

# Étude phénologique et temporelle des trajectoires des chauves-souris cavernicoles de Nouvelle-Aquitaine



Alexandre LANGLAIS

Data Scientist & IA

Statistiques

[alanglais.analytics@gmail.com](mailto:alanglais.analytics@gmail.com)

# Contexte et objectifs

Problématiques et objectifs

Concernant l'objectif lié aux déplacements du programme CCPNA :

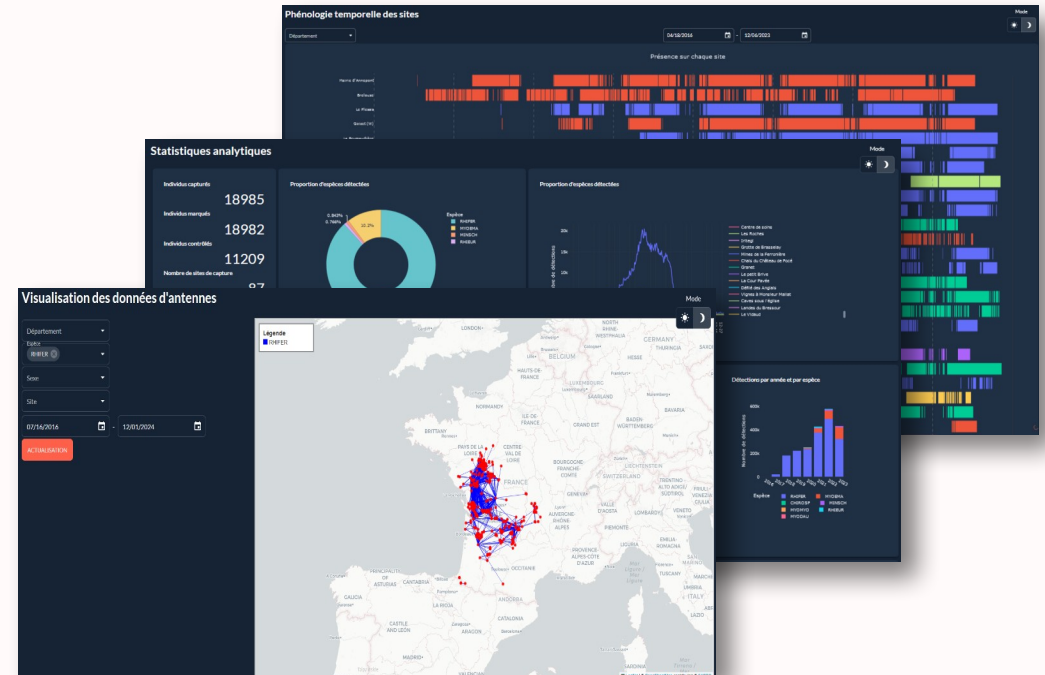
Étudier les paramètres démographiques et comprendre les déplacements individuels

- Méthodologie
- Utilisation des sites
- Analyse des mouvements
- Modélisation du comportement des flux de population
- Estimation des probabilités de survie & de recapture des juvéniles

# Contexte et objectifs

Projet : application web

- ✓ Application web et open-source
- ✓ Permet d'explorer les statistiques principales avec interactivité
- ✓ Permet de visualiser les cartes de trajectoires selon différents filtres
- ✗ Prototype et VM simple
- ✗ Pas (encore) de connexion dynamique aux données
- ✗ UI/UX anecdotique



 **Hugging Face** build  
a-langlais/ccpna-taipy-dashboard 0.2

# Méthodologie

## Protocole Capture-Marquage-Recapture (CMR)

- Méthode d'échantillonnage utilisée pour estimer la taille et les dynamiques des populations animales (Capture-Marquage-Recapture)
- Trois phases de déroulement :
  - Capture : harp-trap/filet monofilament
  - Marquage : implantation des PIT-tags
  - Recapture : lecteurs RFID passifs avec antennes 24/7 (+ ponctuel)
- Les PIT-tags sont des puces RFID insérées sous la peau des animaux avec un identifiant unique :
  - longue durée de vie, non-invasifs après insertion
  - minimisent le stress de manipulation et réduisent les biais de recapture

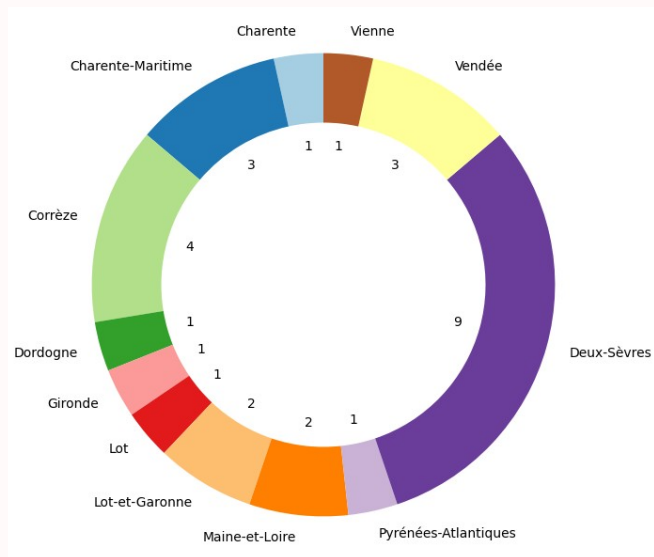
# Méthodologie

## Protocole Capture-Marquage-Recapture (CMR)

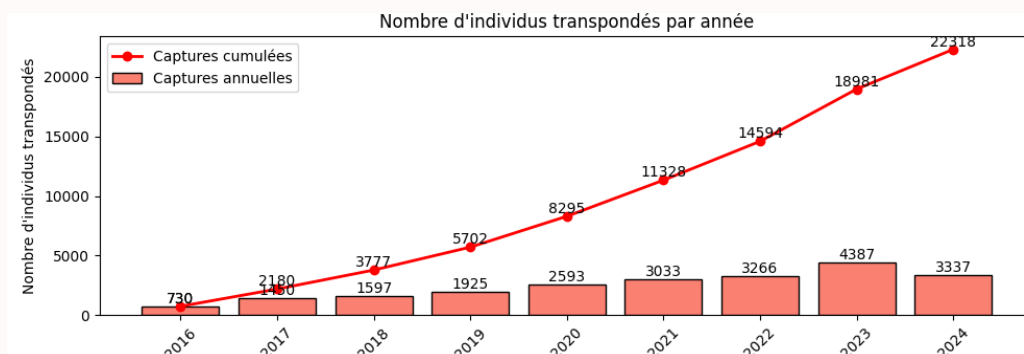
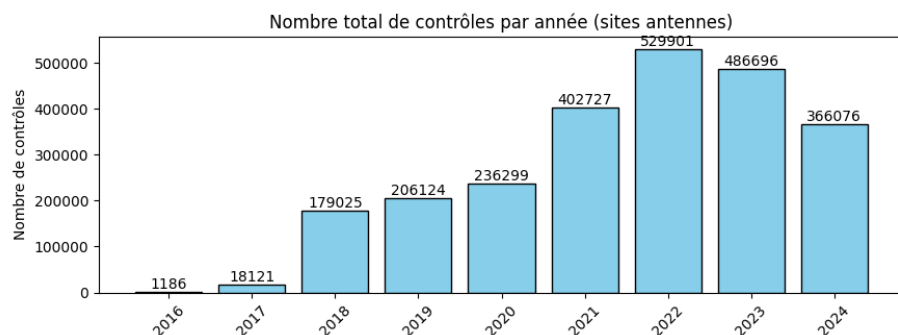
- Assurer une capture non-stressante pour éviter les biais comportementaux
- Garantir la durabilité et la stabilité des PIT-tags pour un suivi longue durée
- Recueillir des données standardisées pour minimiser les biais d'échantillonnage
- Vérifications régulières du matériel de lecture passive pour éviter les pertes de données
- Analyse de plusieurs paramètres :
  - Cartographie des déplacements réguliers (patrons de déplacement)
  - Flux des individus, fidélité au site, phénologie temporelle et dispersion
  - Taux de survie ( $\Phi$ ) et probabilités de recapture/contrôle

# Contexte et objectifs

Ressources disponibles



- Période : 2016 -> 2024
- 25 départements couverts (+5 en Espagne)
- 34 (29) sites antennes de contrôle continu (24/7)
- 440 sites de contrôle opportuniste positifs
- 89 sites de capture
- 22 318 individus transpondés de 5 espèces (avec Espagne)
- 2 605 948 données exploitables (08-11-2024)



# Méthodologie

Processing et métriques ciblées

## › Nettoyage et standardisation des données

- Identifiant unique des individus
- Code espèce
- Date et heure (UTC)
- Site (X, Y)
- Marquage ou Contrôle

## › Uniformisation des classes d'âge :

- Classe 0 : 'VOL', '1A' et '1A?'       $[0 ; 1[$
- Classe 1 : '+1A', '2A', '2A?'       $[1 ; 2]$
- Classe 2 : '+2A'       $]2 ; +\infty[$

# Méthodologie

Processing et métriques ciblées

## ➤ Quelques métriques clés :

- Taux de recapture ( $p$ ) : proportion d'individus recapturés sur chaque site
- Taux de survie ( $\Phi$ ) : probabilité d'un individu de survivre à une année
- Nombre moyen de passages : combien de fois un individu passe devant une antenne au cours d'une période donnée
- Temps de résidence : combien de temps les individus restent dans la zone d'un gîte

$$p = \frac{\sum_{t=t_0}^t R_t}{\sum_{t=t_0}^{t-1} N_t}$$

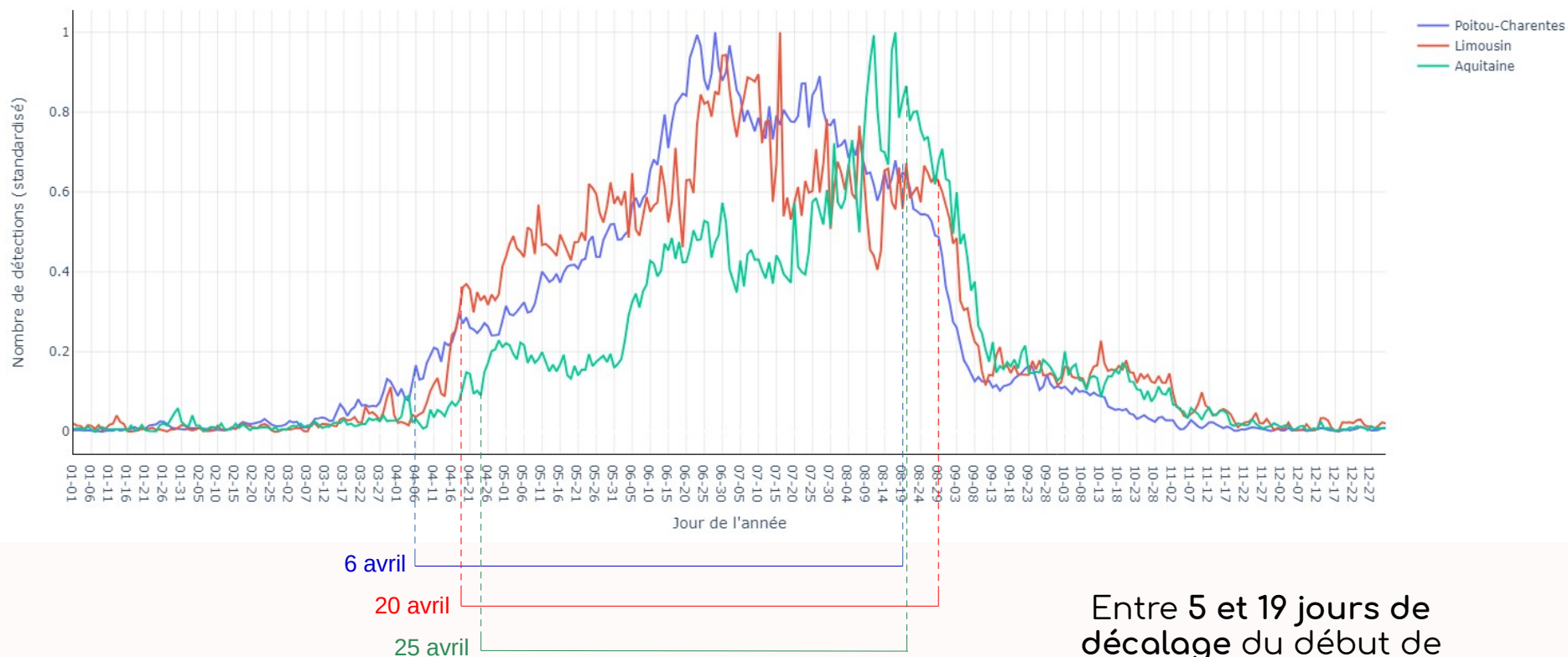
Cormack-Jolly-Seber

$$L(\phi, p) = \prod_{i=1}^N \left( \prod_{j=1}^{k_i} \phi_{i,j}^{y_{i,j}} (1 - \phi_{i,j})^{1-y_{i,j}} \right) \times p_{i,j}^{y_{i,j}} (1-p_{i,j})^{1-y_{i,j}}$$



