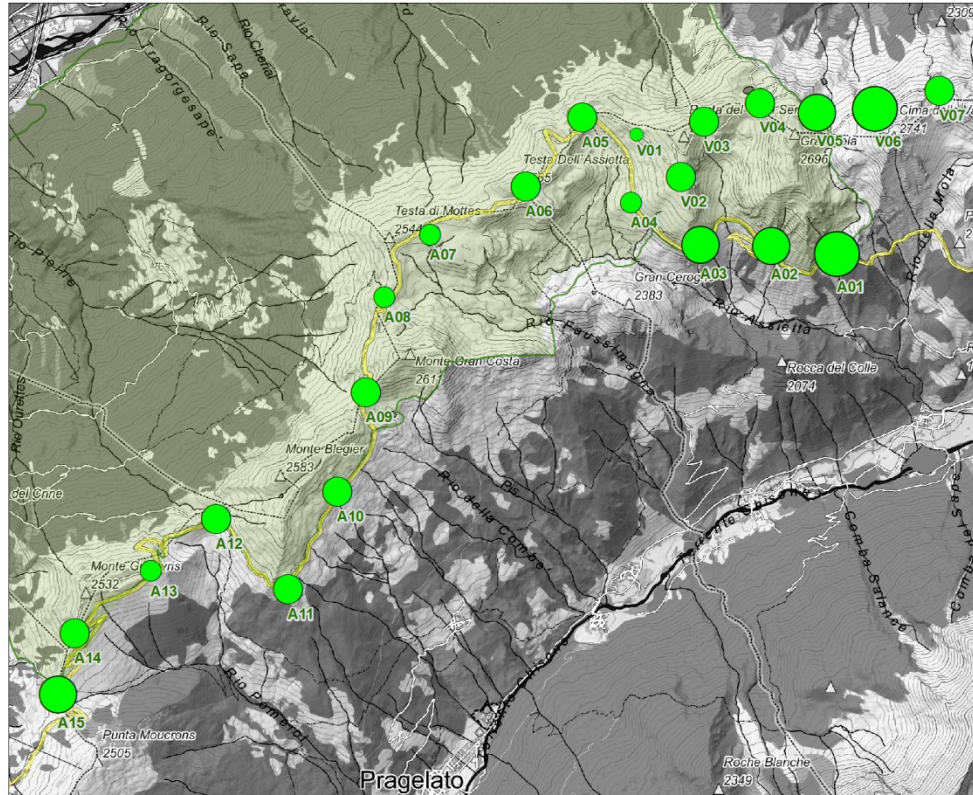
# Suivi

Septembre 2024 - septembre 2025 : **19 sessions.**

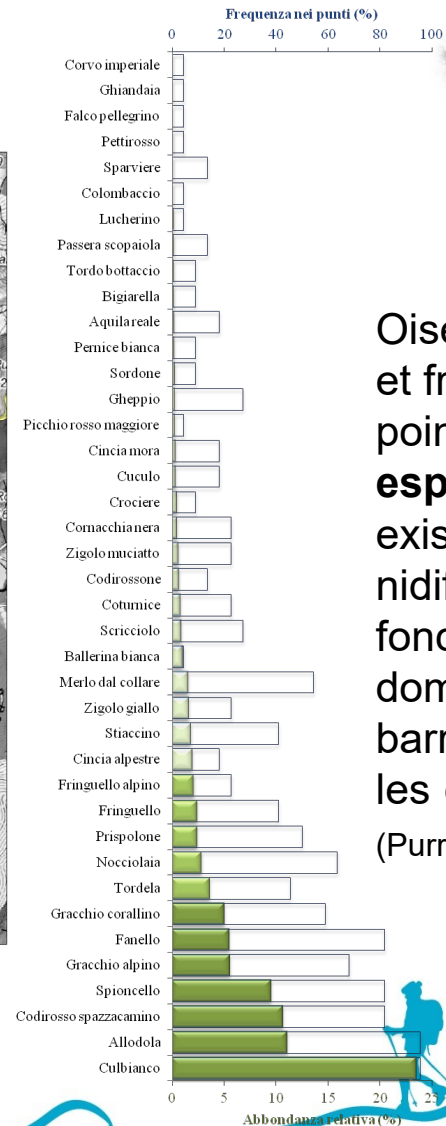
**Oiseaux:** 67 espèces, 3 020 contacts, **4641 individus.**

**Marmotte:** 671 contacts, **712 individus**





carte du nombre d'espèces nicheuses contactées par station de relevé



# Risultati

Oiseaux : abondance relative et fréquence de présence aux points des **40 principales espèces** pour lesquelles il existe des indices de nidification. Les barres vert foncé indiquent les espèces dominantes (Turcek 1956), les barres vert moyen indiquent les espèces sous-dominantes (Purroy 1975).

