

CARACTÉRISATION DES DÉPLACEMENTS DE FEMELLES DE CISTUDE D'EUROPE PAR SUIVI GPS DANS UN MARAIS MÉDITERRANÉEN



Olivier SCHER¹, Yakov UZAN¹ et Aurélie COULON²

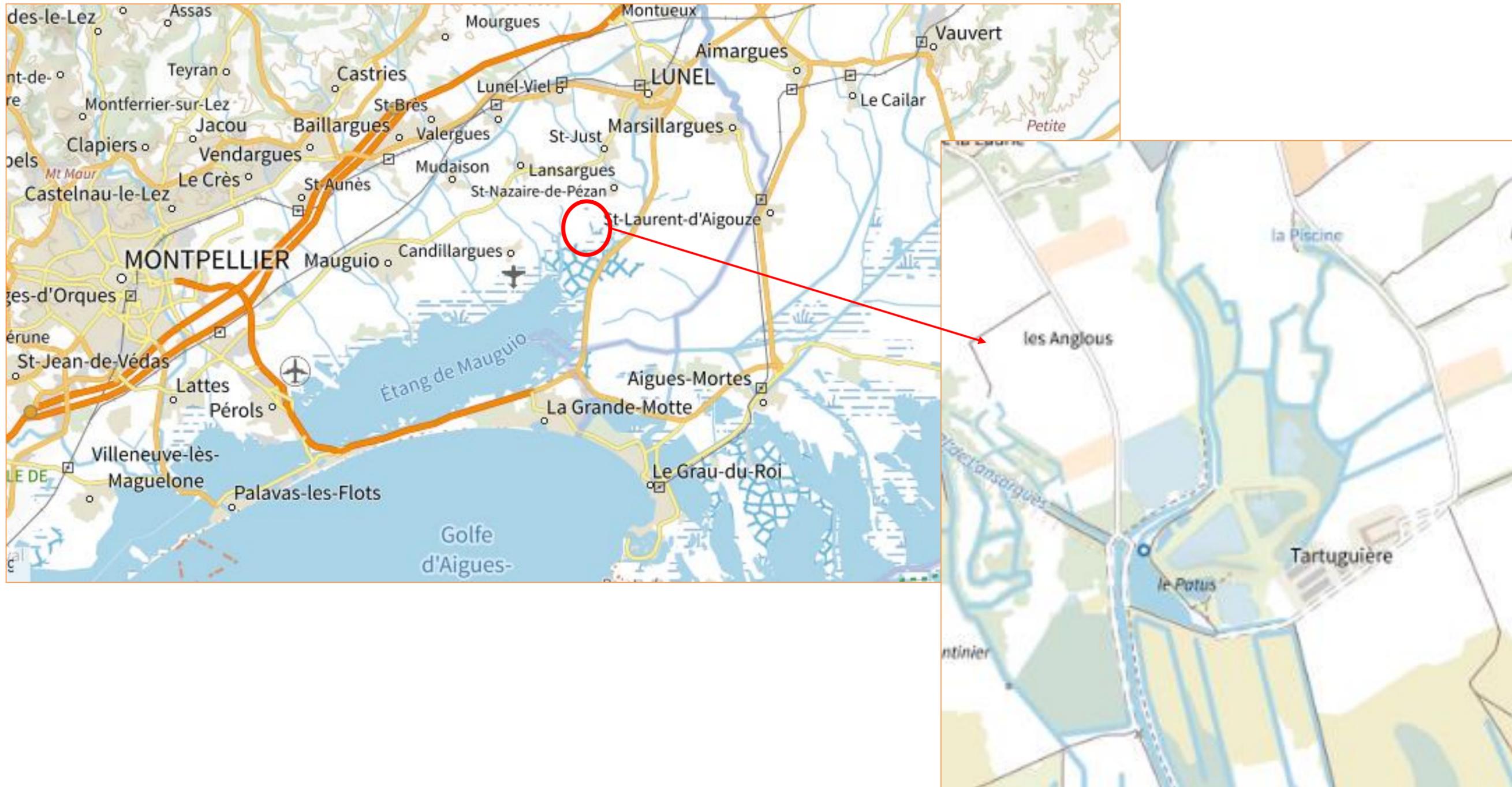
¹CEN Occitanie, ²CEFE-CNRS



Plan National d'Actions
Cistude d'Europe



PRÉSENTATION DU SITE



PRÉSENTATION DU SITE

Une histoire mouvementée :

- Dans les années 60, mas agricole de 80 ha de terres arables et de marais. Site productif jusque dans les années 80,
- Entre 1988 et 1990, près de 150 000 m³ de terre déplacés pour les besoins du tournage du film « les amants du Pont-neuf »,
- En 1991, achat d'une partie du site (15 ha) par le CD34 et la commune de Lansargues,
- 2007 : Plan de gestion du site
- 2013-14 : étude préalable à la restauration du site
- 2022 : lancement des études pour la restauration du site



PRÉSENTATION DU SITE



Vues aériennes comparées entre les années 60 et le début des années 2000 (Source : IGN – Remonter le temps)



TRAVAUX ENVISAGES

Propositions d'aménagement

1. Restauration du barrage anti-sel (hors carto)

Réhabilitation de la zone humide de Tartuguière :

2. maîtrise des flux sur le site
3. apport d'eau douce depuis le Berbian
4. remblaiement partiel ou total de deux étangs
5. connexion hydraulique des mares entre elles
6. enlèvement des déchets (toutes emprises travaux)
7. création d'observatoires pour le public
8. décapage de matériaux impropres
9. préservation du site des pressions agricoles



MIEUX COMPRENDRE L'UTILISATION DU SITE PAR LA CISTUDE

- Une population de Cistude bien présente estimée entre 131 et 202 individus avec un fort biais en faveur des mâles (Astruc & Besnard, 2018),
- Une population « fermée » sur une année et « ouverte » entre années suggérant l'existence de noyaux de populations connectés autour de celle de Tartuguière,
- La nécessité de mesurer l'impact des travaux de restauration sur cette population.



SUIVI TELEMETRIQUE

- Les tortues sont équipées de balises de la marque Ecotone (TURTLE-C GPS-GSM),
- Les balises (41 x 20 x 18 mm – 23 g) sont fixées sur la carapace avec de la colle epoxy,
- Les tortues sont capturées grâce à des nasses appâtées disposées sur le site.