# Résultats et métriques

## Utilisation des sites

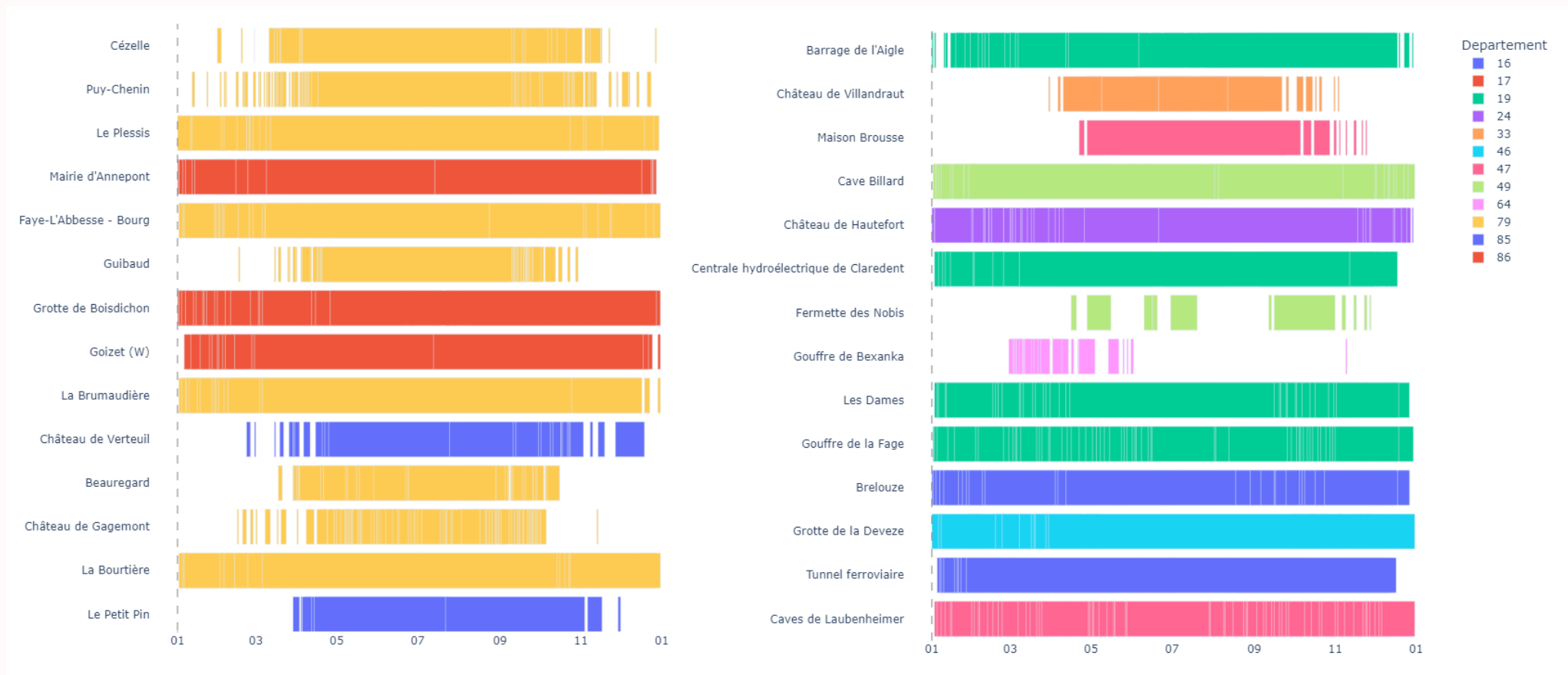


Entre 5 et 19 jours de  
décalage du début de  
l'arrivée des individus entre  
les ex-régions

# Résultats et métriques

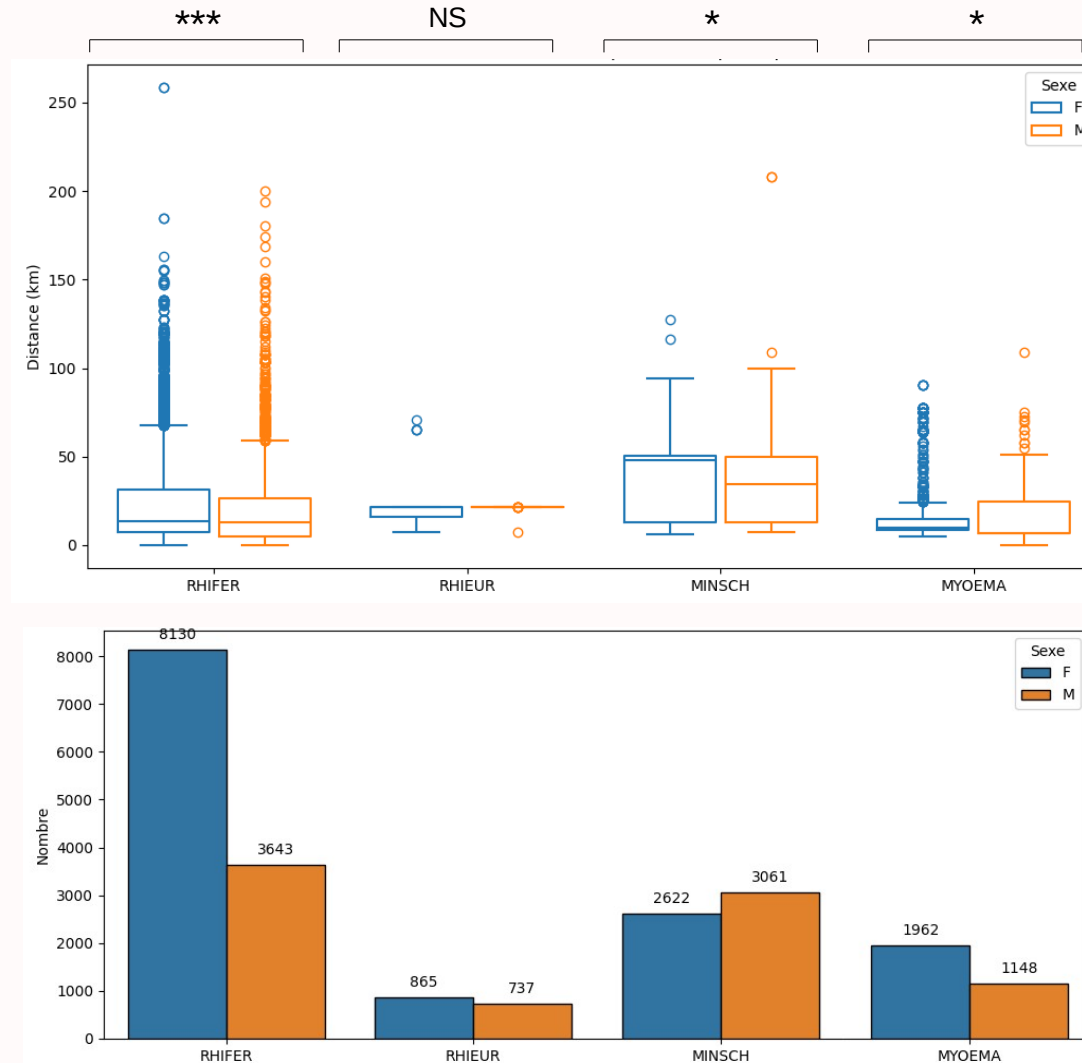
## Utilisation des sites

### Durée de présence (contrôles successifs)



# Résultats et métriques

## Analyse des mouvements



# Résultats et métriques

## Analyse des mouvements

Espèce	Date départ	Site départ	Date arrivée	Site arrivée	Distance (km)
MINSCH	2021-10-01	Grotte de la carrière d'Ainhoa	2021-10-04	Goizet (W)	237.85
MYOEMA	2023-05-05	Château de Verteuil	2023-06-07	Le Plessis	108.74
RHIEUR	2021-09-12	La Roche	2022-06-24	Puy-Chenin	70.99
RHIFER	2022-07-01	Cézelle	2022-08-01	Les Tours de Merle - Tour Fulcon	258.57

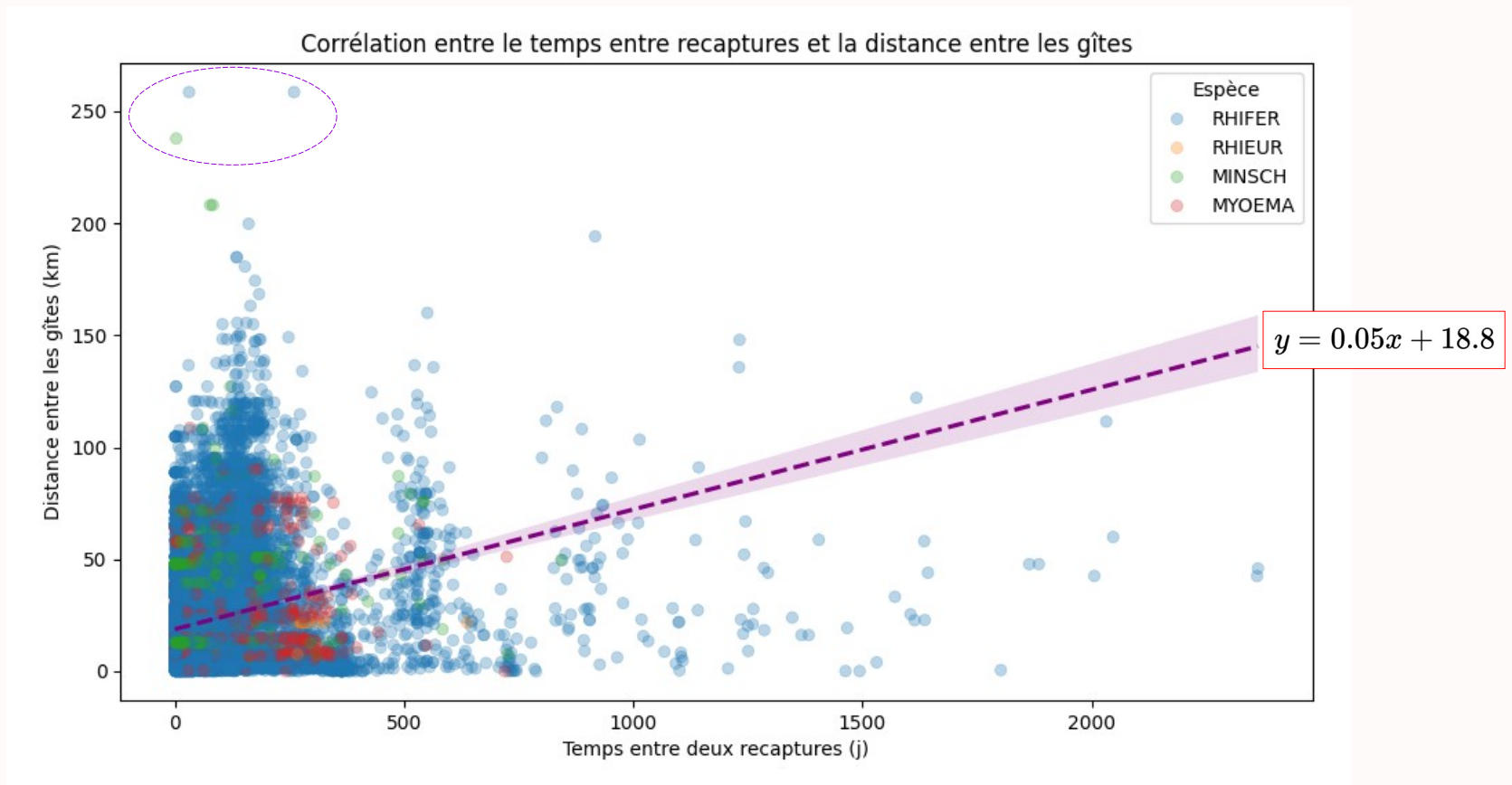
- Écart entre les dates suggèrent des colonies inconnues
- Forte concentration des flux en Deux-Sèvres