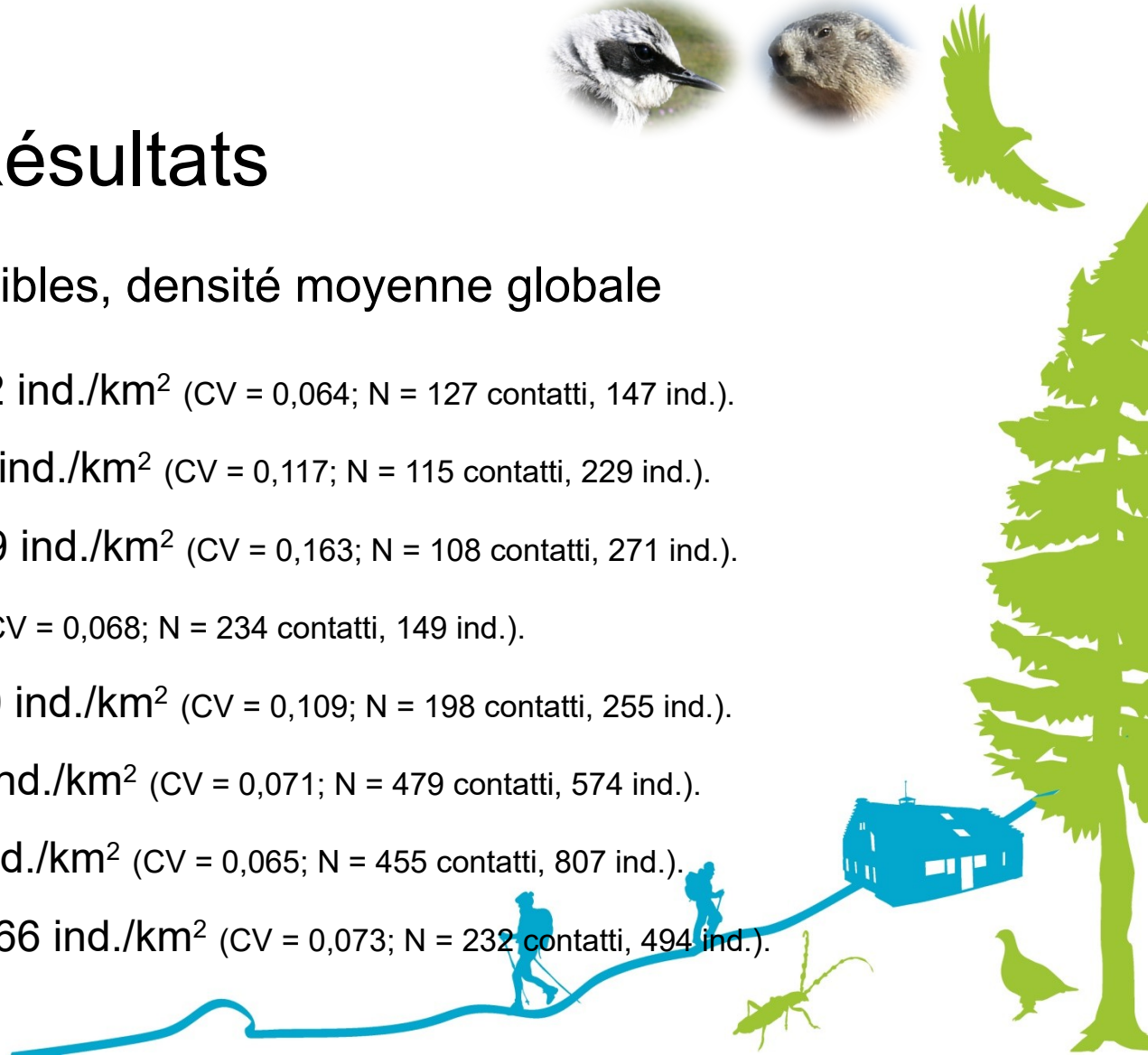


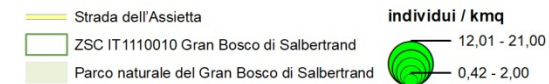
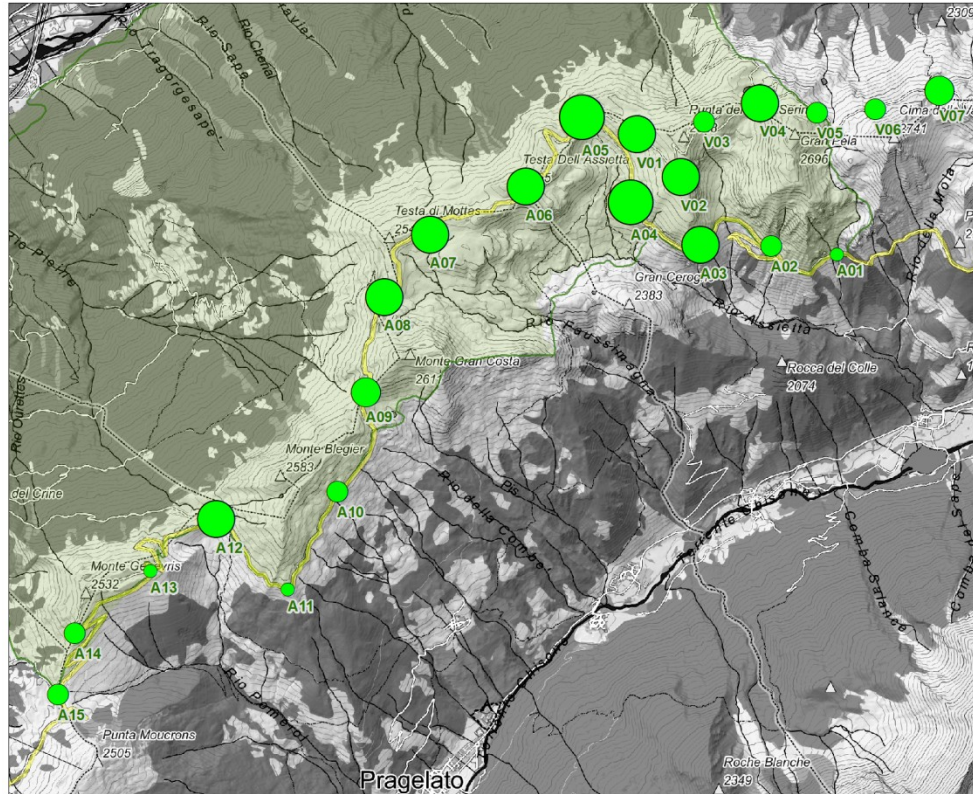


# Résultats

## Résultats Espèces cibles, densité moyenne globale

- **Faucon crécerelle:** 1,72 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,064; N = 127 contacts, 147 ind.).
- **Crave à bec rouge:** 0,60 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,117; N = 115 contacts, 229 ind.).
- **Choucas des Alpes:** 0,99 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,163; N = 108 contacts, 271 ind.).
- **Alouette:** 5,27 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,068; N = 234 contacts, 149 ind.).
- **Rougequeue noir:** 14,80 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,109; N = 198 contacts, 255 ind.).
- **Traquet motteux:** 44,71 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,071; N = 479 contacts, 574 ind.).
- **Pipit spioncelle:** 61,35 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,065; N = 455 contacts, 807 ind.).
- **Linotte mélodieuse:** 40,66 ind./km<sup>2</sup> (CV = 0,073; N = 232 contacts, 494 ind.).