14/10/2022



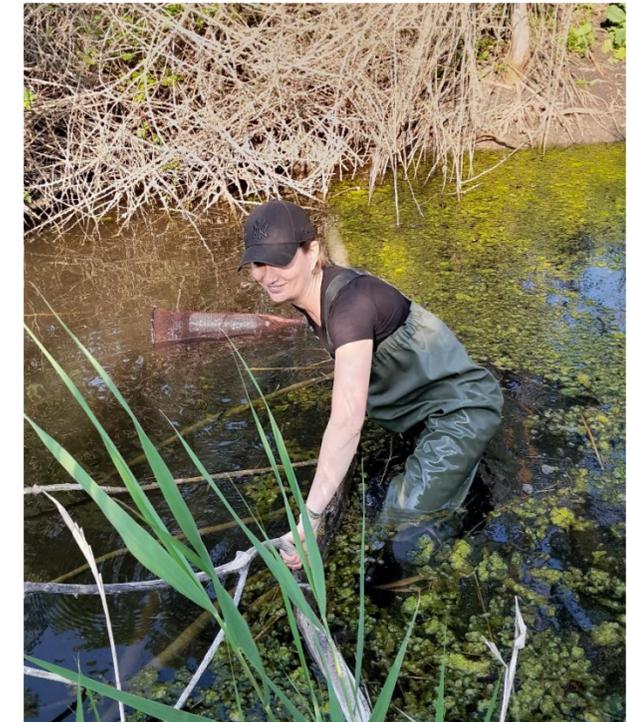
CIS664

21/04/2023



151
458
780

24/05/2023



8
491
613
704
776
800

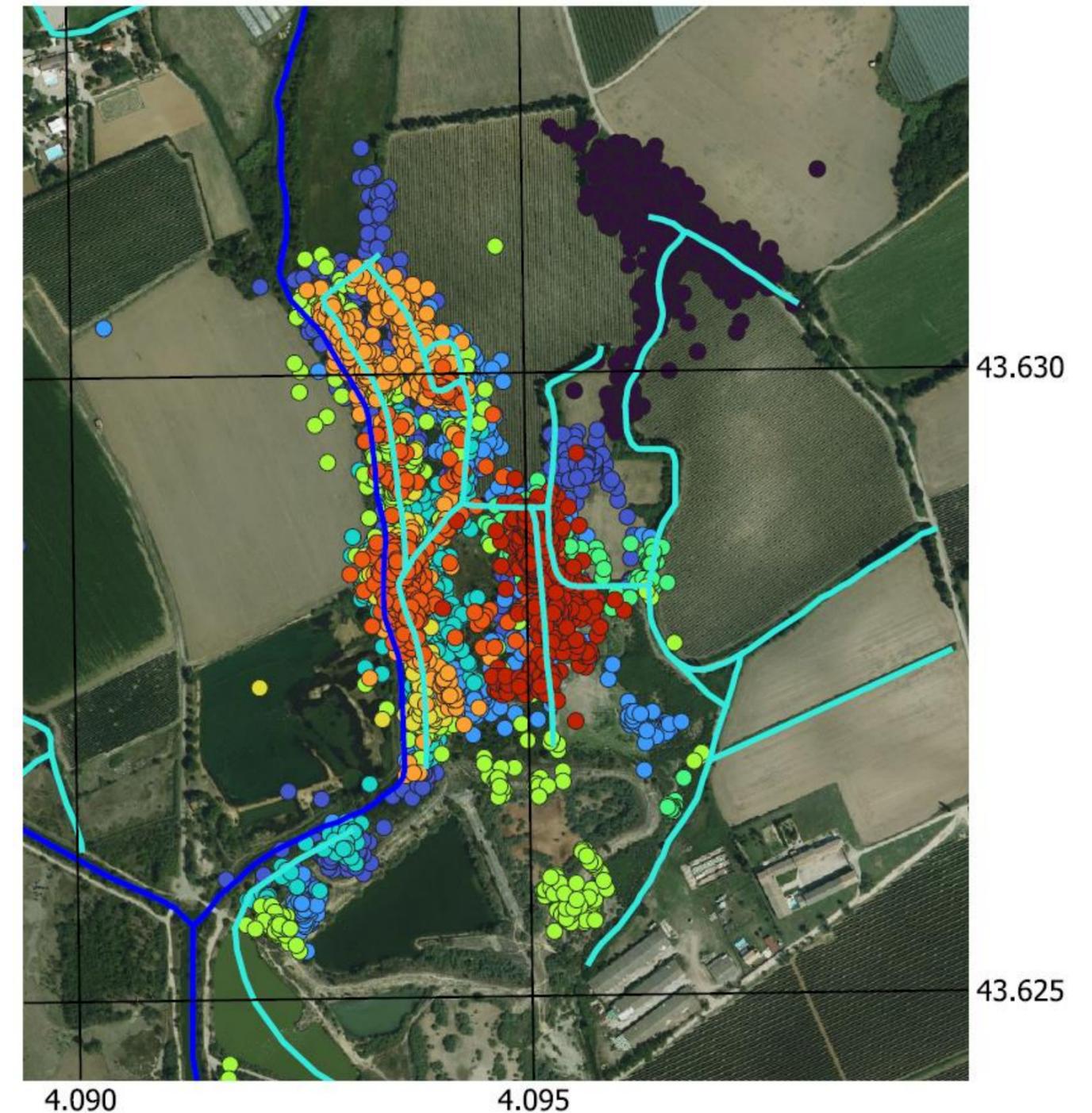


PREMIERS RESULTATS

- 10 femelles équipées (poids moyen $655,7 \text{ g} \pm 104,39\text{g}$),
- Les 10 balises ont émis des positions entre mars et juillet 2023 puis 7 entre août et novembre 2023
- Observation la plus précoce : 13 février 2024, la plus tardive : 20 novembre 2023
- Au total, 13560 localisations ont été récoltées en 2023, avec entre 240 à 2491 localisations par individu



Localisations émises par les balises GPS

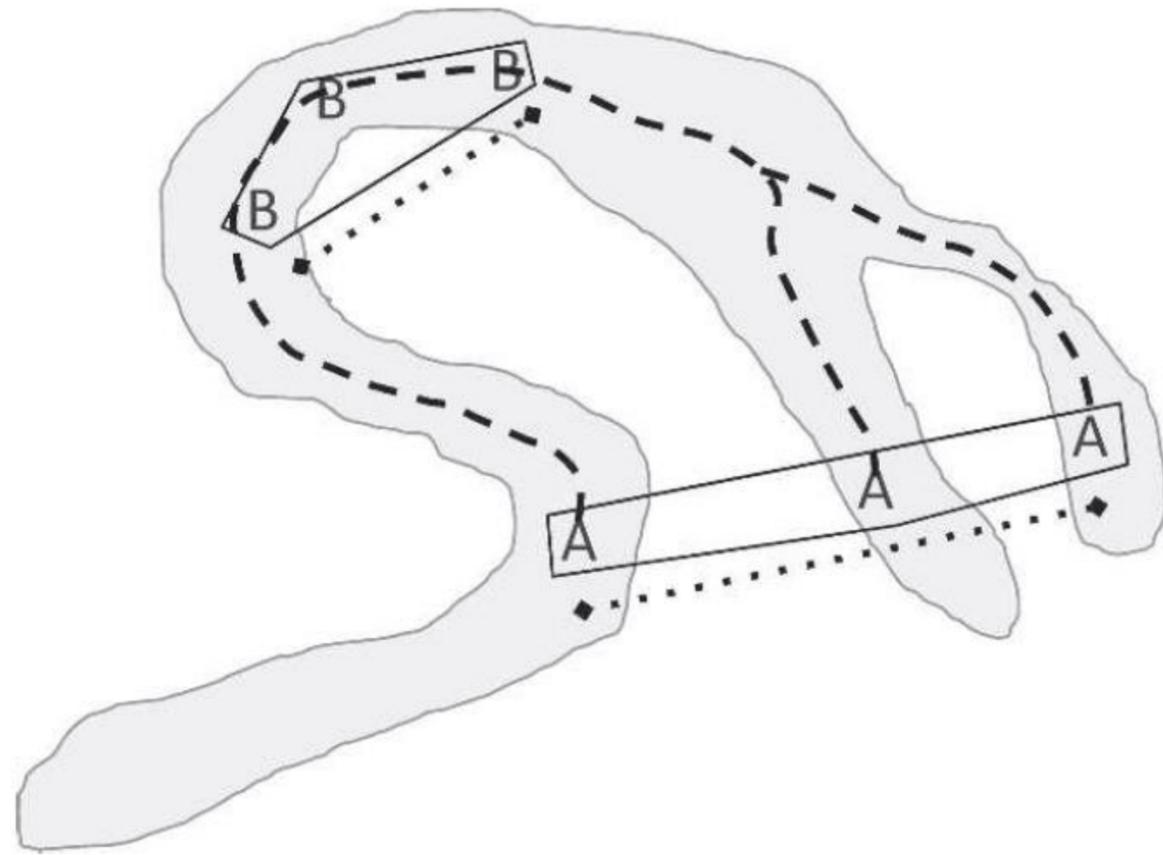


I – DESCRIPTION DE L'UTILISATION DE L'ESPACE

- Taille et localisation des domaines vitaux ?
- Variations saisonnières du domaine vital ?

CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

Minimum Convex Polygon



- Beaucoup de biais potentiels
- Sensible aux outliers

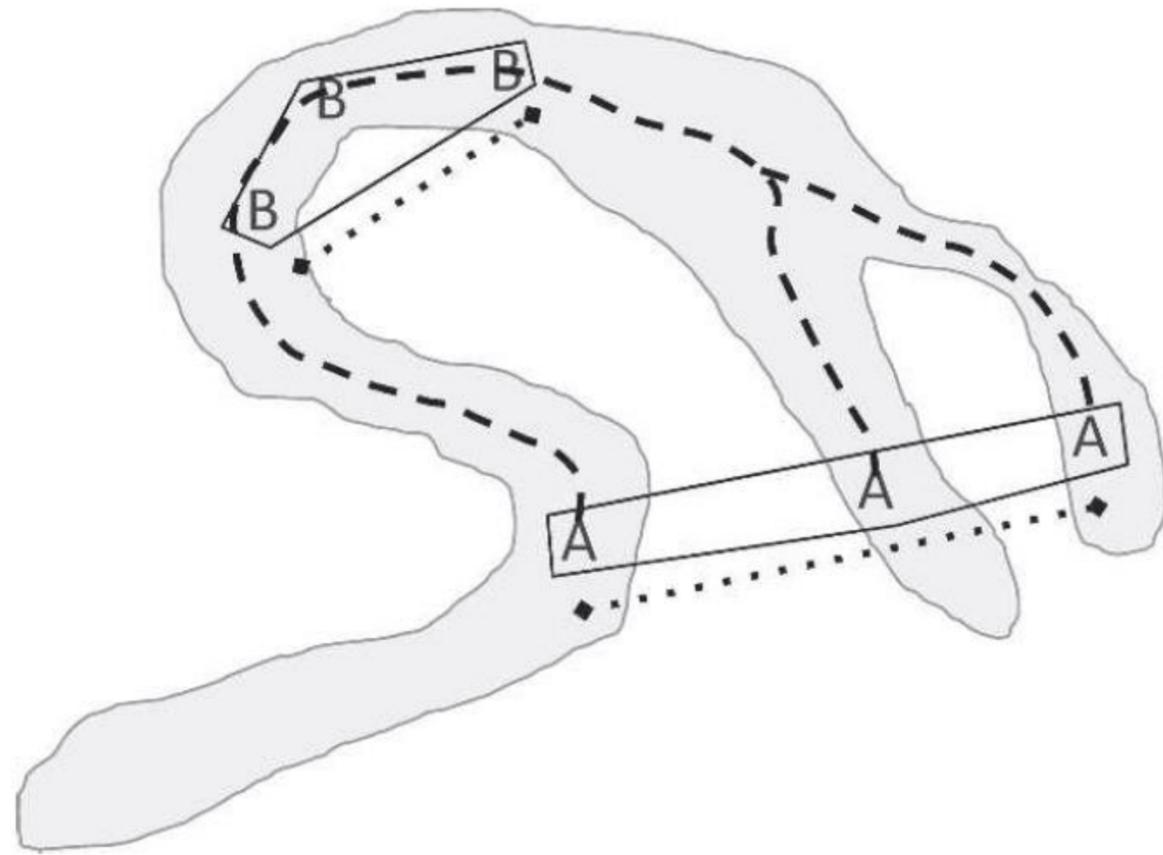
Signer, Johannes, et John R. Fieberg. « A Fresh Look at an Old Concept: Home-Range Estimation in a Tidy World ». *PeerJ* 9 (19 mars 2021): e11031.

Ouellette, Mathieu, et Jeffrey A. Cardille. « The Complex Linear Home Range Estimator: Representing the Home Range of River Turtles Moving in Multiple Channels ». *Chelonian Conservation and Biology* 10, n° 2 (décembre 2011): 259-65.