# Résultats et métriques

## Analyse des mouvements

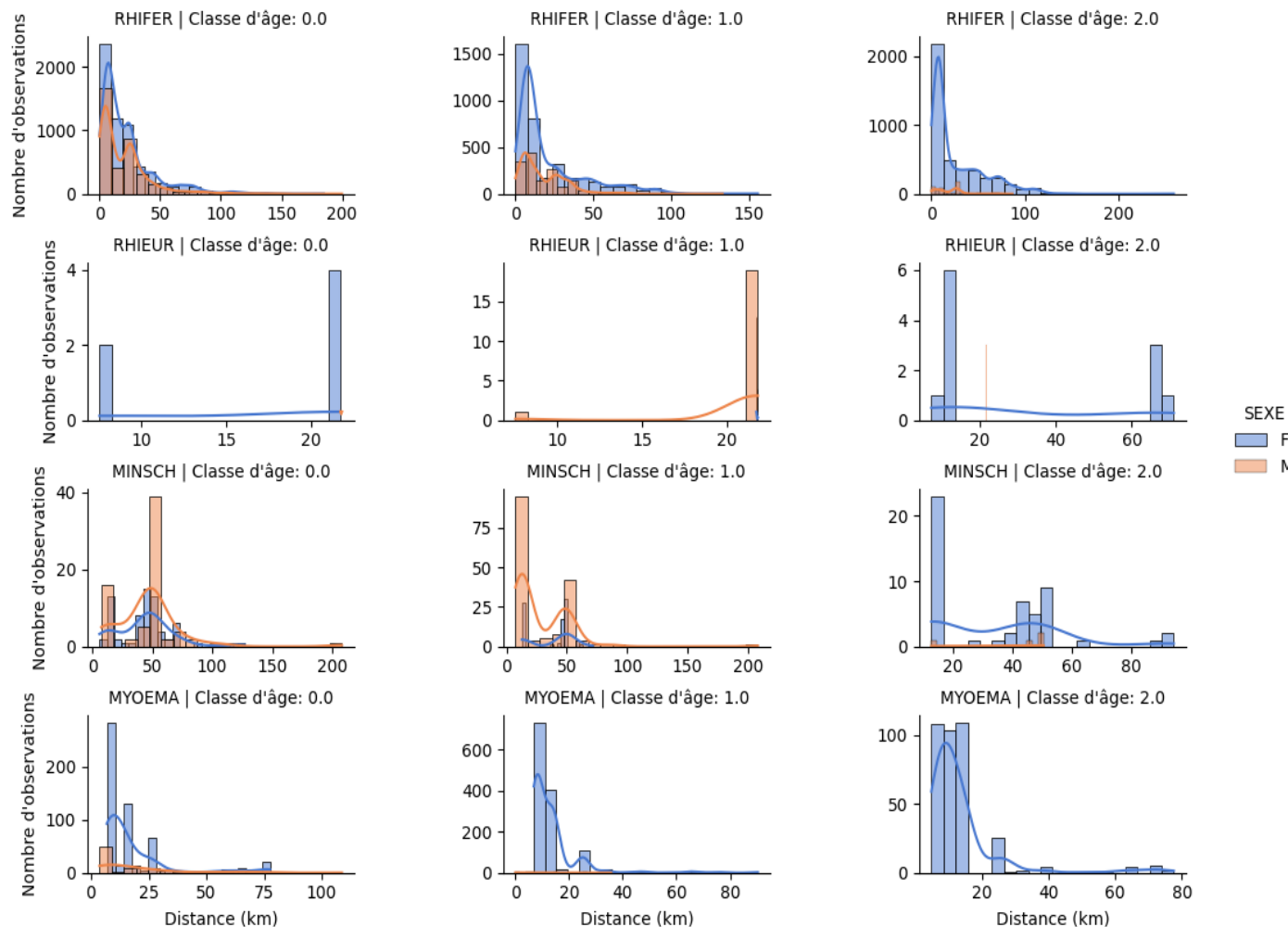
↗ durée entre deux recaptures entraîne une ↗ de la distance entre deux sites

MAIS forte concentration sur les faibles durées entre deux recaptures = bon suivi



# Résultats et métriques

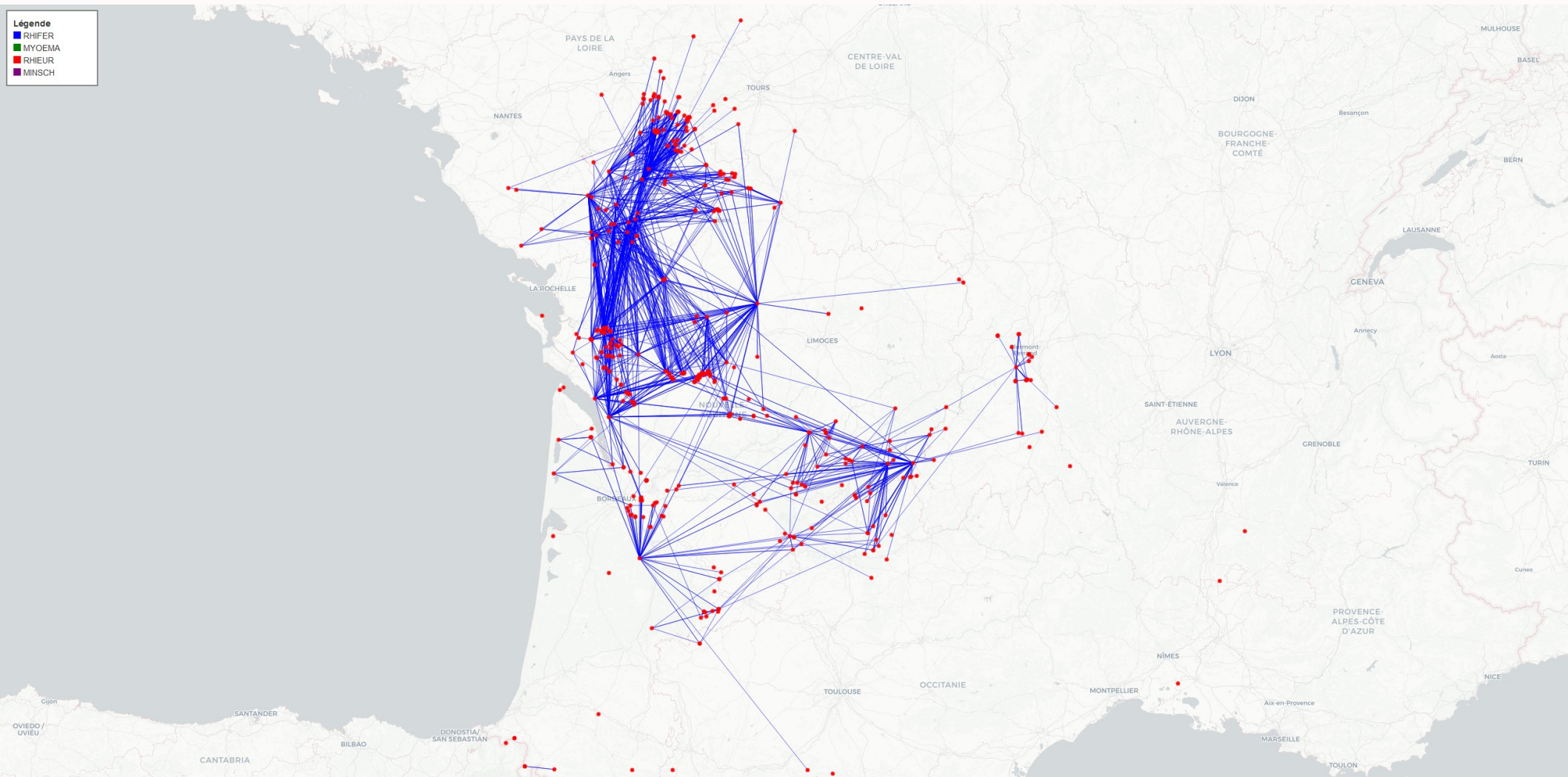
## Analyse des distances par classe d'âge



Espèce	Sexe	0	1	2
RHIFER	F	2328	1412	4390
	M	2443	796	404
RHIEUR	F	337	478	50
	M	343	388	6
MINSCH	F	1318	769	535
	M	1421	1566	74
MYOEMA	F	604	648	710
	M	680	455	13

# Résultats et métriques

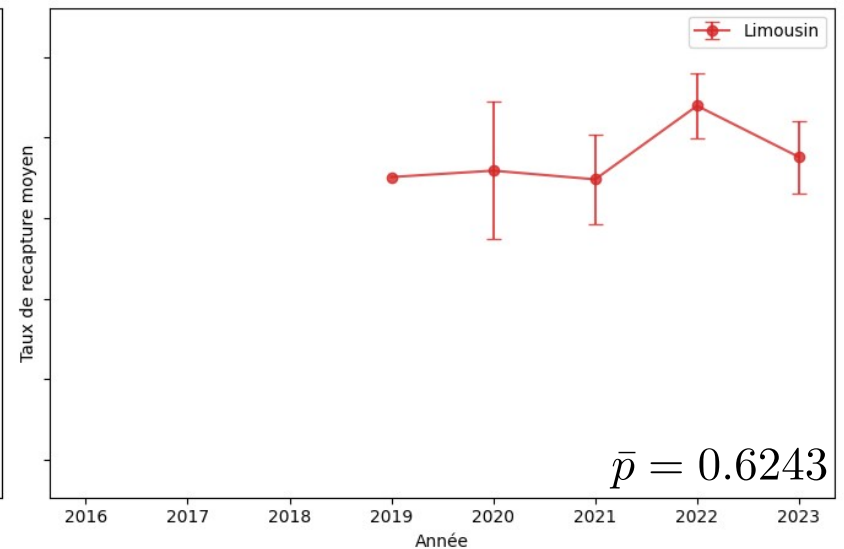
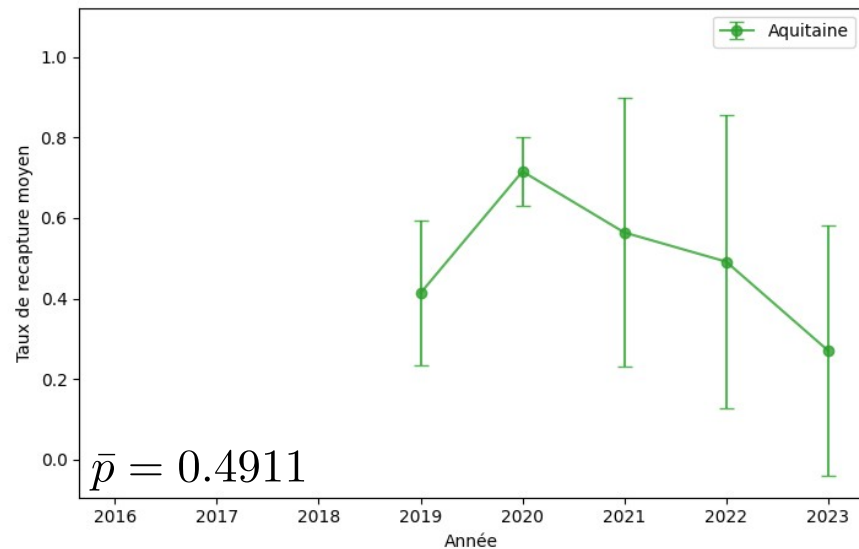
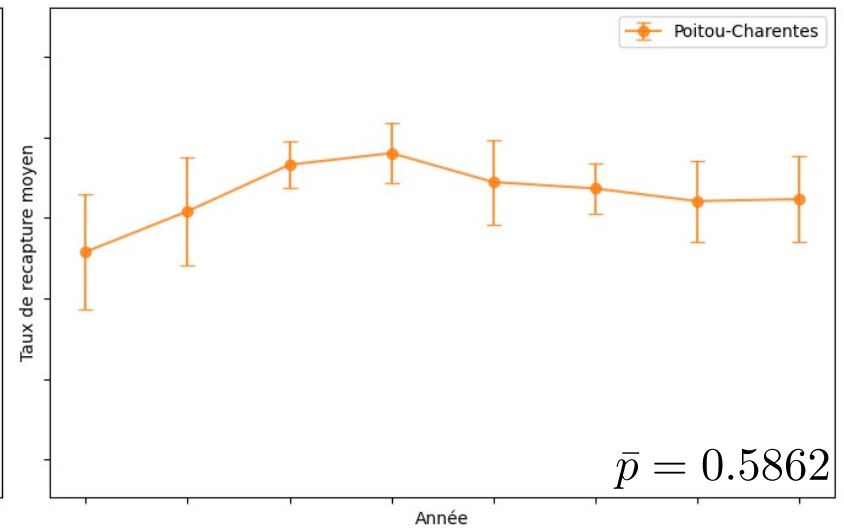
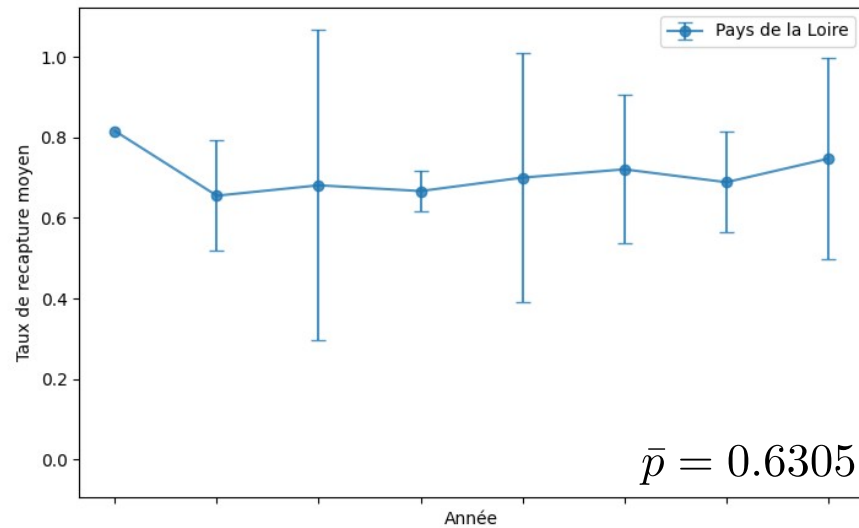
Analyse des mouvements – Grand rhinolophe (*R. ferrumequinum*)