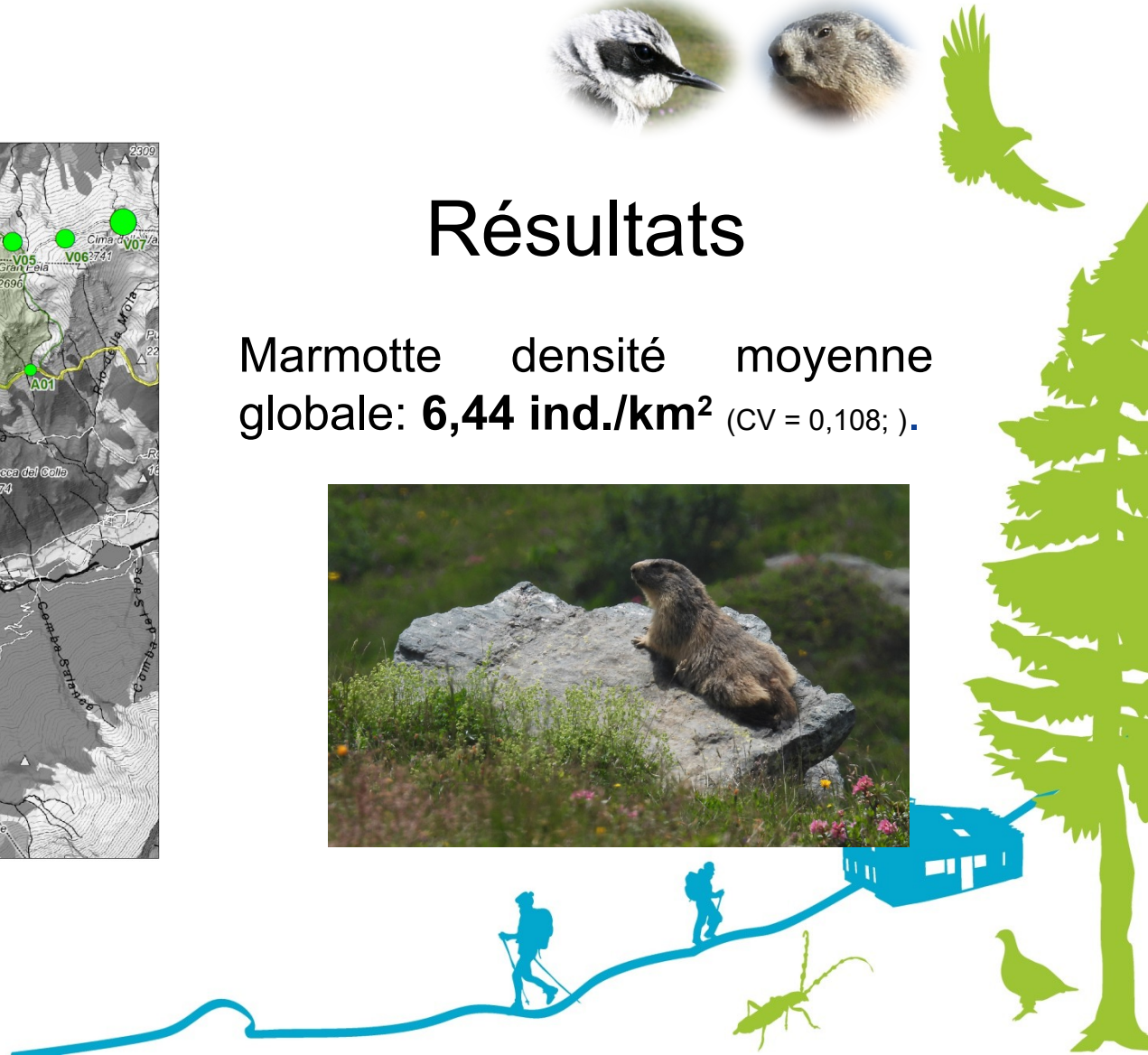


Marmotta: mappa della densità calcolata per stazione di rilevamento.



# Résultats

Marmotte densité moyenne globale: **6,44 ind./km<sup>2</sup>** (CV = 0,108; ).





# Résultats

Les résultats obtenus mettent en évidence – en particulier pendant la période de reproduction de l'avifaune – une **interférence négative généralisée entre l'intensité de la fréquentation anthropique et la plupart des indicateurs fauniques considérés**. Cette interférence se manifeste – avec des **différences statistiquement significatives** – principalement sur les paramètres descriptifs **de la communauté d'oiseaux nicheurs**, et de manière plus marquée dans le secteur compris entre la Testa dell'Assietta et le col de Costa Piana.

Des **interférences négatives** sont également observées – globalement ou dans certains secteurs – **sur la détectabilité des espèces cibles nicheuses** (qui, rappelons-le, sont les plus répandues et abondantes dans la zone d'étude), montrant des **corrélations négatives statistiquement significatives concernant les densités de l'Alouette des champs et de la Linotte mélodieuse**; en dehors de la période de reproduction, le **Faucon crécerelle** et le **Chocard à bec jaune** s'y ajoutent





# Résultats

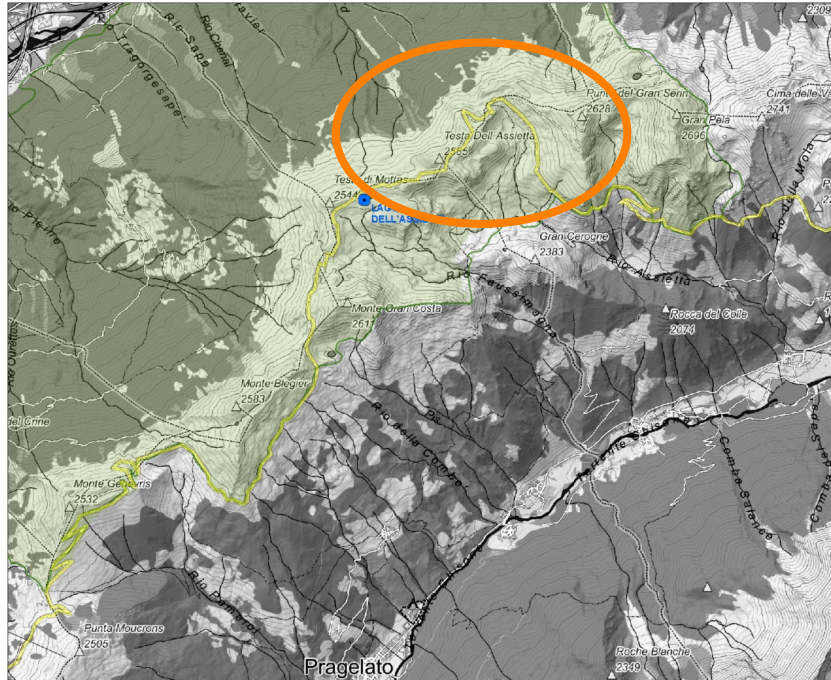
La **détectabilité de la Marmotte** est altérée principalement durant la période comprise entre juillet et mi-août, indiquant – pour l'ensemble des données – des **corrélations négatives statistiquement significatives avec l'intensité de la fréquentation globale, mais aussi avec la seule classe regroupant les passages attribués aux usagers non motorisés (vélos et piétons).**