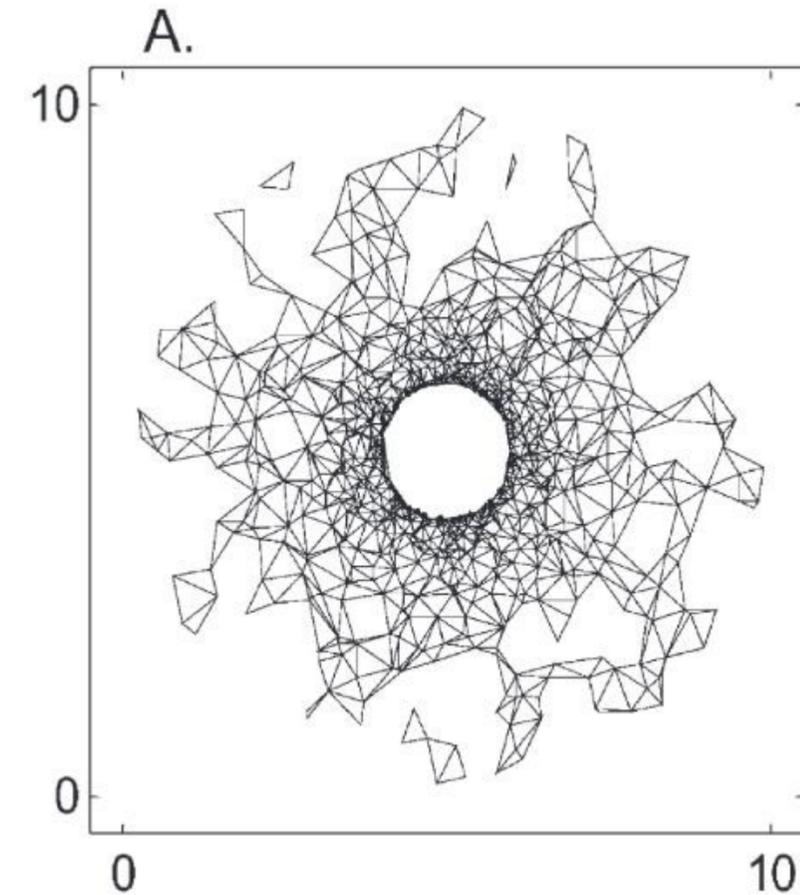
CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

Minimum Convex Polygon



- Beaucoup de biais potentiels
- Sensible aux outliers

Local Convex Hull



- Plus robuste
- Identifie les barrières physiques

Signer, Johannes, et John R. Fieberg. « A Fresh Look at an Old Concept: Home-Range Estimation in a Tidy World ». *PeerJ* 9 (19 mars 2021): e11031.

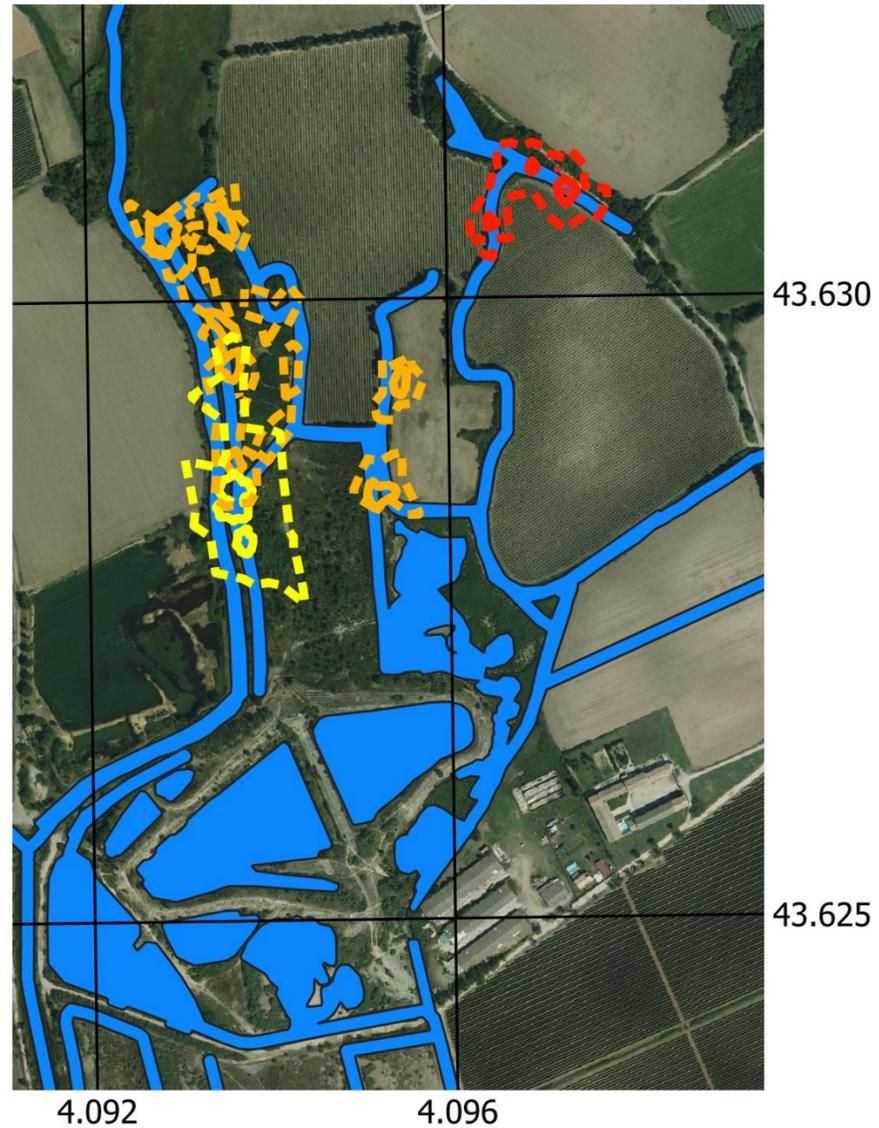
Ouellette, Mathieu, et Jeffrey A. Cardille. « The Complex Linear Home Range Estimator: Representing the Home Range of River Turtles Moving in Multiple Channels ». *Chelonian Conservation and Biology* 10, n° 2 (décembre 2011): 259-65.

Getz, Wayne M., et Christopher C. Wilmers. « A Local Nearest-neighbor Convex-hull Construction of Home Ranges and Utilization Distributions ». *Ecography* 27, n° 4 (août 2004): 489-505.