# Résultats et métriques

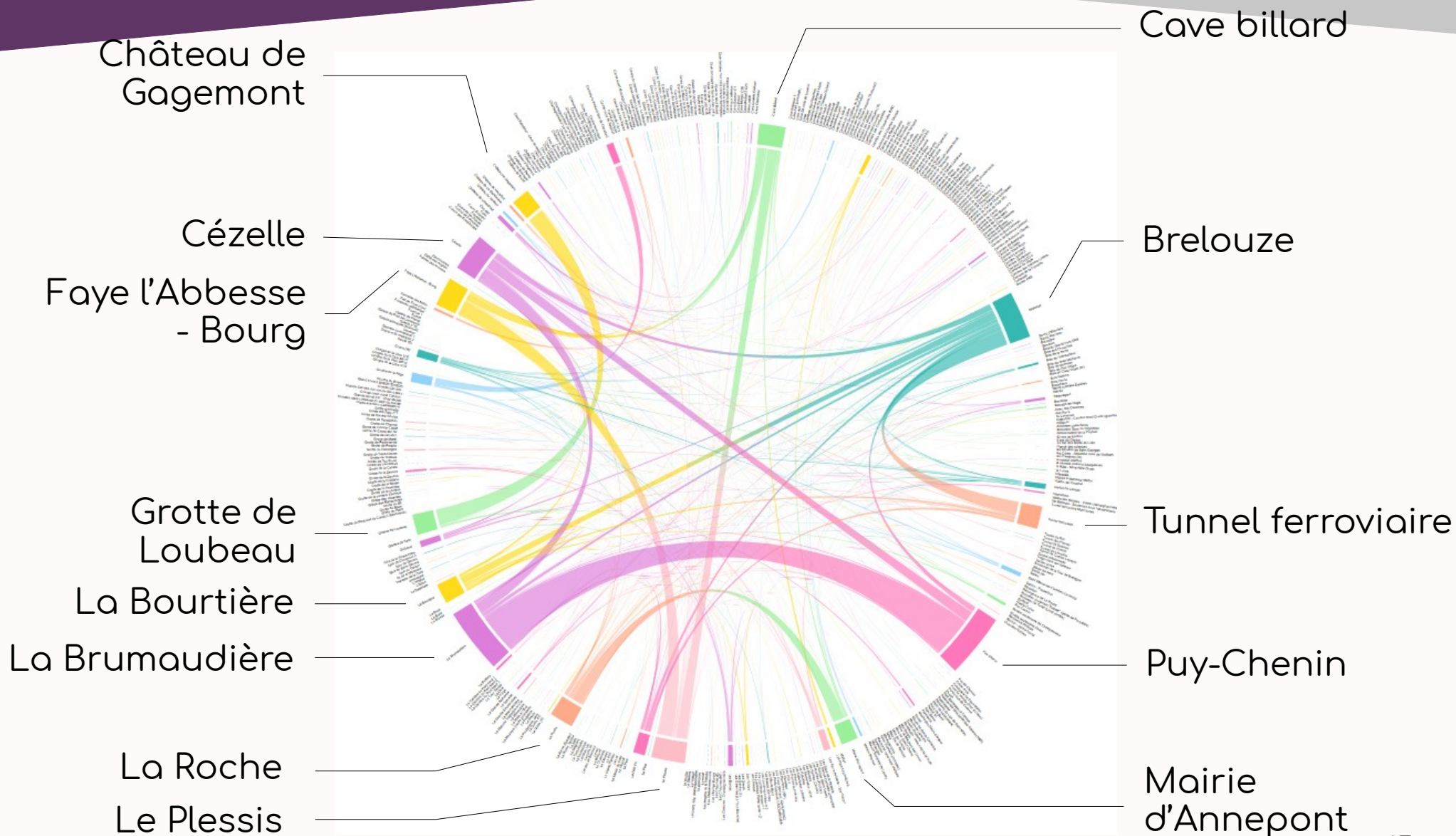
Utilisation des sites - Grand rhinolophe (*R. ferrumequinum*)





# Résultats et métriques

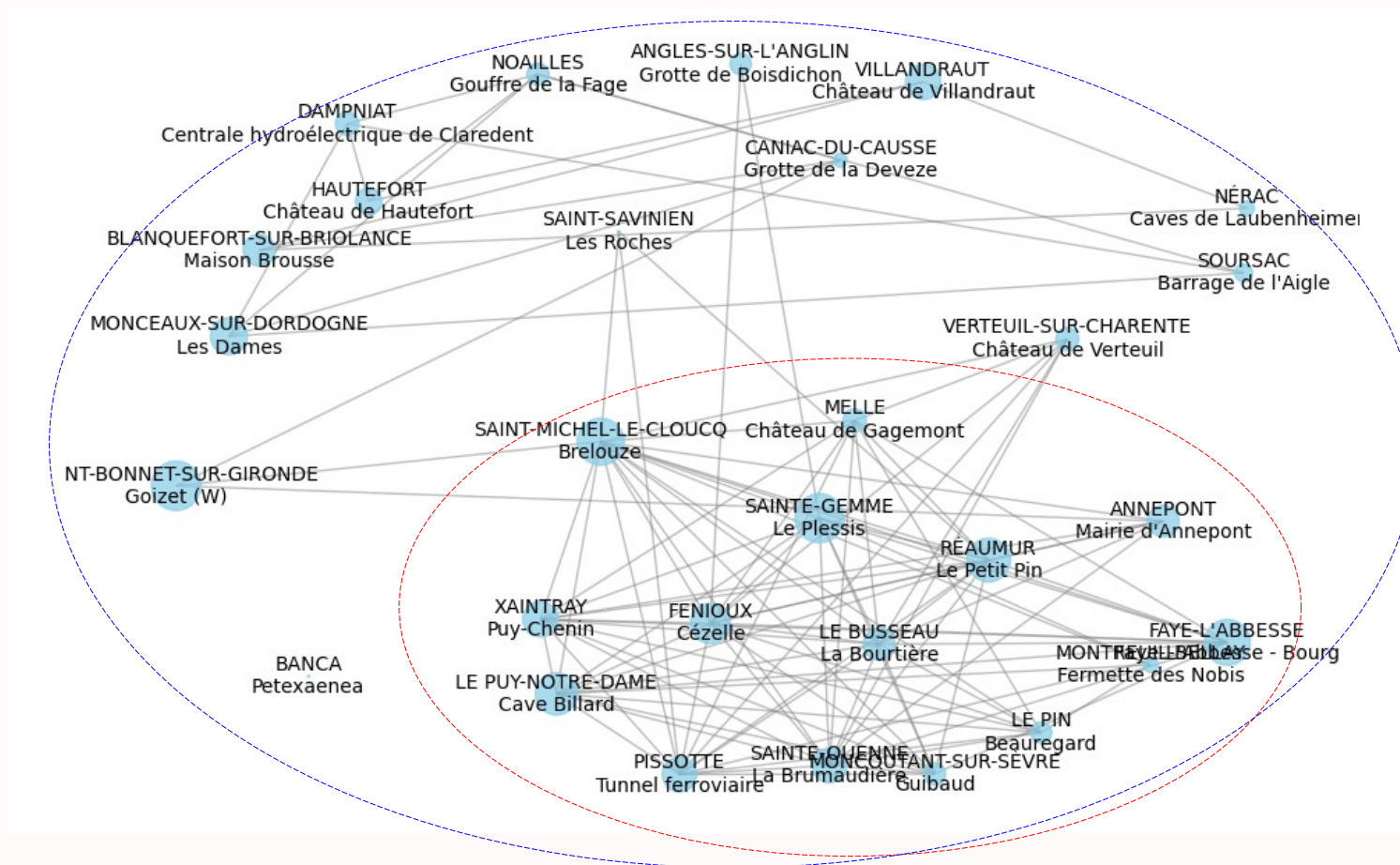
Analyse des mouvements - Grand rhinolophe (*R. ferrumequinum*)



# Résultats et métriques

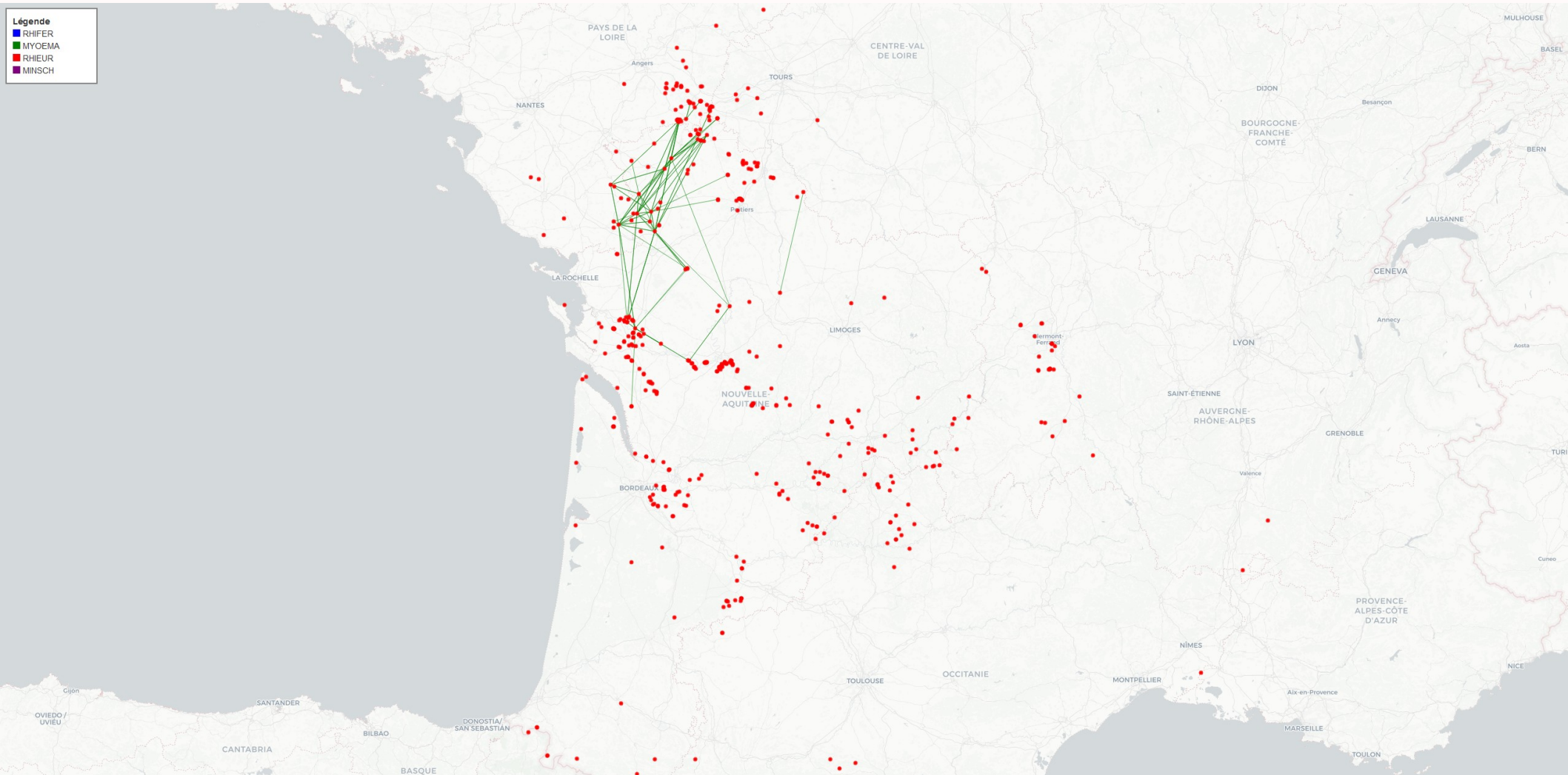
Analyse des mouvements - Grand rhinolophe (*R. ferrumequinum*)