Cette dernière corrélation est évidente dans le secteur compris entre les pentes du Gran Serin et il col delle Vallette (où le trafic motorisé est permanentement interdit); cela confirme l'hypothèse de Zenth et al. (2026), à savoir la **moindre tolérance à une présence accrue de visiteurs chez les marmottes occupant des territoires à faible fréquentation anthropique par rapport à celles situées à proximité des itinéraires principaux.**





## Pluvier guignard



-  Strada dell'Assietta
-  Lago dell'Assietta
-  ZSC IT1110010 Gran Bosco di Salbertrand
-  Parco naturale del Gran Bosco di Salbertrand

Objectif: fournir, au moyen d'indices de fréquence, une caractérisation qualitative de la phénologie migratrice de l'espèce, en étudiant d'éventuelles différences liées à l'intensité de la fréquentation de la Route de l'Assietta.

Méthode: unités d'enregistrement autonomes (ARU).

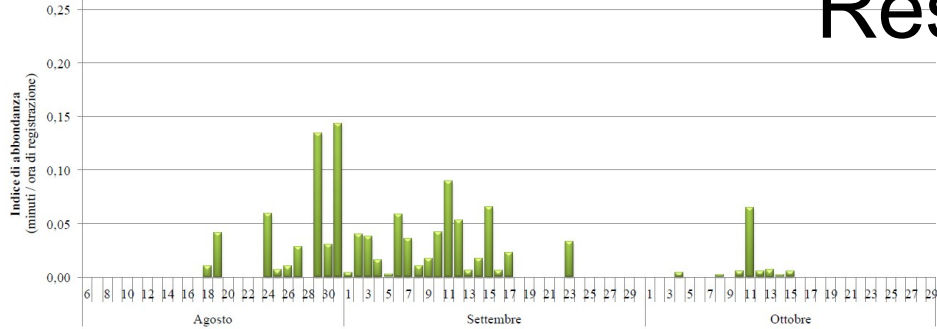
Zone d'étude : Lac de l'Assietta.

Matériel: 4304 fichiers audio ; 3 984,4 heures d'enregistrement; 2359,0 minutes d'événements audio attribués aux oiseaux.

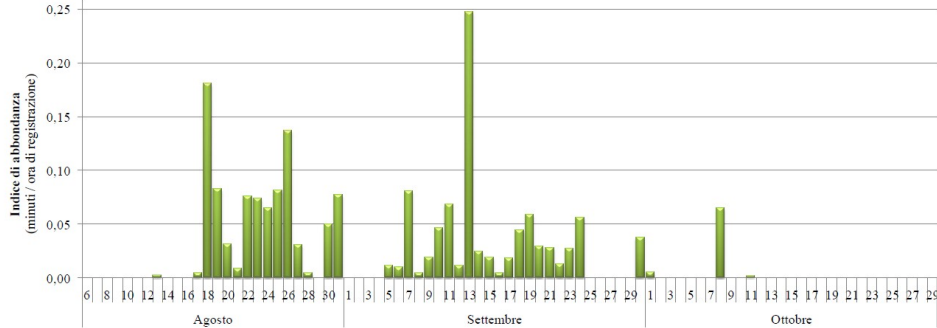
62 espèces vérifiées (2024 : 52 ; 2025 : 48). Pluvier guignard 73,7 minutes (2024 : 28,1 ; 2025 : 45,6).



Anno 2024



Anno 2025



**Indice d'abondance du Pluvier guignard calculé sur une échelle journalière au cours des migrations post-reproductrices des années 2024 et 2025.**