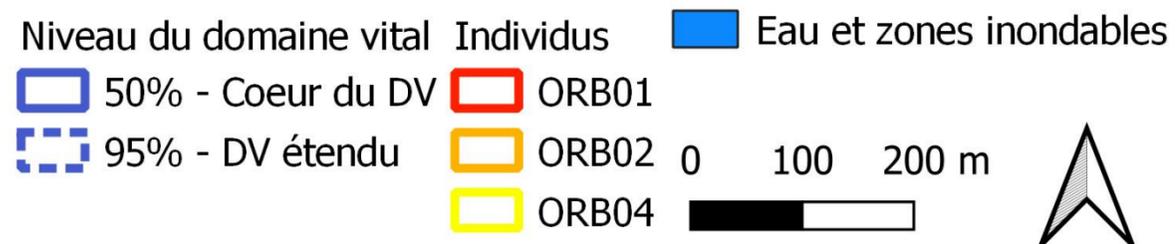


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

Avril et mai – Période de reproduction précoce

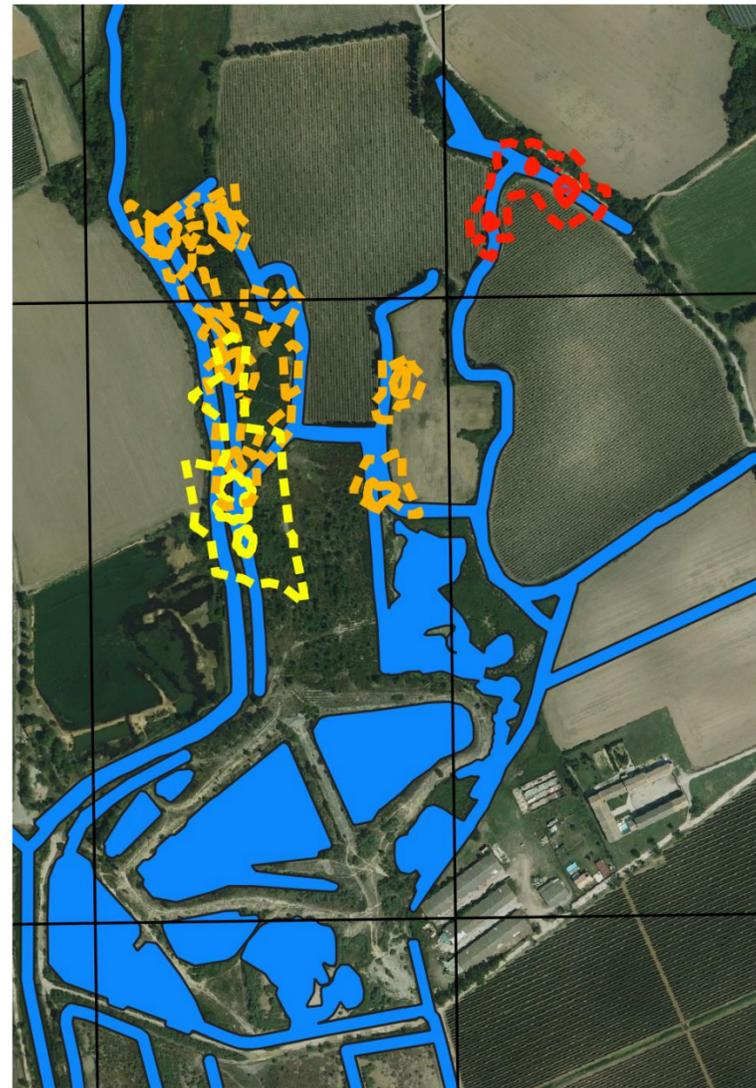


Légende

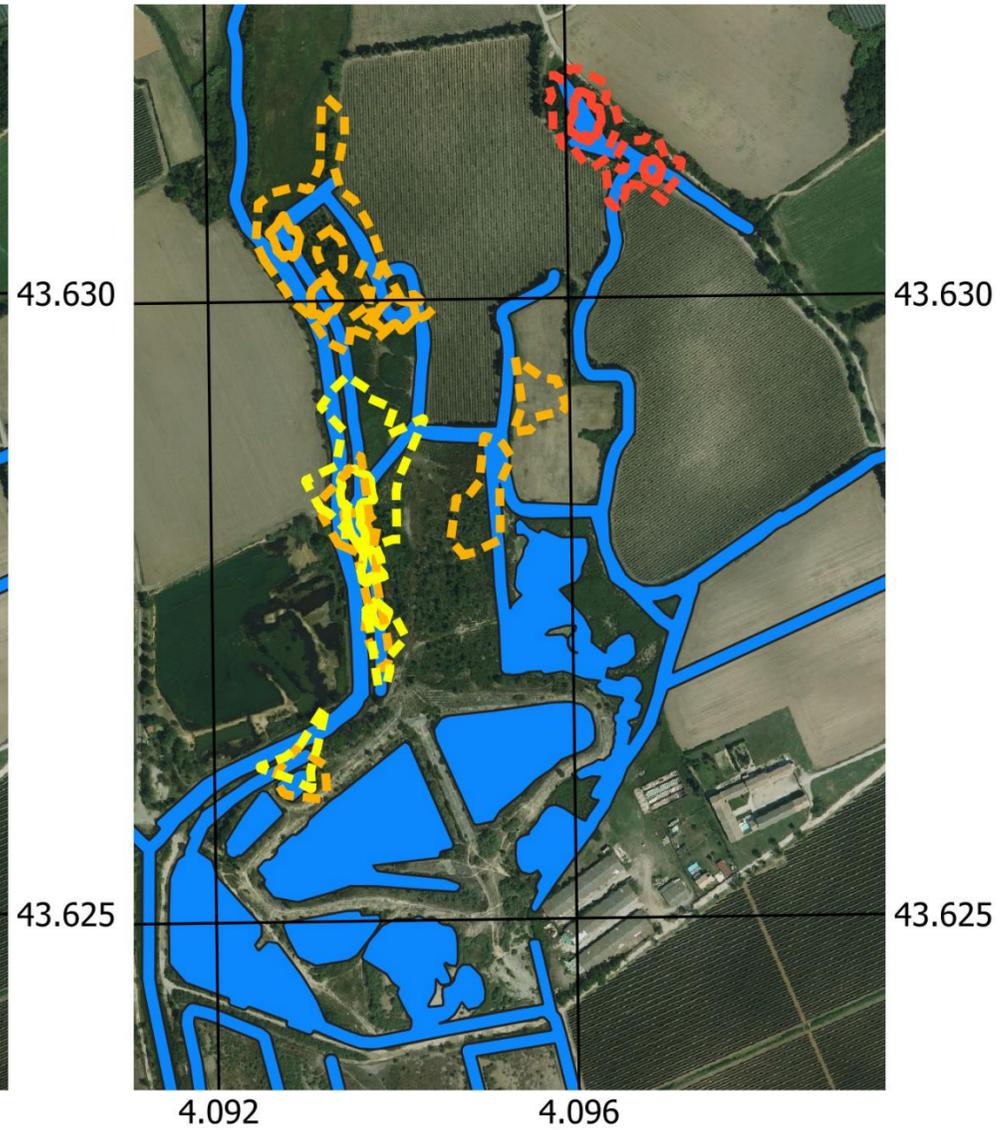


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

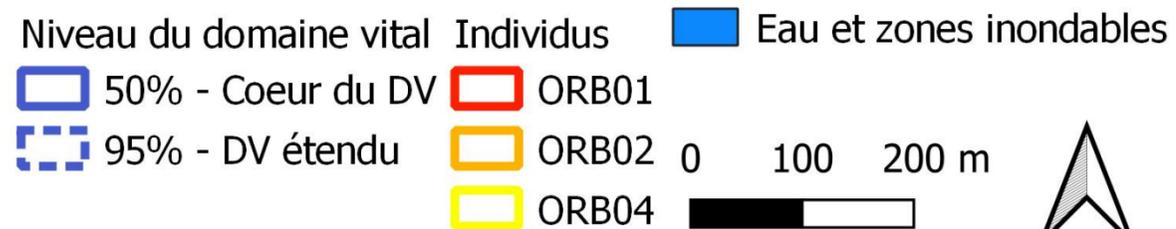