## Modélisation des populations par théorie des graphs [RHIFER]



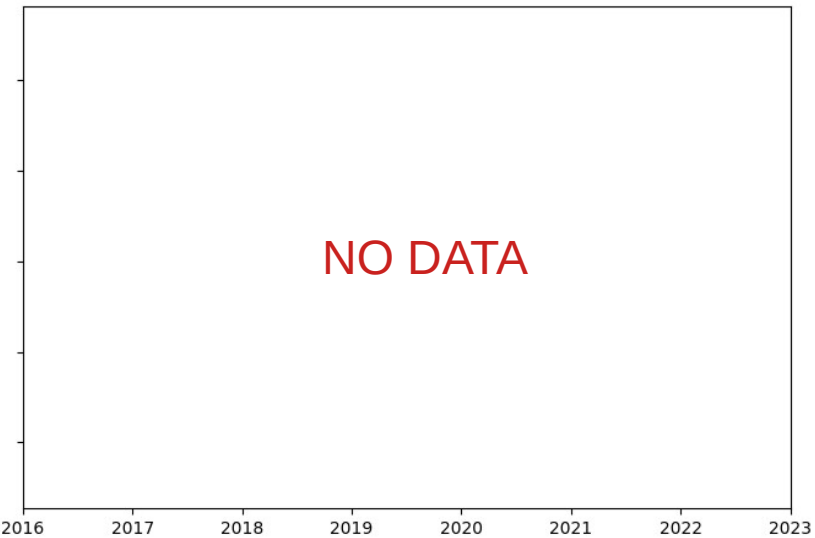
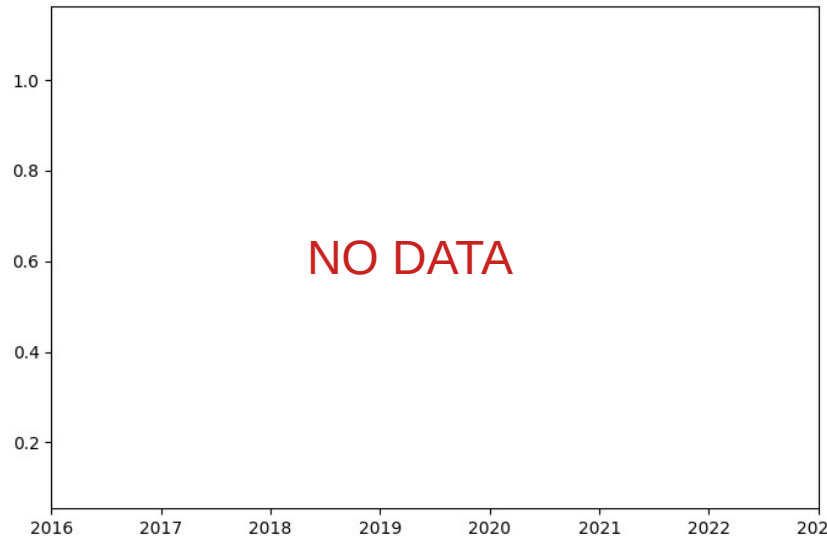
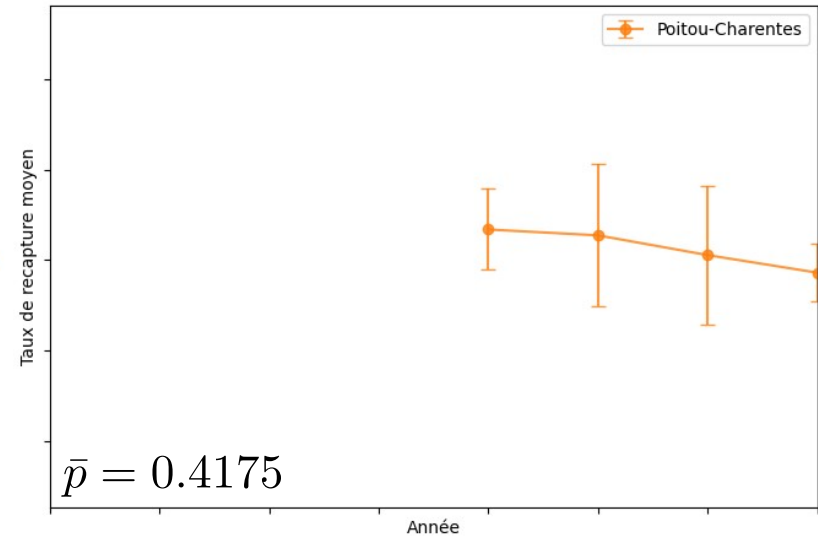
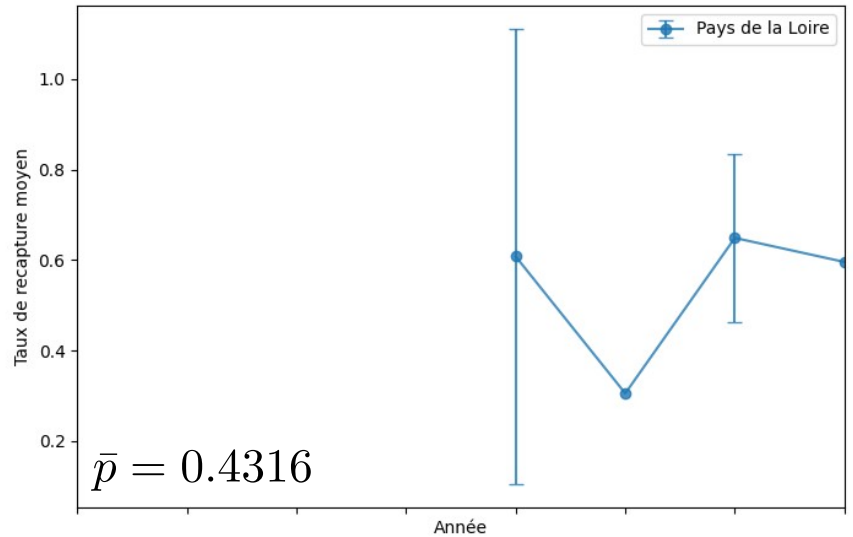
# Résultats et métriques

Analyse des mouvements – Murin à oreilles échanquées (*M. emarginatus*)



# Résultats et métriques

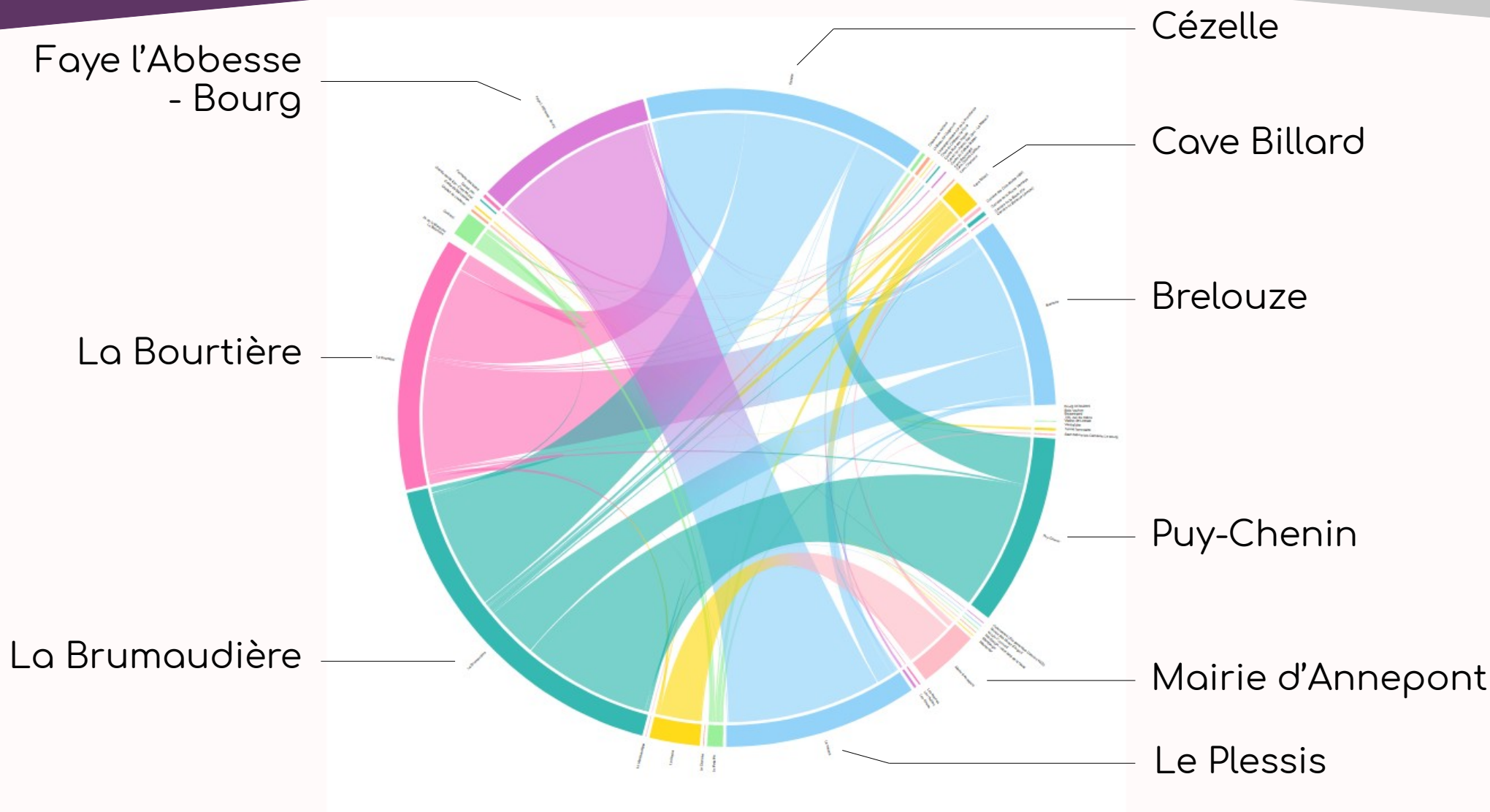
Utilisation des sites - Murin à oreilles échanrées (*M. emarginatus*)