# Résultats

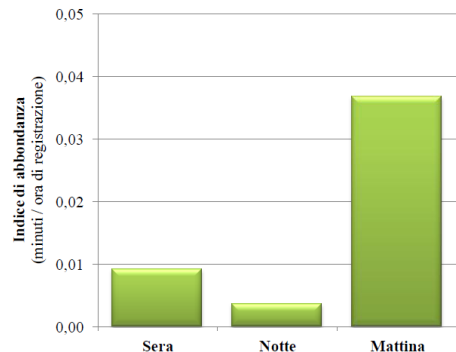


## Phénologie migratrice

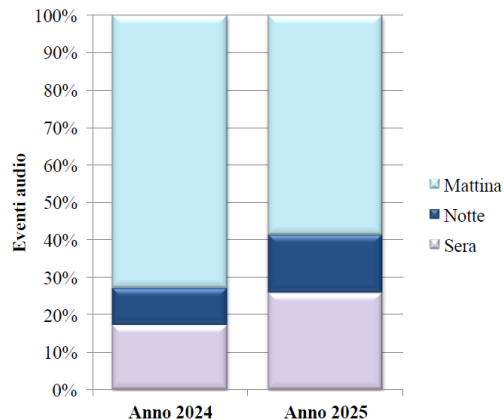
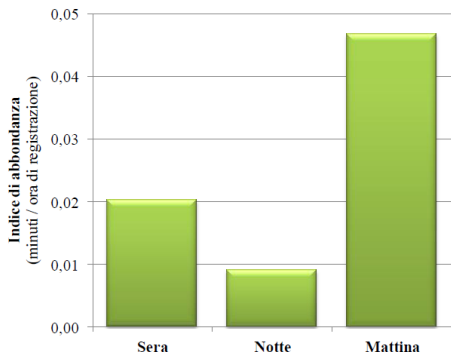
- Contacté lors de 49,3 % des jours étudiés
- Indice d'abondance : 0,019 minute / heure d'enregistrement
- L'évolution temporelle des indices d'abondance observés au cours des deux années étudiées apparaît en partie dissemblable, mais aucune différence statistiquement significative n'est constatée.



Anno 2024



Anno 2025



Indice d'abbondanza (en haut) et fréquence en pourcentage du nombre d'événements audio (à gauche) du Pluvier guignard calculés pour les créneaux horaires correspondant au soir, à la nuit et au matin en 2024 et 2025

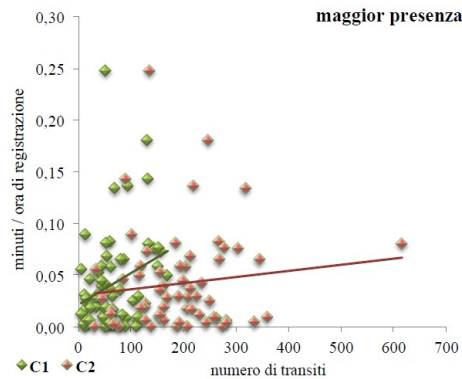
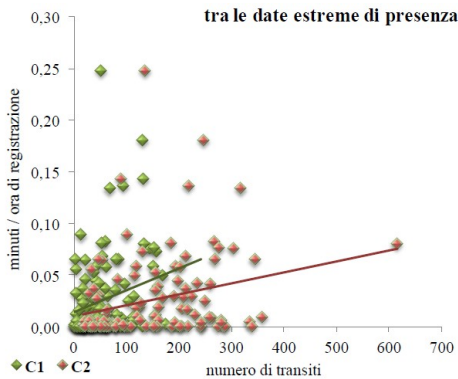
## Phénologie migratrice

- Comparaison des indices d'abondance calculés pour les créneaux horaires correspondant au soir (d'une heure avant le coucher du soleil à trois heures après), à la nuit et au matin (d'environ trois heures avant l'aube à une heure après).
- Des différences statistiquement significatives sont observées entre les valeurs des deux années (données appariées :  $t_2 = -5,106$ ,  $p < 0,036$ ).