Avril et mai – Période de reproduction précoce



Juin et juillet – Période de reproduction tardive

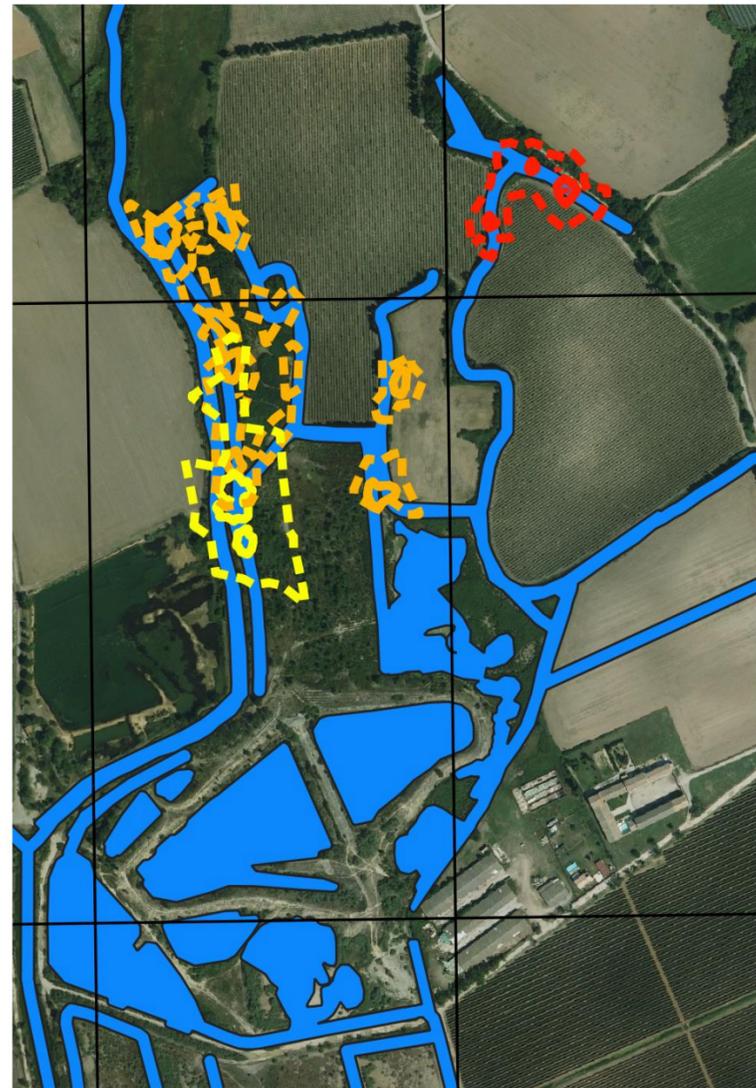


Légende

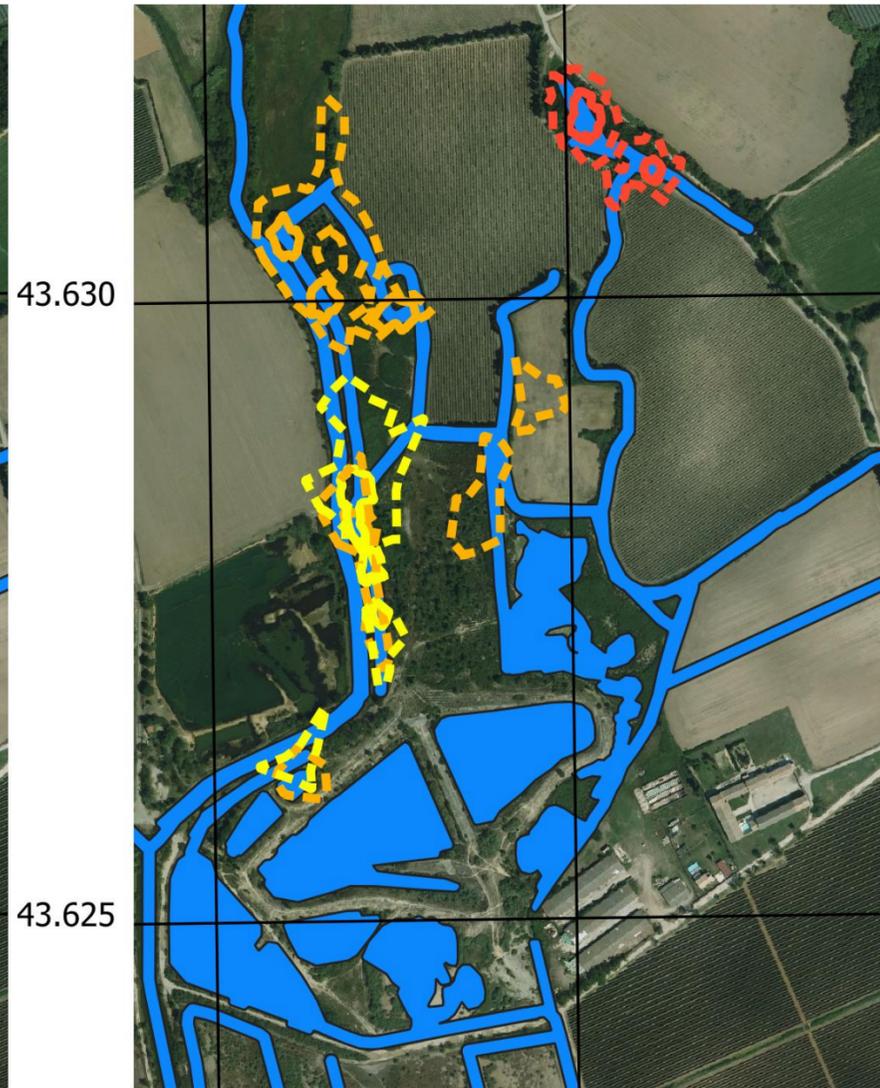


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

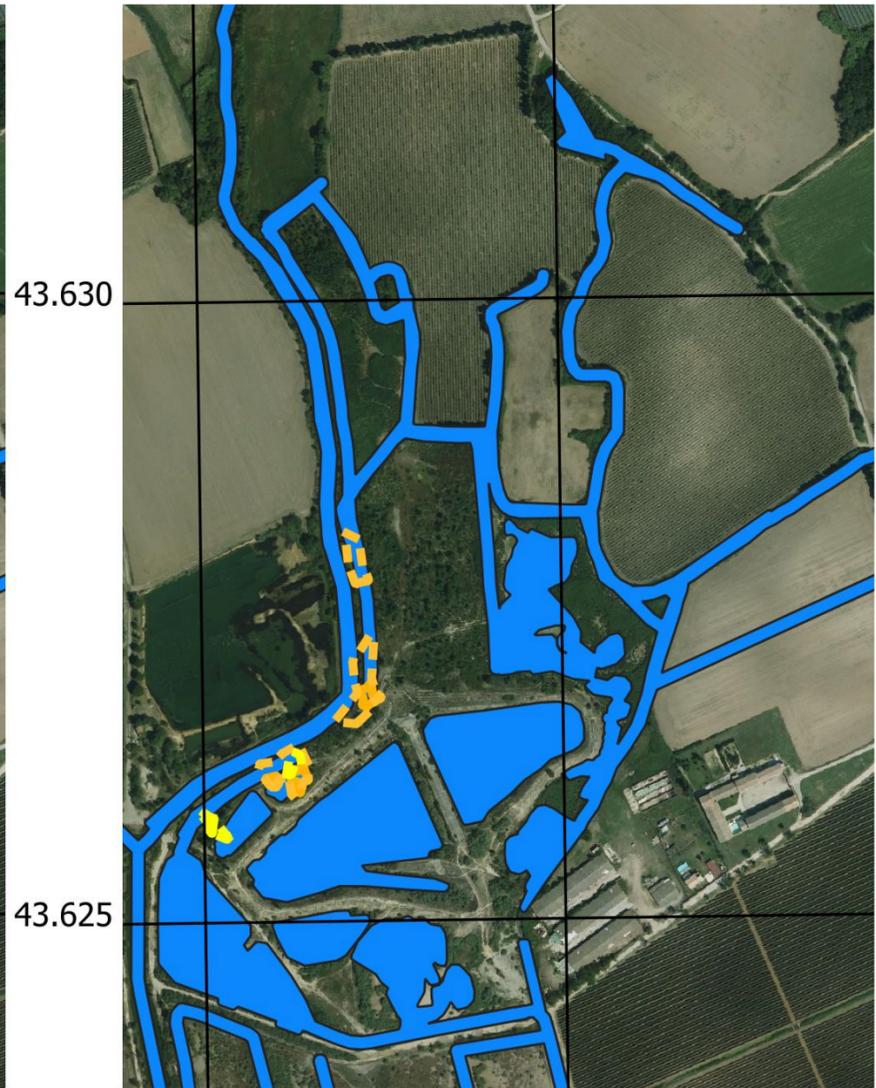
Avril et mai – Période de reproduction précoce