# Résultats et métriques

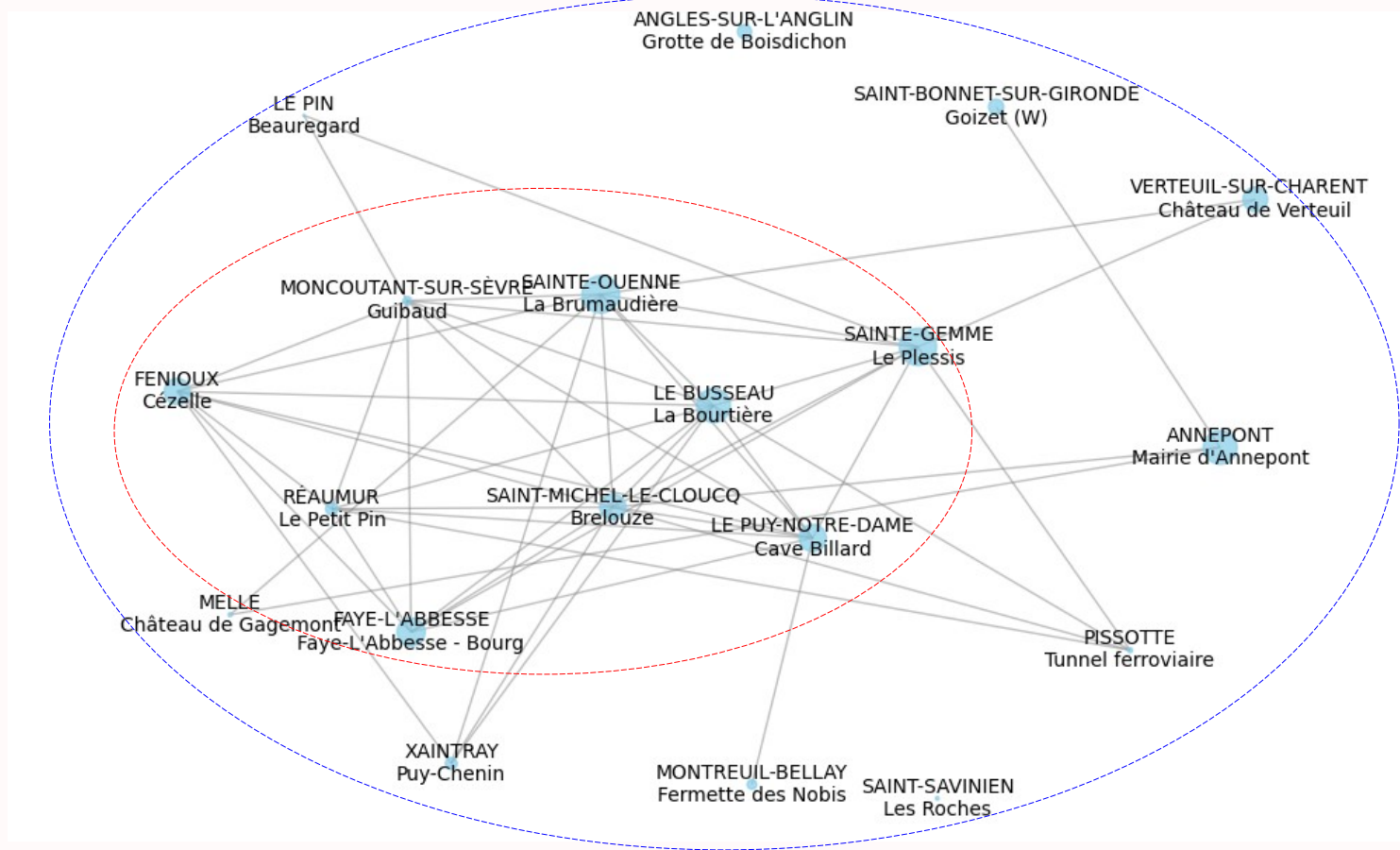
Analyse des mouvements - Murin à oreilles échanquées (*M. emarginatus*)



# Résultats et métriques

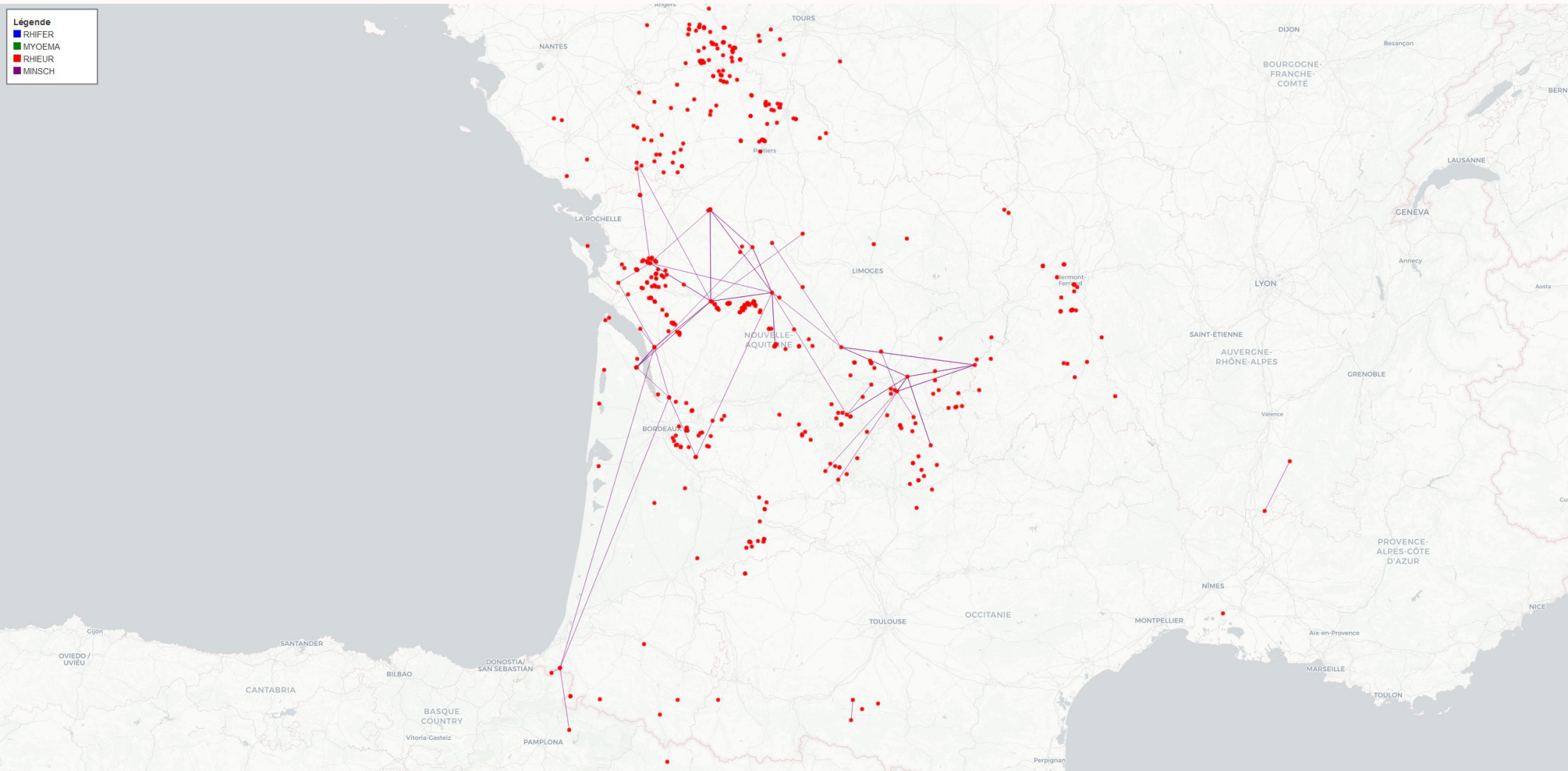
Analyse des mouvements - Murin à oreilles échanquées (*M. emarginatus*)

## Modélisation des populations par théorie des graphs [MYOEMA]



# Résultats et métriques

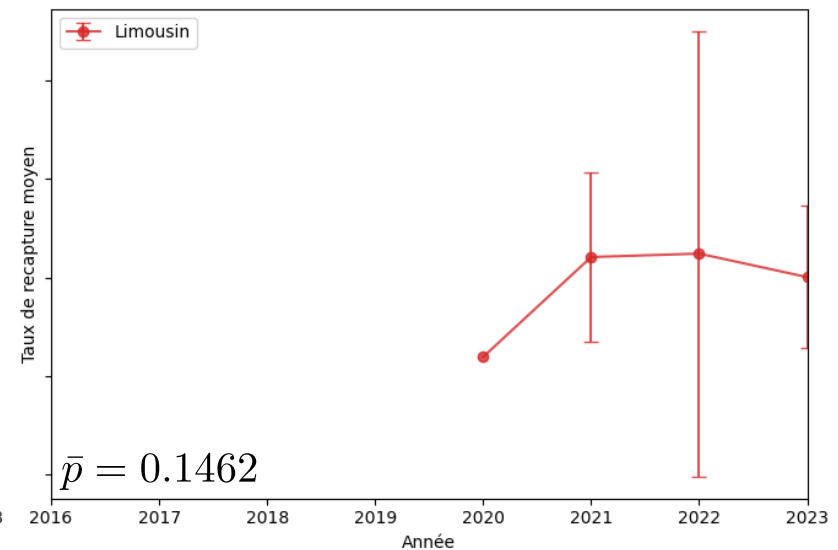
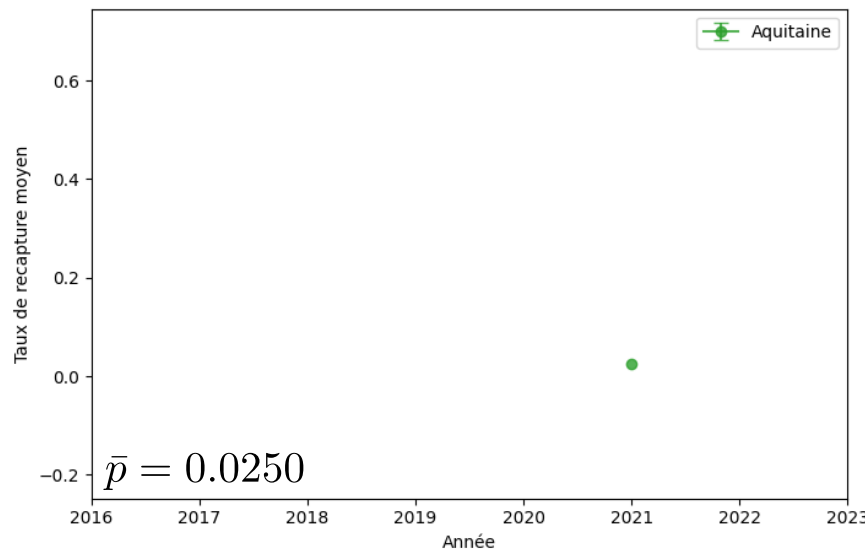
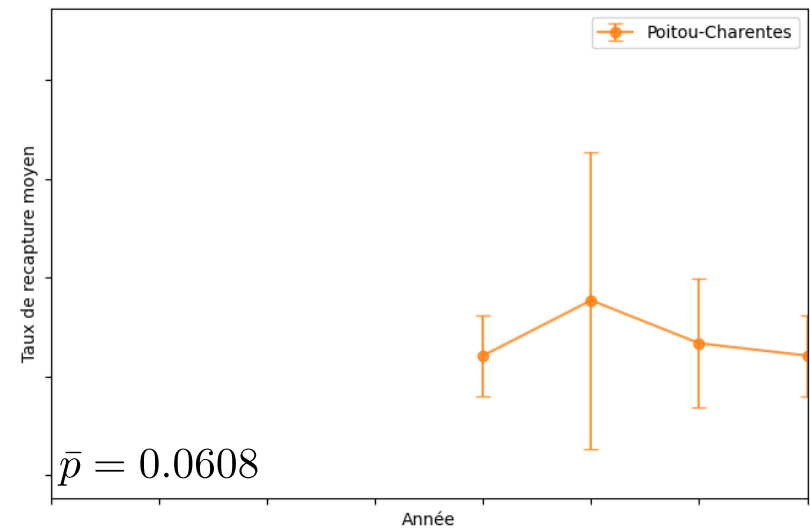
Analyse des mouvements – Minioptère de Schreibers (*M. schreibersi*)



# Résultats et métriques

Utilisation des sites - Minioptère de Schreibers (*M. schreibersi*)

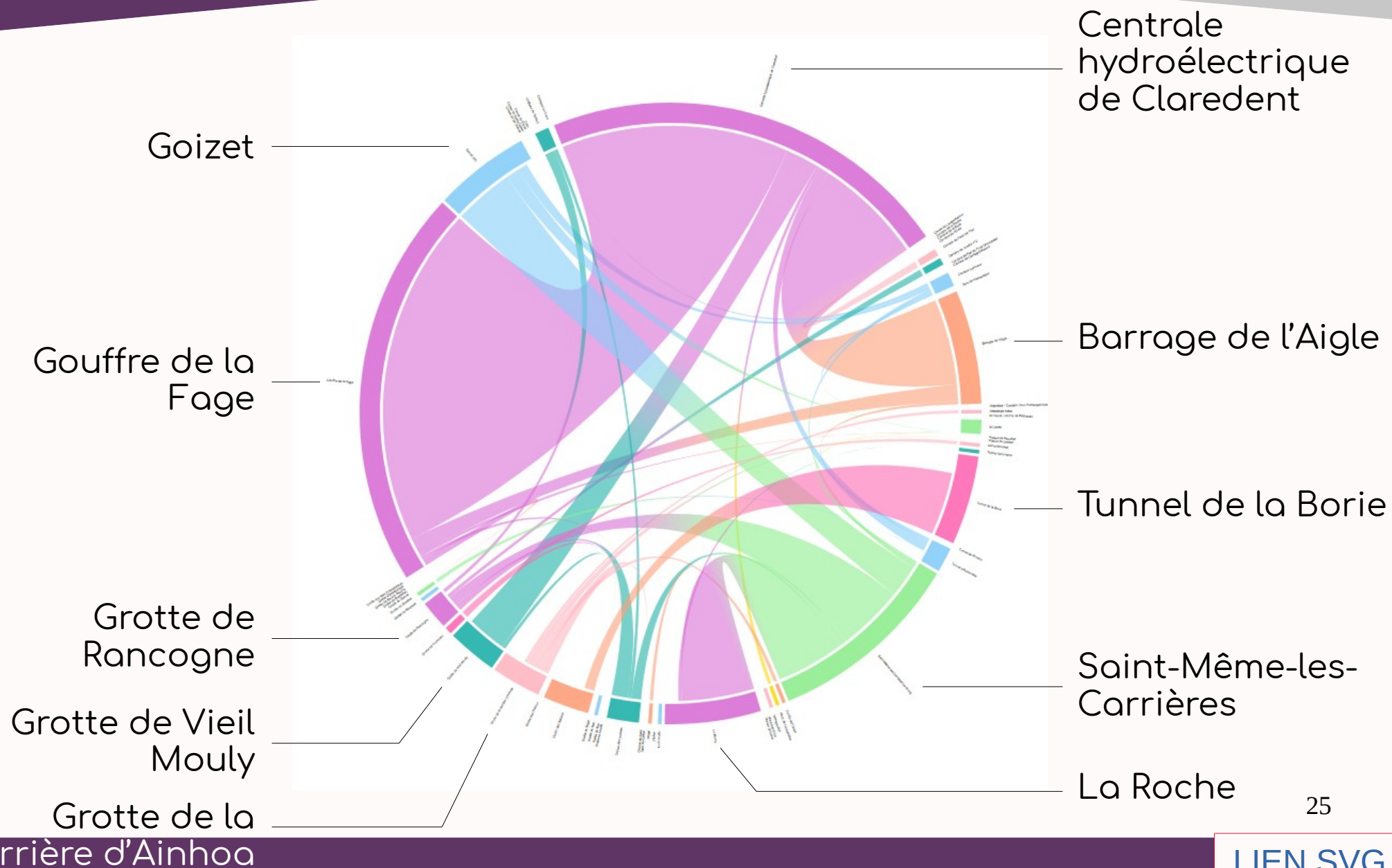
Résultats non fiables  
> Manque de recaptures