# Résultats



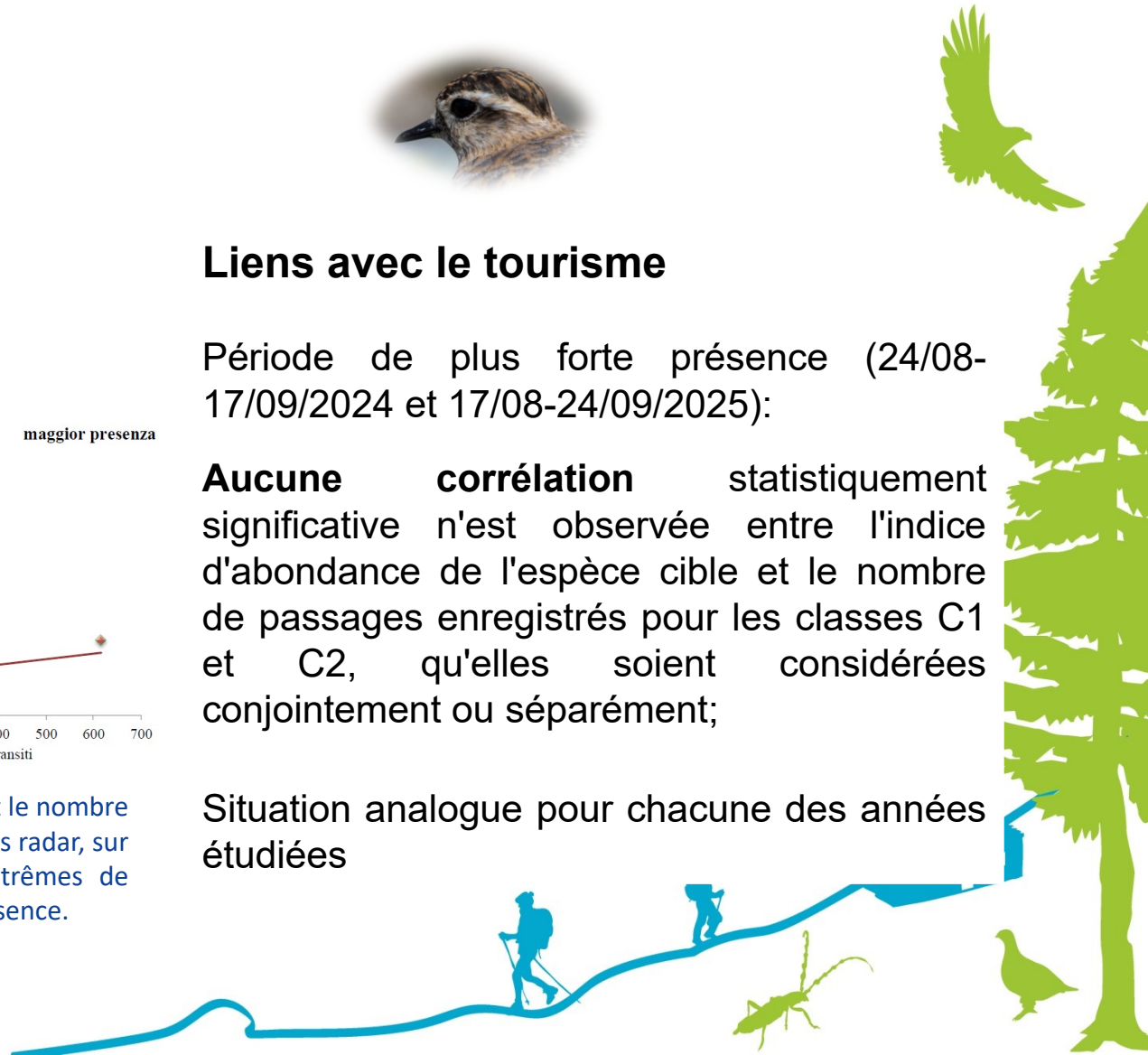
Relations entre l'indice d'abondance du Pluvier guignard et le nombre de passages par classe typologique détectés par les stations radar, sur l'ensemble de la période comprise entre les dates extrêmes de présence de l'espèce et durant la période de plus forte présence.

## Liens avec le tourisme

Période de plus forte présence (24/08-17/09/2024 et 17/08-24/09/2025):

**Aucune corrélation** statistiquement significative n'est observée entre l'indice d'abondance de l'espèce cible et le nombre de passages enregistrés pour les classes C1 et C2, qu'elles soient considérées conjointement ou séparément;

Situation analogue pour chacune des années étudiées



# Zone de quiétude



# Publications

## Monitoring of the post-breeding migration of the Eurasian Dotterel *Eudromias morinellus* using autonomous recording units in the Gran Bosco di Salbertrand Natural Park (Cottian Alps, Piedmont, Italy).



Aree Protette  
Alpi Cozie

Sergio G. Fasano  
Giuseppe Roux Poignant  
Luca Maurino  
Foto di gestione delle aree protette delle Alpi Cozie  
Via Francesco Ferrini 4, 10050 Salbertrand (TO)

Interreg  
France - Italia ALCOTRA



Nell'ambito del progetto "BiodivTourAlps – Biodiversità e turismo: sinergie per il futuro tra parchi alpini" (Programma Interreg VI-ALCOTRA ITALIA-FRANCIA 2021-2027, Progetto n. 20140, WP3.3 – Attività di monitoraggio delle interazioni uomo/natura (attività outdoor in siti di interesse)), una delle azioni attuate dall'Ente di gestione delle aree protette delle Alpi Cozie ha previsto il monitoraggio della migrazione post-riproduttiva del Piviere tortolino *Eudromias morinellus* mediante unità di registrazione autonome (autonomous recording units - ARU).

L'area di studio si trova nel Parco naturale del Gran Bosco di Salbertrand (ZSC IT1110010), dove gli ambienti aperti che caratterizzano il crinale principale costituiscono in autunno un importante sito di stop-over costantemente monitorato sin dal 2003. Dal 2019, al fine di evitare significative perturbazioni di natura antropica, dal 20 agosto al 15 settembre presso il Lago dell'Assietta viene disposta - mediante apposita Determina - l'interdizione d'ogni tipo di attività fonte di possibile disturbo, provvedendo in loco ad adeguata informazione e delimitazione dell'area interessata.