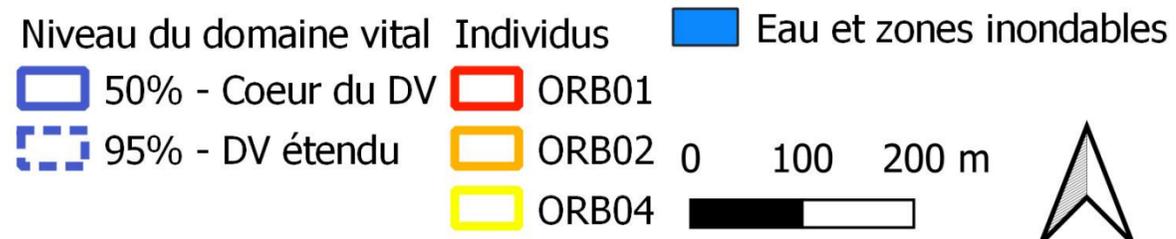
Juin et juillet – Période de reproduction tardive



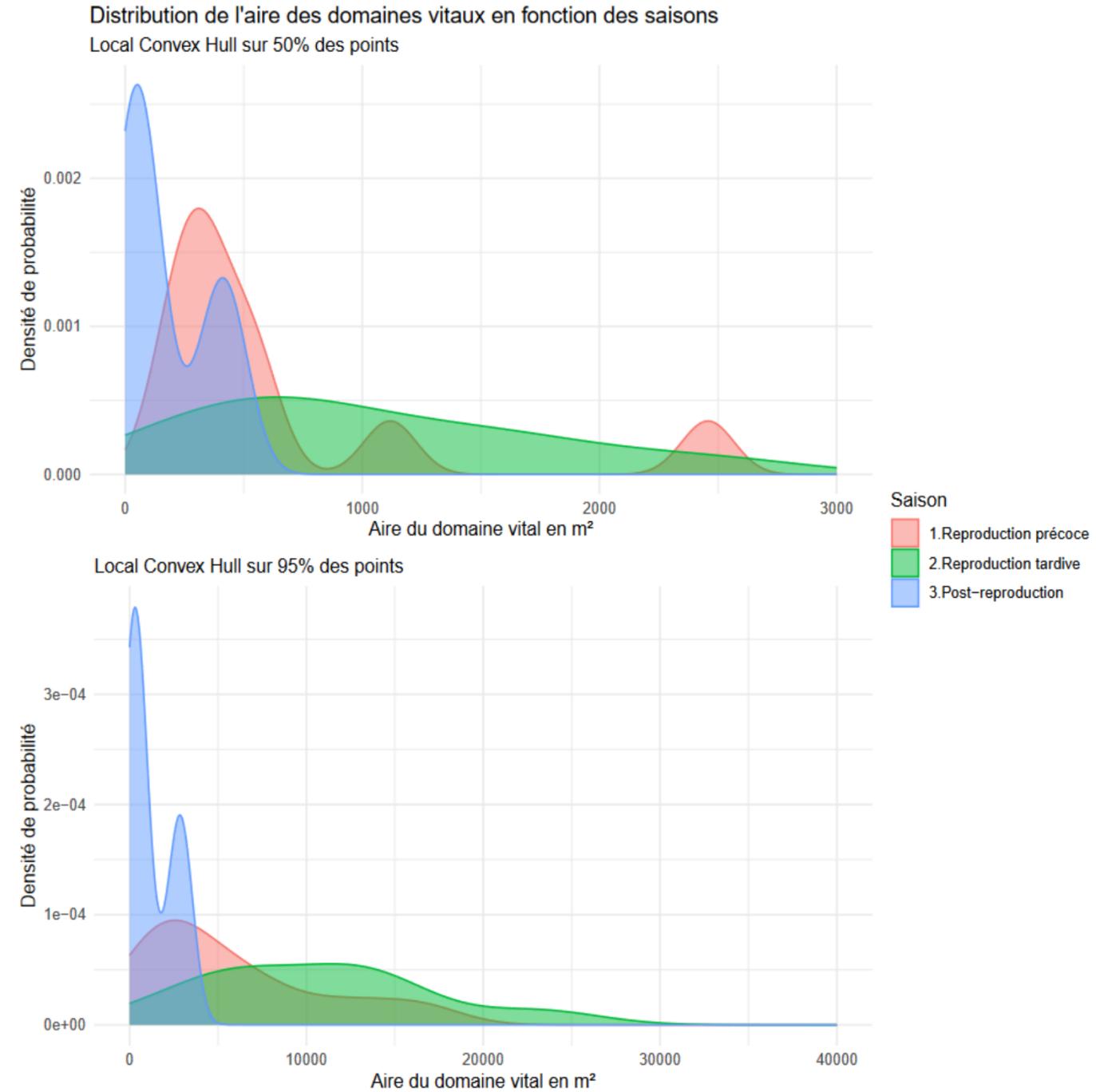
Août et septembre – Période de post reproduction



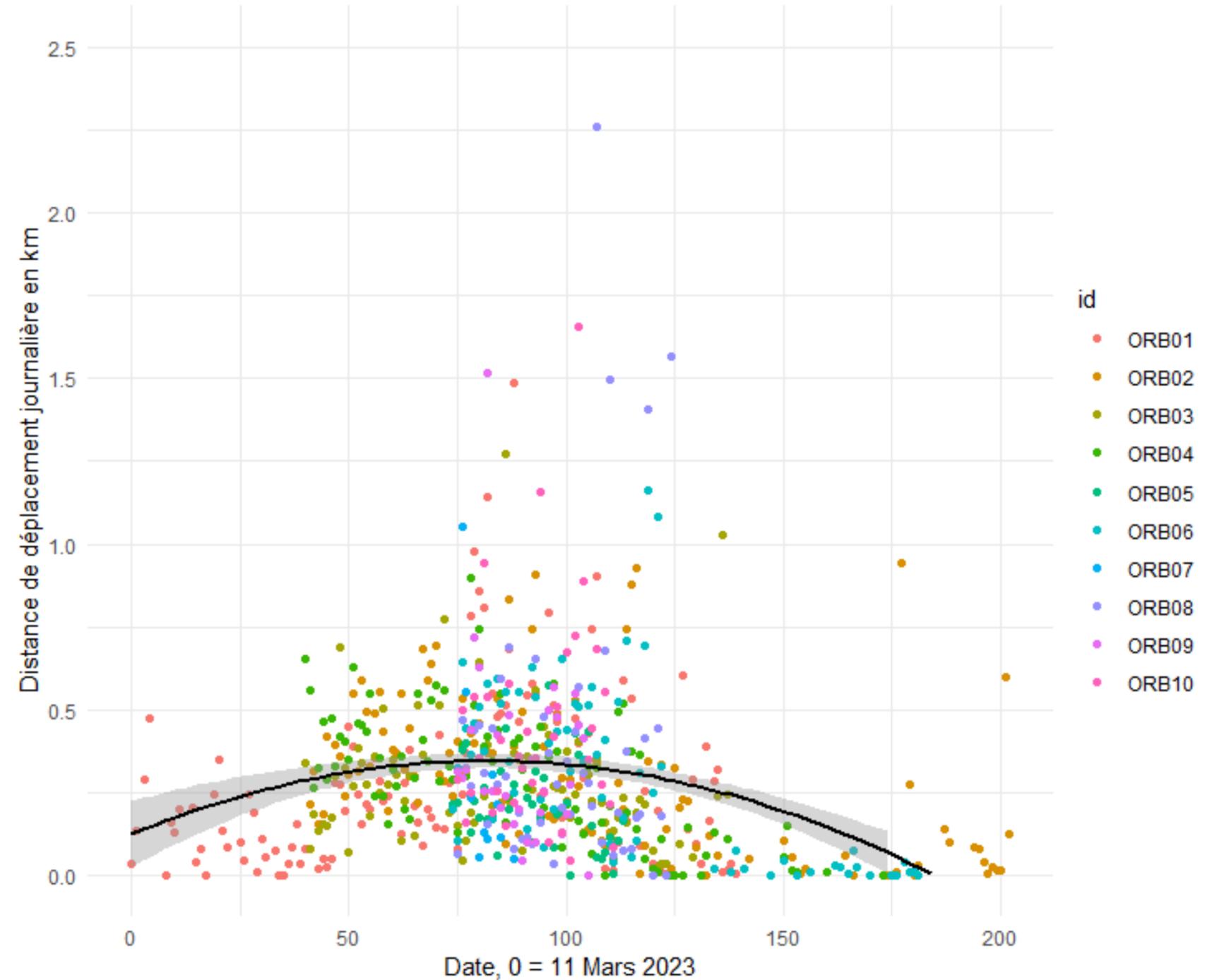
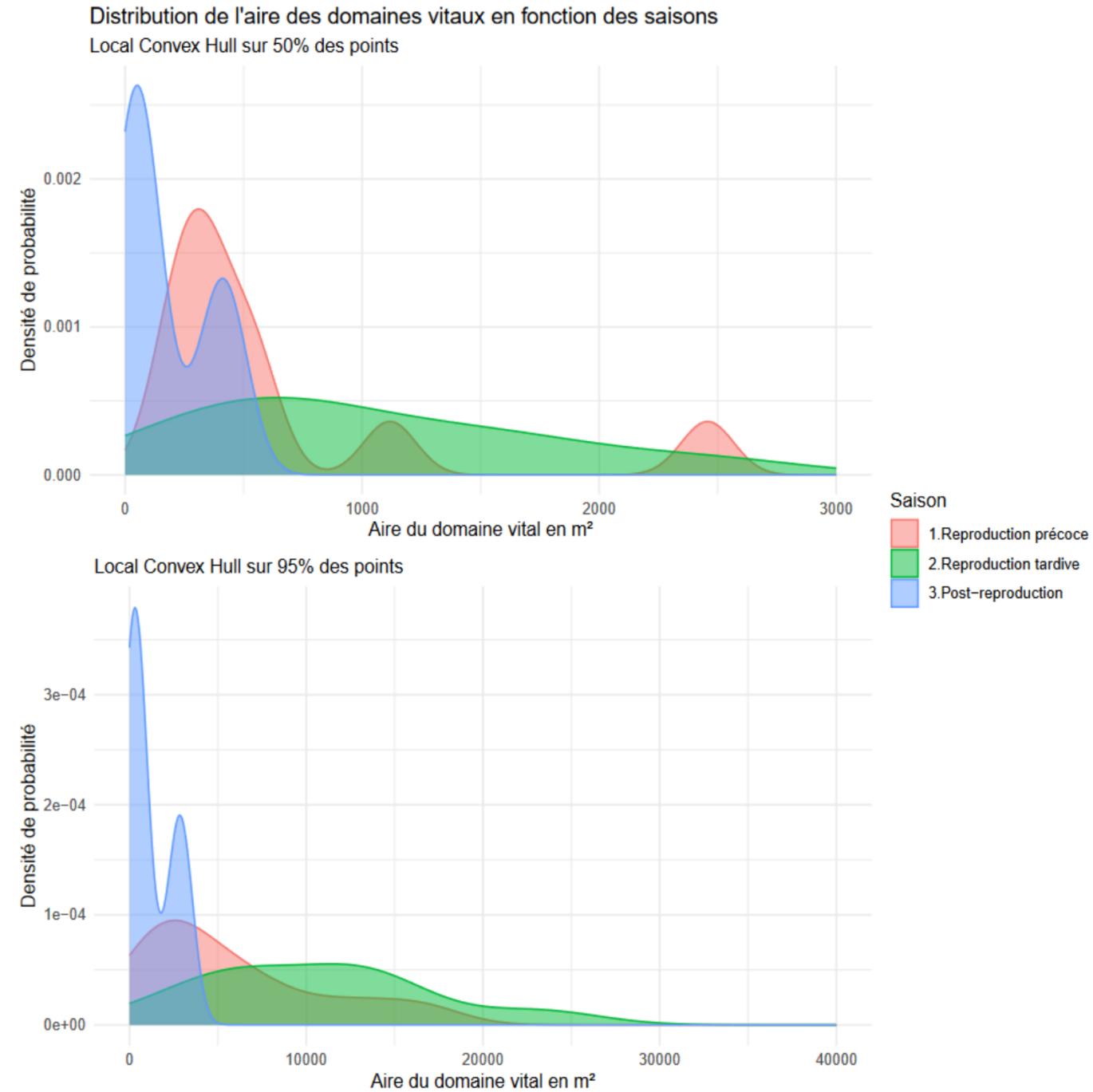
Légende



CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

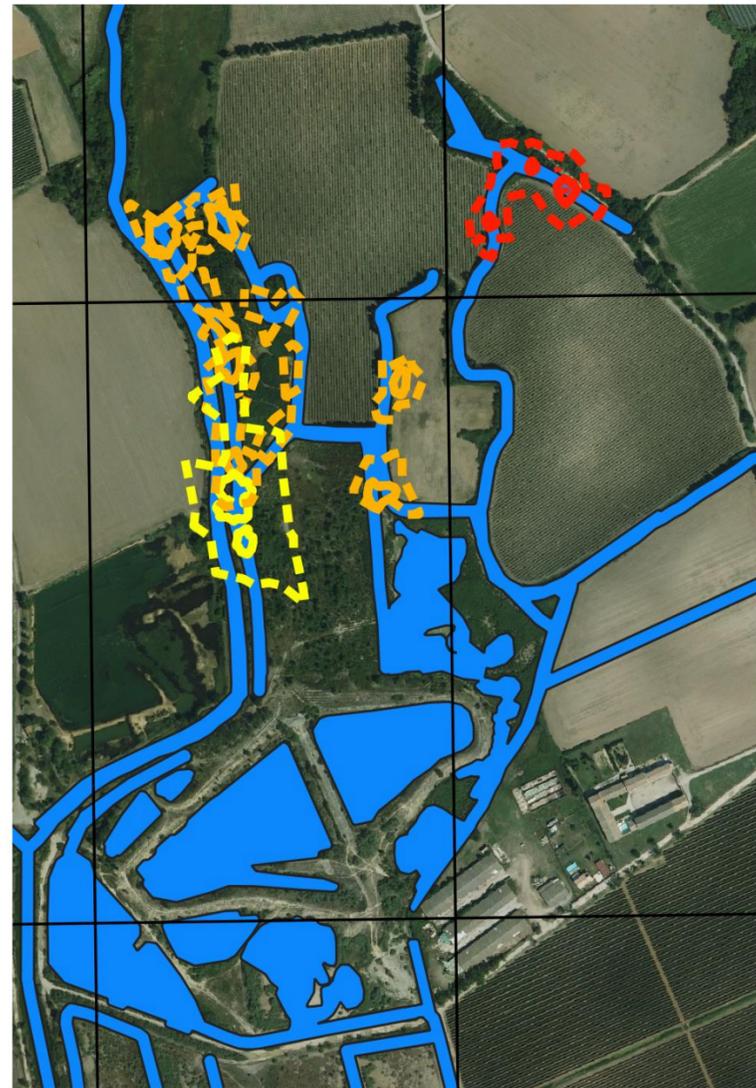


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

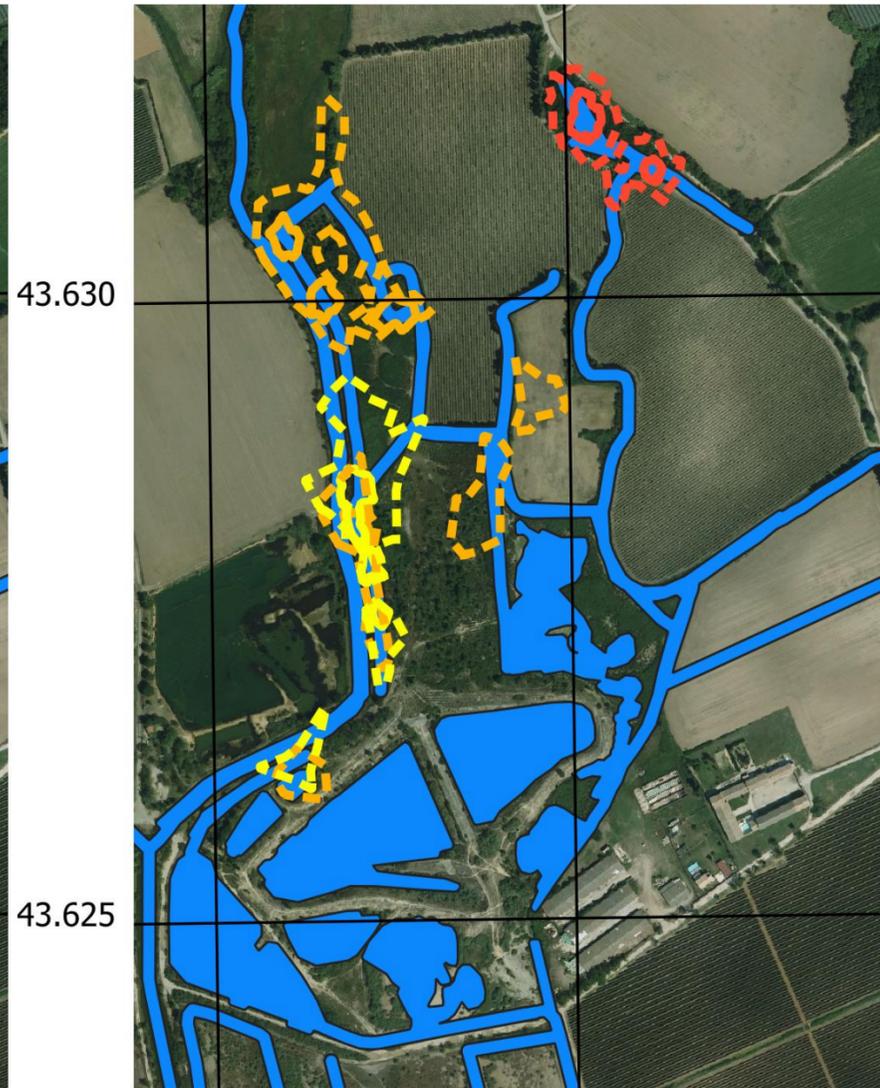


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE GEOMETRIQUE

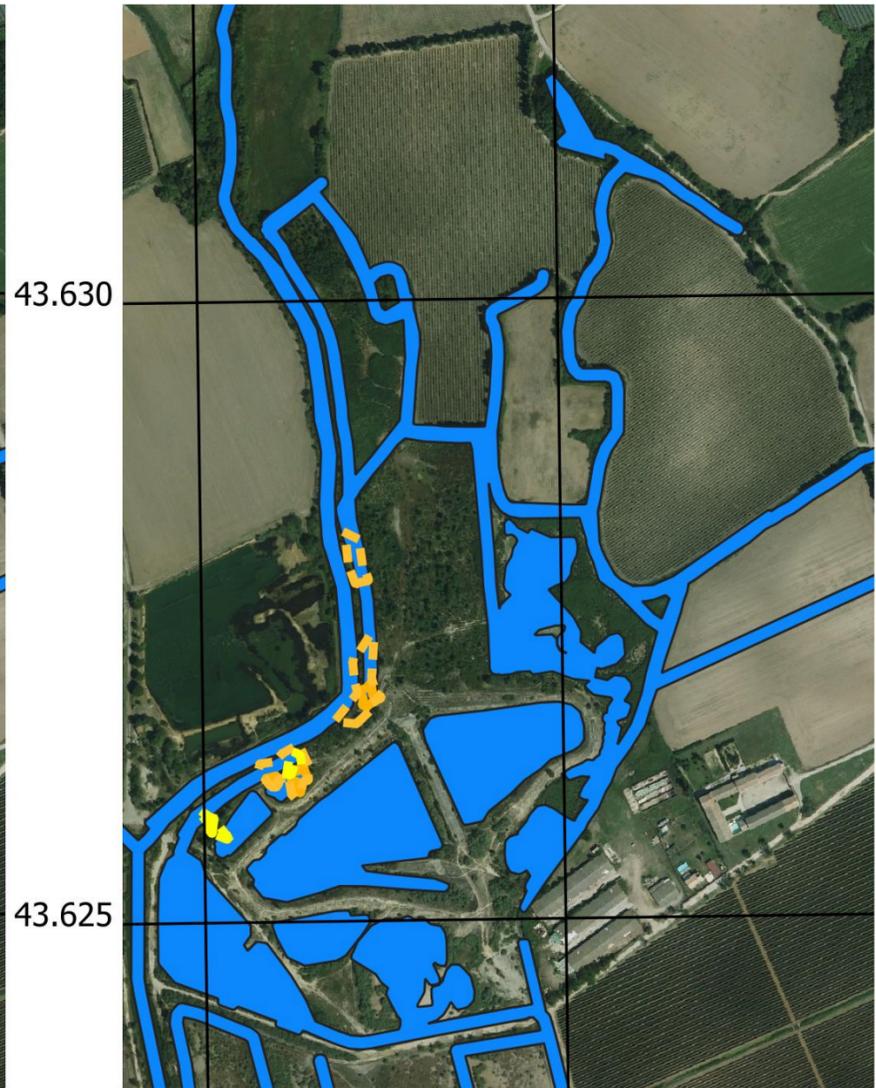
Avril et mai – Période de reproduction précoce



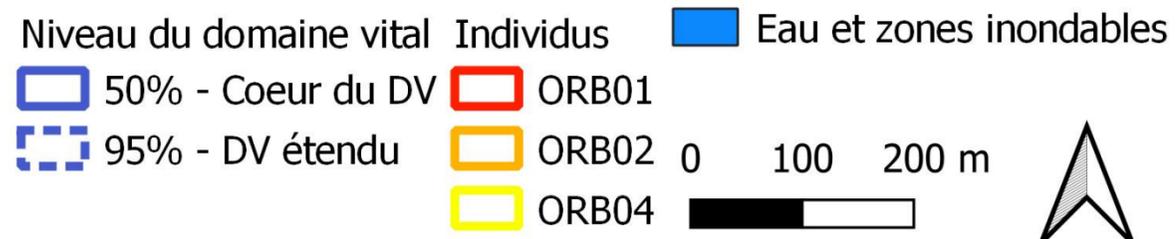
Juin et juillet – Période de reproduction tardive



Août et septembre – Période de post reproduction

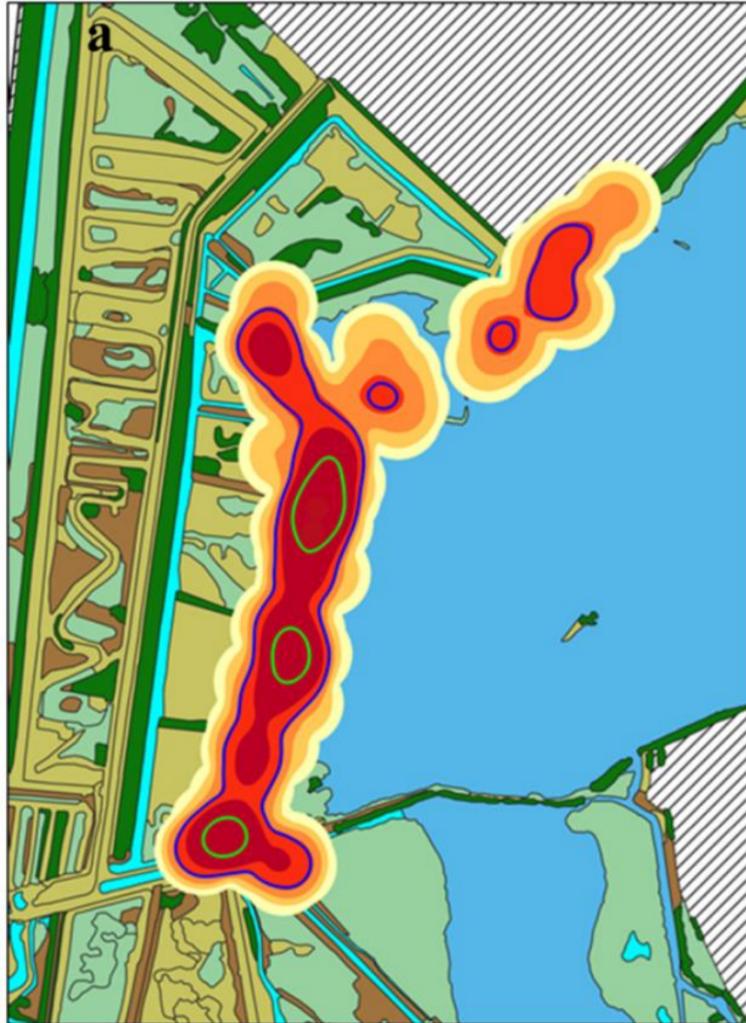


Légende



CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE STATISTIQUE

Kernels de densité



→ Nécessite des localisations indépendantes

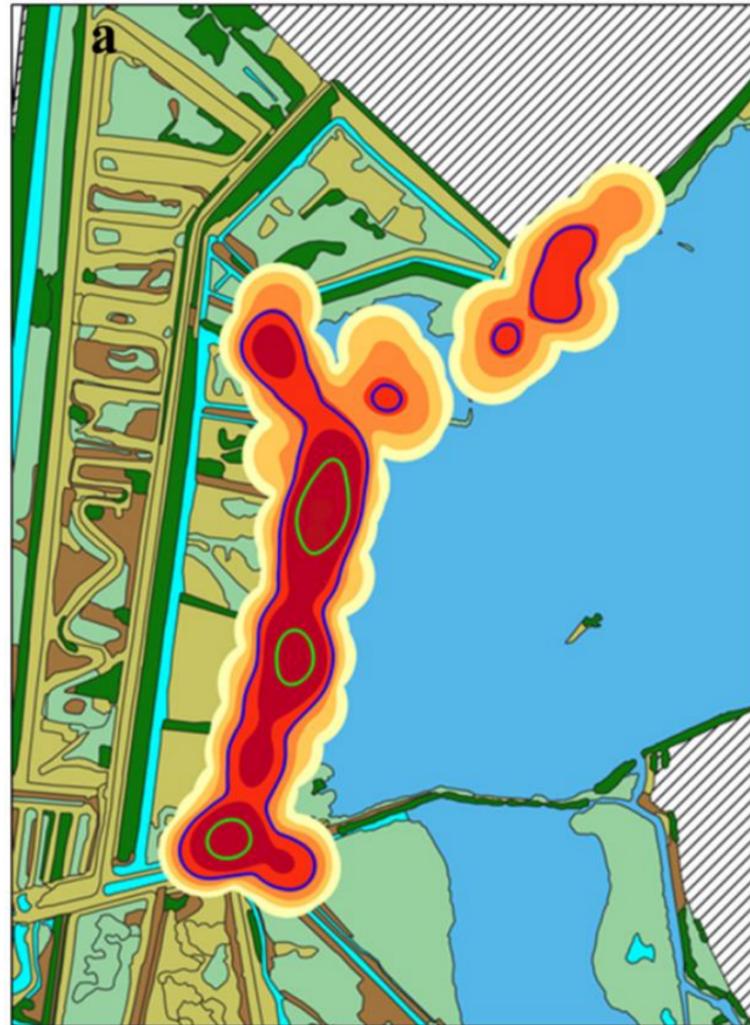
Signer, Johannes, et John R. Fieberg. « A Fresh Look at an Old Concept: Home-Range Estimation in a Tidy World ». *PeerJ* 9 (19 mars 2021): e11031.

Liuzzo, Mirko, Stefano Borella, Dario Ottonello, Vincenzo Arizza, et Stefano Malavasi. « Comparing activity and space patterns of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758) in a Venice Lagoon wetland area: implications for conservation planning and management ». *Amphibia-Reptilia* 44, n° 2 (10 février 2023): 153-66.



CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE STATISTIQUE

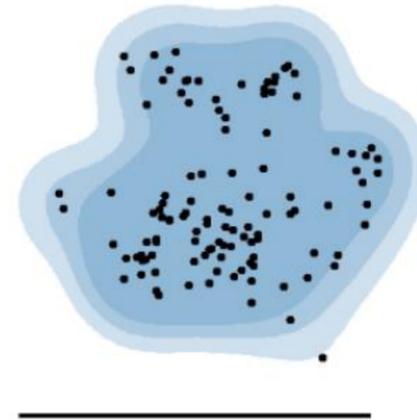
Kernels de densité



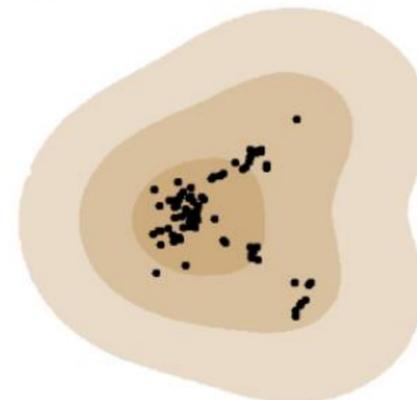
→ Nécessite des localisations indépendantes

Kernels autocorrélés

F04



F08



→ Meilleurs estimés...

→ ... Mais prémisses pas toujours respectées

Signer, Johannes, et John R. Fieberg. « A Fresh Look at an Old Concept: Home-Range Estimation in a Tidy World ». *PeerJ* 9 (19 mars 2021): e11031.