# Résultats et métriques

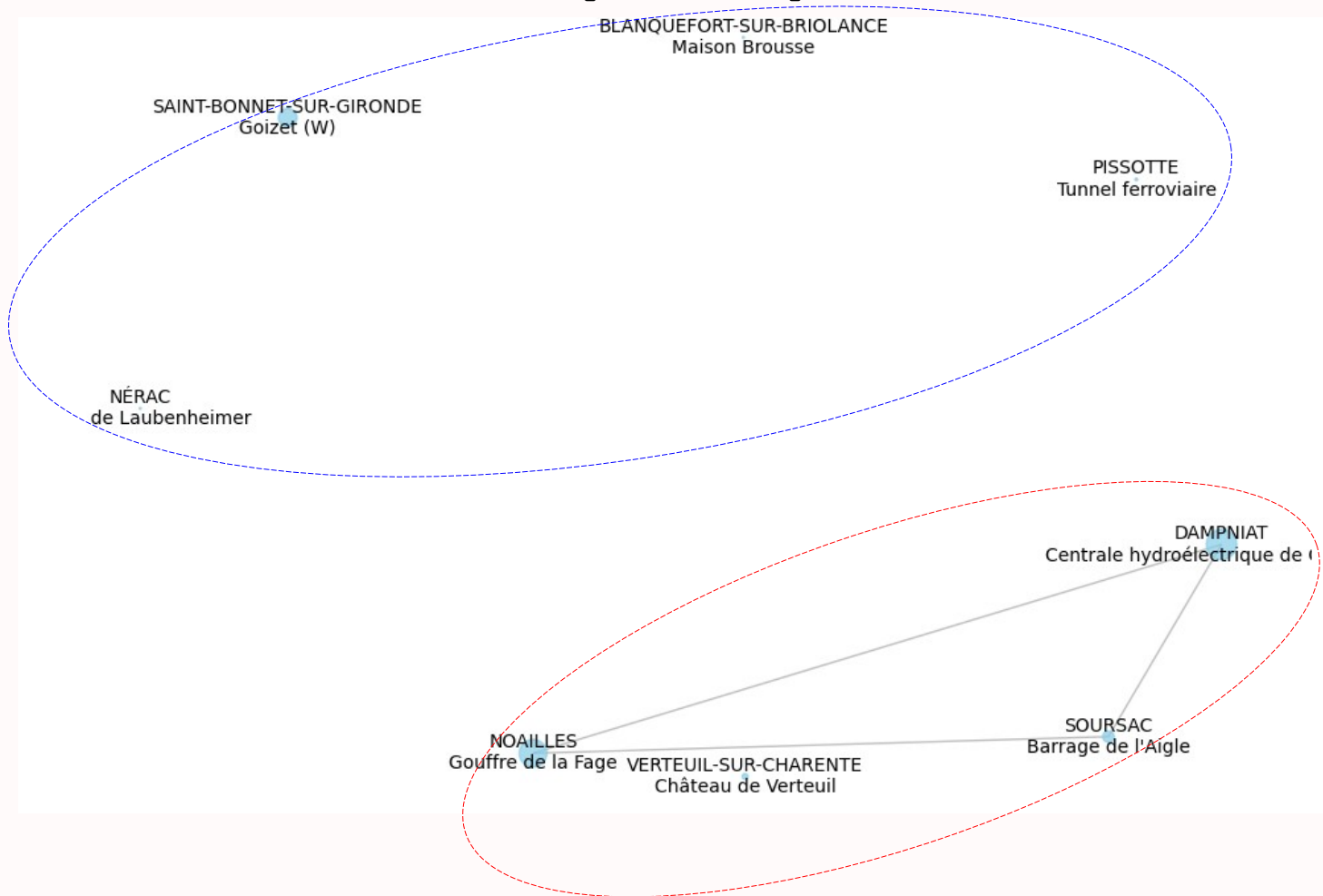
Analyse des mouvements - Minioptère de Schreibers (*M. schreibersii*)



# Résultats et métriques

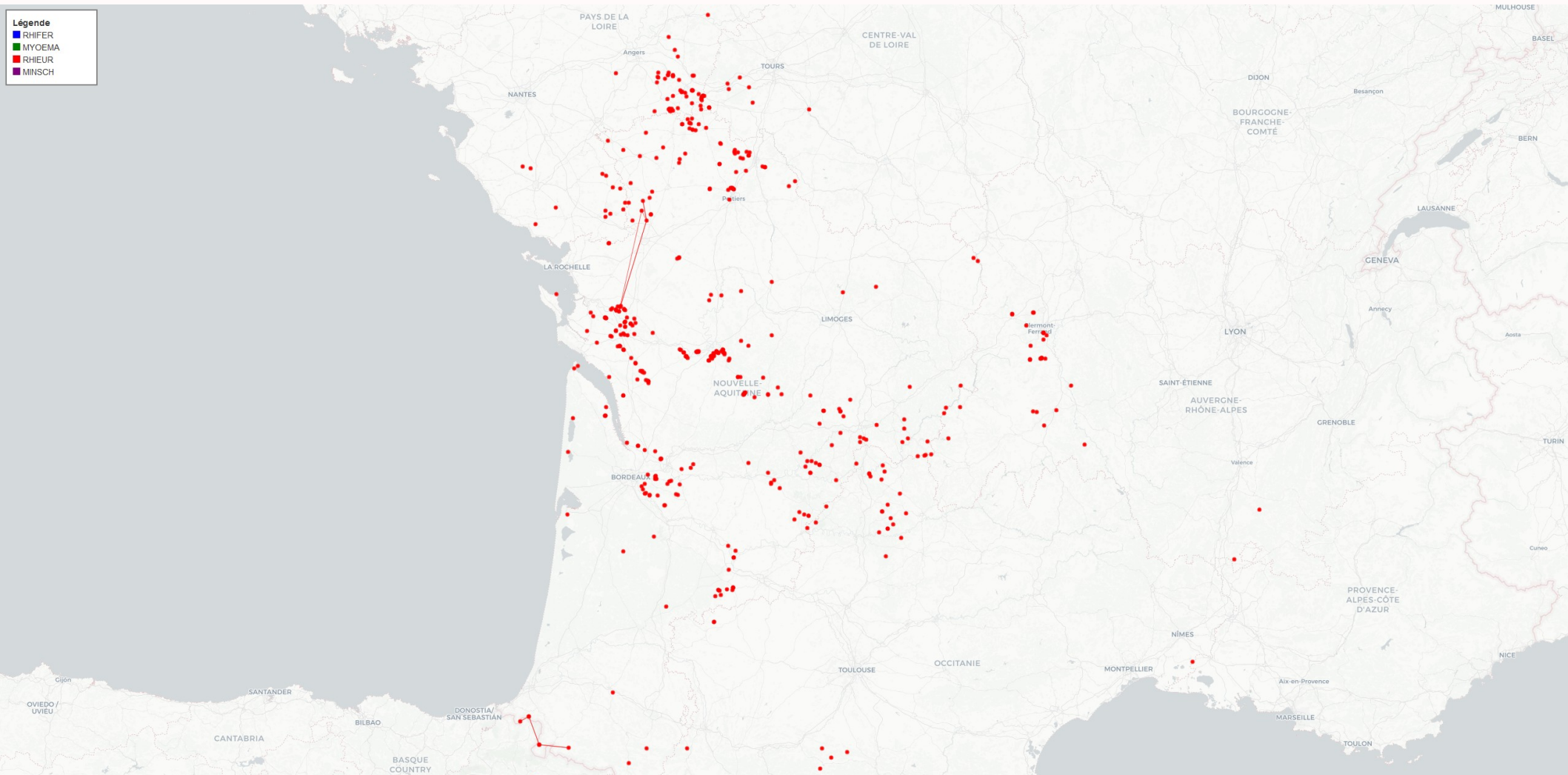
Analyse des mouvements - Minioptère de Schreibers (*M. schreibersi*)