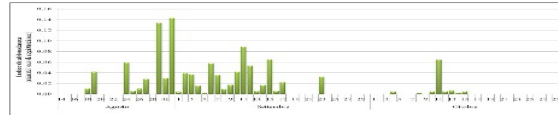
Ad integrazione delle consuete attività di monitoraggio (tra le quali si può annoverare anche l'inanellamento, vedi foto a destra), tra la tarda estate e l'autunno del 2024 - primo anno di indagine - in prossimità del Lago dell'Assietta, sono state attivate due apparecchiature modello Wildlife Acoustics Song Meter Micro 2, che tra il 14 agosto ed il 29 ottobre hanno registrato quotidianamente da un'ora prima del tramonto sino ad un'ora dopo l'alba.

I file audio sono stati sottoposti ad una prima selezione mediante rilevamento e classificazione automatica dei suoni, adottando il modello BirdNET v2.4, e sperimentando differenti software di analisi; si è poi proceduto ad una verifica manuale di tutte le identificazioni attribuite alla specie target al fine di individuare eventuali falsi positivi.

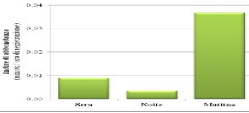
Assumendo che il tempo relativo ad eventi audio registrati sia positivamente correlato al numero di individui presenti, quale principale parametro per le analisi si è utilizzata la frequenza di cattura, adottando l'indice di abbondanza relativa  $RAI = E_i / SC$ , dove:  $E_i$  indica la durata in minuti degli eventi audio attribuiti alla specie  $i$ ,  $SC$  indica lo sforzo di campionamento totale ovvero l'ammontare di ore di registrazione intercorse durante lo studio. Esso corrisponde quindi alla durata degli eventi audio di ogni specie in un'ora di registrazione.

Le ARU hanno prodotto circa 1.926,4 ore di registrazione, ottenendo 1.267,7 minuti di eventi audio attribuiti in modalità di classificazione automatica ad Uccel-1, riconducibili ad almeno 52 specie verificate.

Il Piviere tortolino è stato contattato nel 47,9% delle giornate indagate, con eventi audio per un totale di 28,1 minuti ed un indice di abbondanza di 0,015 min/h. Gli eventi audio sono stati registrati tra il 18 agosto ed il 15 ottobre, susseguendosi in maniera pressoché continua tra il 24/08 ed il 17/09 (grafico a destra); i valori più elevati del RAI si sono riscontrati il 29 (0,134 min/h) ed il 31/08 (0,143 min/h), ed è da segnalare un'ulteriore concentrazione di osservazioni tra l'8 ed il 15/10, con un picco dell'indice l'11 ottobre (0,064 min/h).



Confrontando gli indici di abbondanza del Piviere tortolino calcolati per le fasce orarie corrispondenti a sera (da un'ora prima del tramonto a tre ore dopo), notte e mattina (da circa tre ore prima dell'alba ad un'ora dopo), nel grafico a destra possiamo osservare come i valori dell'indice siano nettamente più elevati negli orari mattutini (0,037 min/h) rispetto a quelli serali (0,009 min/h) e notturni (0,003 min/h).



I risultati preliminari sin qui conseguiti hanno quindi permesso di integrare le consuete attività di monitoraggio della specie target attuate nell'area di studio con ulteriori informazioni sulla sua fenologia migratoria.

Attualmente è in corso la seconda stagione di rilevamenti condotti mediante ARU.

As part of the project "BiodivTourAlps - Biodiversity and tourism: synergies for the future between Alpine parks" (Interreg VI-ALCOTRA ITALY-FRANCE 2021-2027 Programme), one of the actions implemented by the Ente di gestione delle aree protette delle Alpi Cozie included the monitoring of the post-breeding migration of the Eurasian Dotterel *Eudromias morinellus* through autonomous recording units. The study area is located in the Gran Bosco di Salbertrand Natural Park (ZSC IT1110010), where there is an important stop-over site constantly monitored since 2003. Between late summer and autumn of 2024, the first year of the investigation, two Wildlife Acoustics Song Meter Micro 2 models were activated, which recorded daily from one hour before sunset to one hour after sunrise between 14 August and 29 October. The audio files were subjected to an initial selection through automatic sound detection and classification, adopting the BirdNET v2.4 model, and experimenting with different analysis software. A manual check of all identifications attributed to the target species was then carried out in order to identify any false positives.

Overall, approximately 1,926.4 hours of recordings were obtained, of which 28.1 minutes of audio events relating to the Eurasian Dotterel, recorded between 18 August and 15 October, following one another in an almost continuous manner between 24 August and 17 September (main migratory peak 29-31 August).

The preliminary results achieved so far have therefore allowed us to integrate the usual monitoring activities of the target species with further information on its migratory phenology.



XXIII  
CIO

22° CONVEGNO  
ITALIANO DI  
ORNITOLOGIA

LECCE  
8 - 12  
SETTEMBRE  
2025



22° CONVEGNO  
ITALIANO DI  
ORNITOLOGIA



***Grazie per  
l'attenzione***

***Merci pour votre  
attention***