## Modélisation des populations par théorie des graphes [MINSCH]



# Résultats et métriques

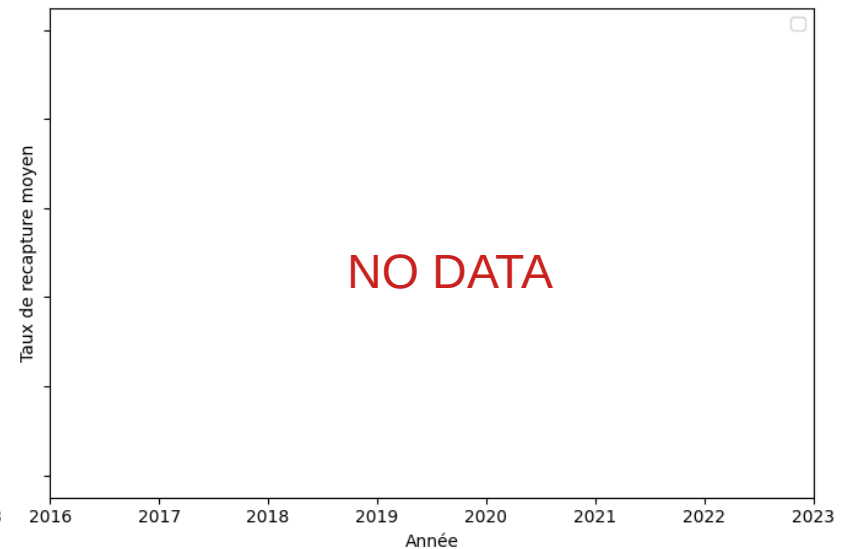
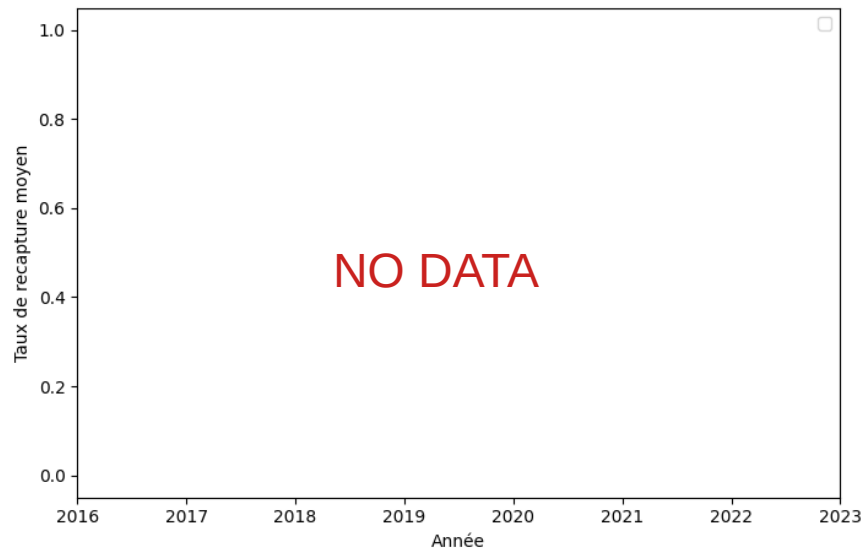
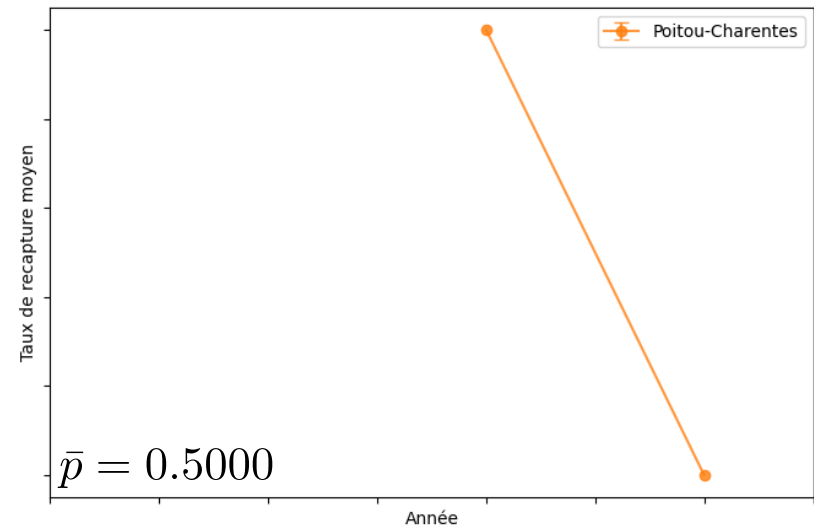
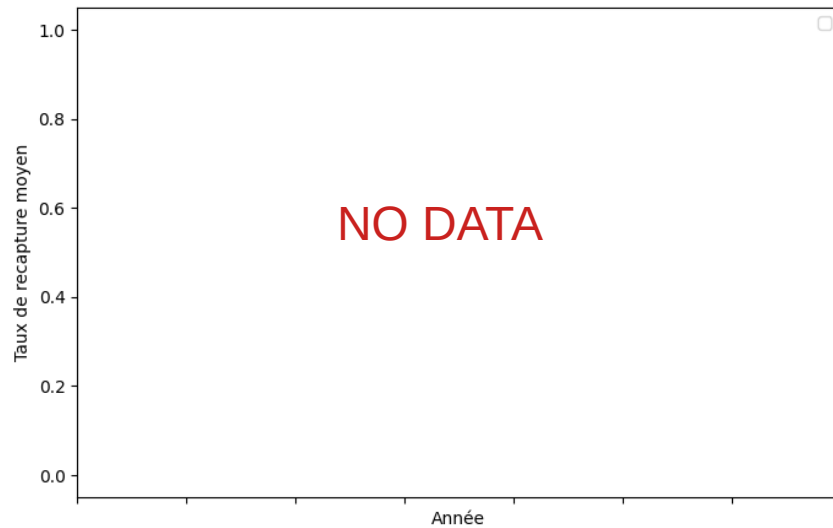
Analyse des mouvements – Rhinolophe euryale (*R. euryale*)



# Résultats et métriques

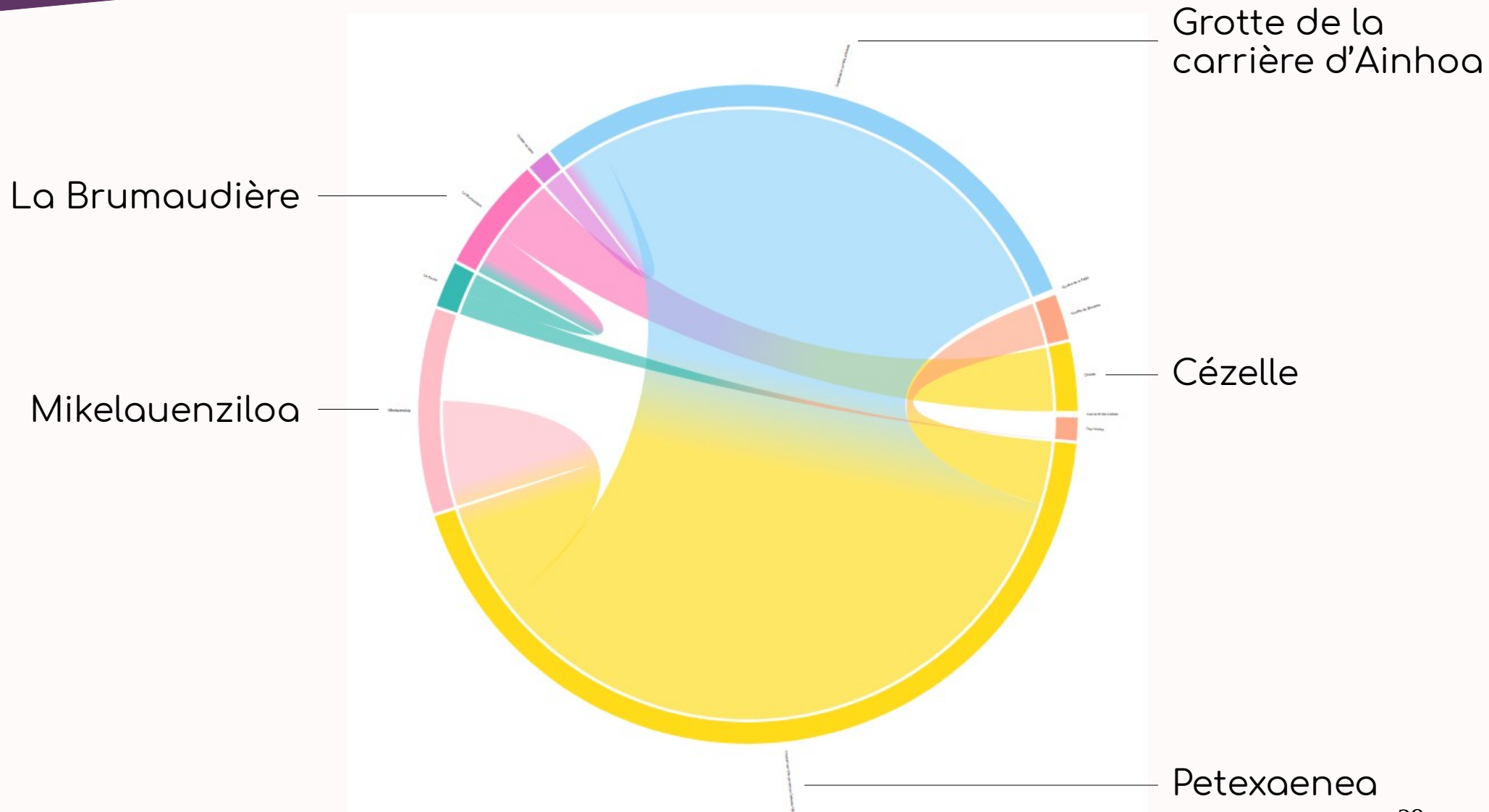
Utilisation des sites - Rhinolophe euryale (*R. euryale*)

Résultats non fiables  
> Manque de recaptures



# Résultats et métriques

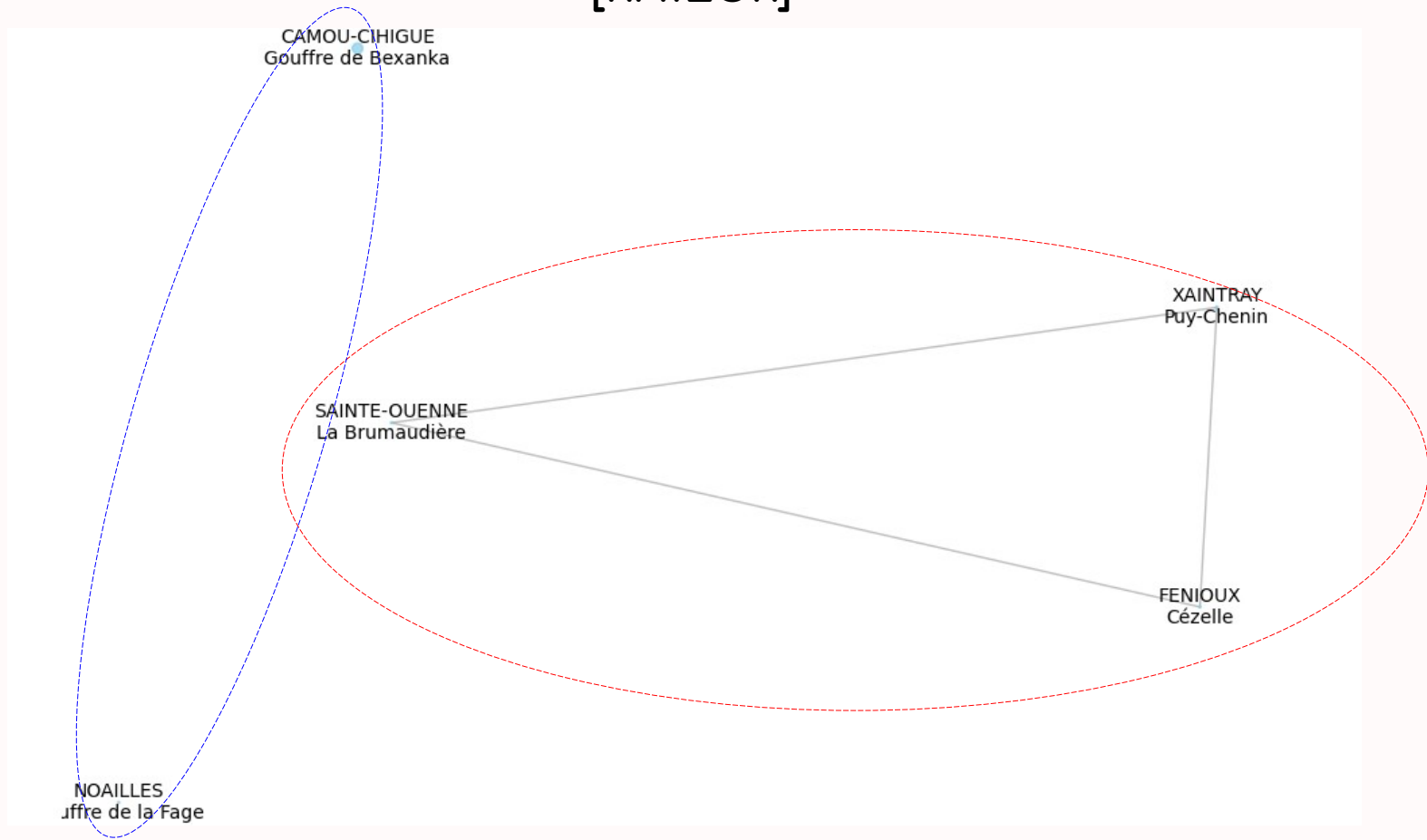
Analyse des mouvements - Rhinolophe euryale (*R. euryale*)



# Résultats et métriques

Analyse des mouvements - RHIEUR

## Modélisation des populations par théorie des graphes [RHIEUR]



# Résultats et métriques

Taux de survie & probabilité de recapture

Juvéniles de RHIFER :

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
$\phi$	0,5982	0,5725	0,6737	0,6240	0,5855	0,5519	0,7564
$\rho$	0,9552	0,8202	0,8161	0,8240	0,9003	0,9233	0,7248

$$\bar{\phi}_{RHIFER} = 0.6232$$

$$\bar{p}_{RHIFER} = 0.8520$$

- ~62 % de chances qu'un individu survive au premier hiver
- ~85 % de recapturer un individu survivant l'année suivante
- AIC = 5735
  - Meilleur score sur les 8 modèles testés
  - $\phi(\sim t)p(\sim t)$



# Conclusion

## Synthèse

- Création d'une application web de visualisation évolutive pour les acteurs du programme
- Données globalement de bonne qualité
- Encore de nombreuses colonies inconnues (ou non suivies)
- Bonne modélisation des RHIFER :
  - Survie des juvéniles de RHIFER (> 60%) assez fiable
  - Déséquilibre entre les ♂ et ♀
- MYOEMA encore avec un taux de recapture faible et hétérogène malgré le nombre d'individus capturés
- Manque de recaptures pour avoir des résultats interprétables pour RHIEUR et MINSCH
- Forte concentration des mouvements en ex-Poitou-Charentes, même provenant d'individus du sud de la France (concentration des antennes)



# Merci de votre attention



Alexandre LANGLAIS  
Data Scientist & IA  
Statistiques  
[alanglais.analytics@gmail.com](mailto:alanglais.analytics@gmail.com)