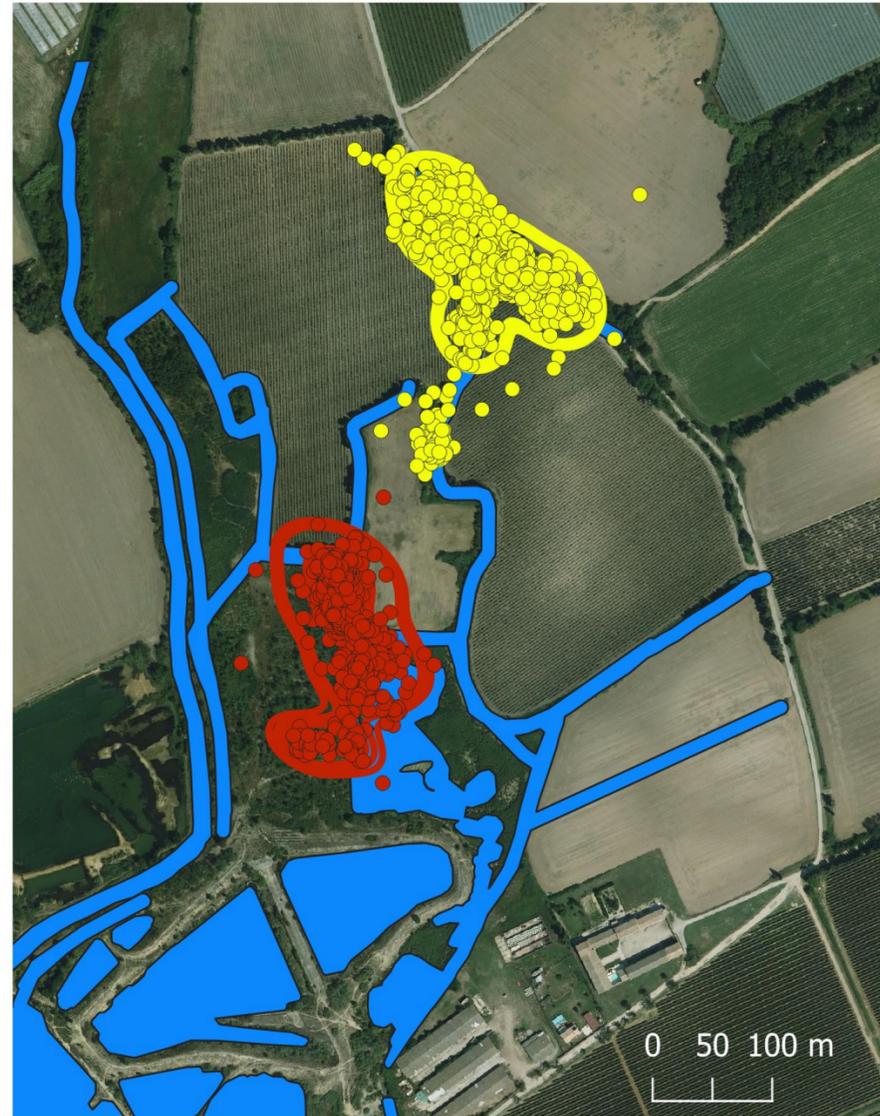
Liuzzo, Mirko, Stefano Borella, Dario Ottonello, Vincenzo Arizza, et Stefano Malavasi. « Comparing activity and space patterns of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758) in a Venice Lagoon wetland area: implications for conservation planning and management ». *Amphibia-Reptilia* 44, n° 2 (10 février 2023): 153-66.

Montano, Ysabella. « A stable home: Autocorrelated Kernel Density Estimated home ranges of the critically endangered Elongated tortoise ». *The Herpetological Journal* 32, n° 3 (1 juillet 2022): 120-29.



CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE STATISTIQUE

Prémises respectées



Légende

- Individus
- ORB01
 - ORB10
- Eau et zones inondables
- 

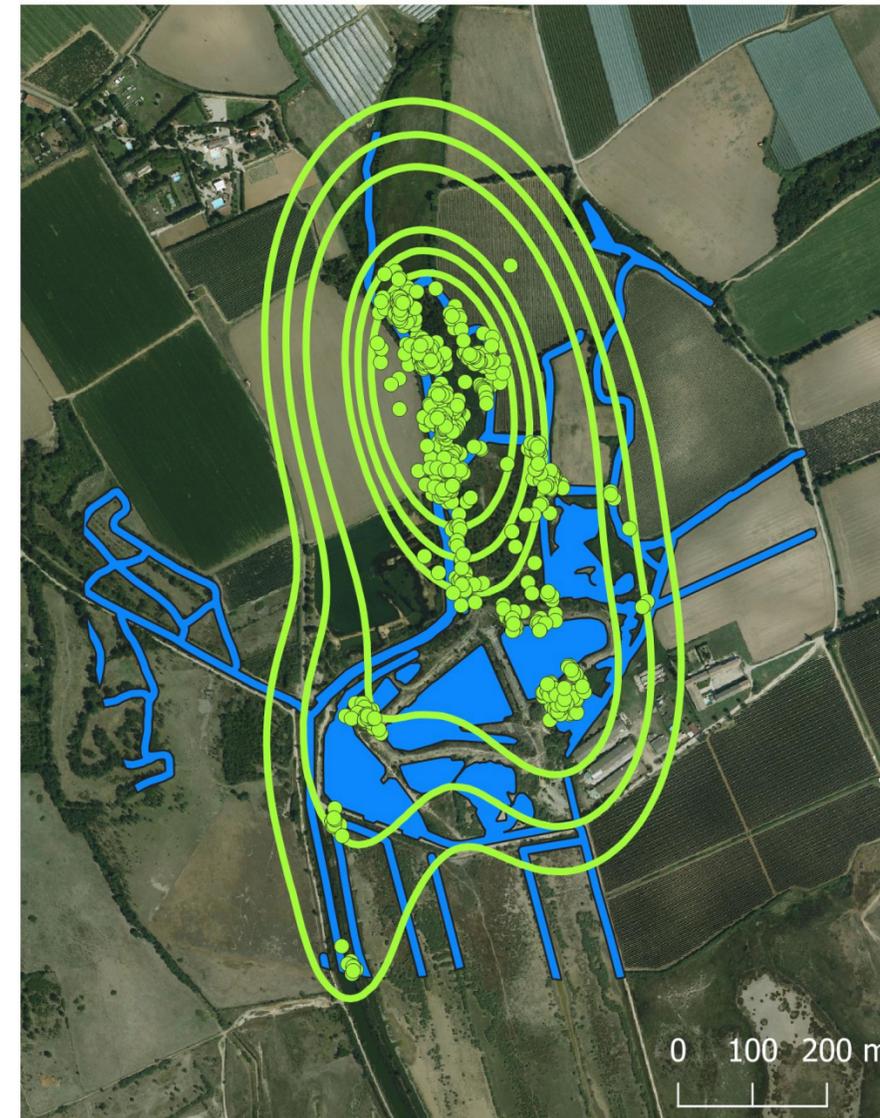


CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE STATISTIQUE

Prémises respectées



Prémises non respectées



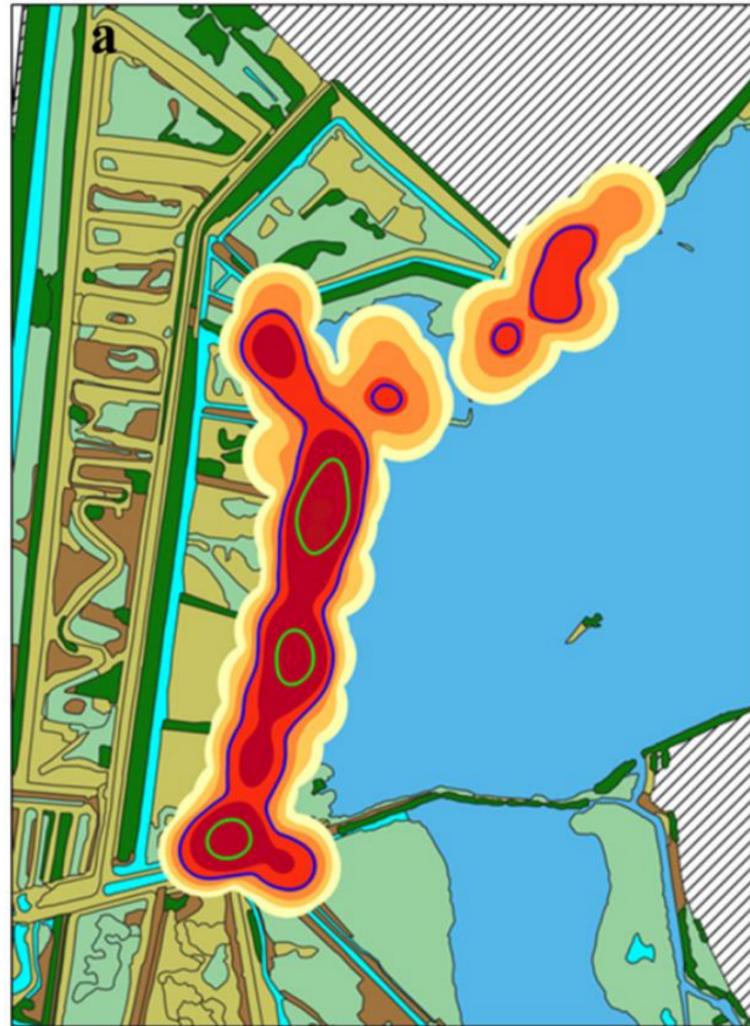
Légende

- Individus
- ORB01
 - ORB06
 - ORB10
- Eau et zones inondables
- 



CALCUL DES DOMAINES VITAUX – METHODE STATISTIQUE

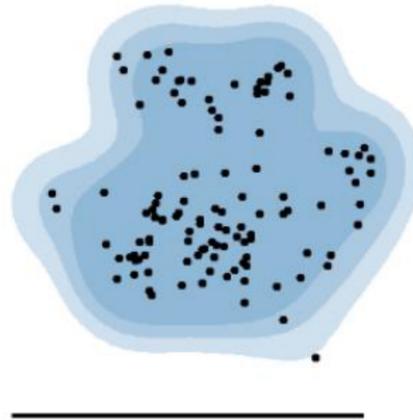
Kernels de densité



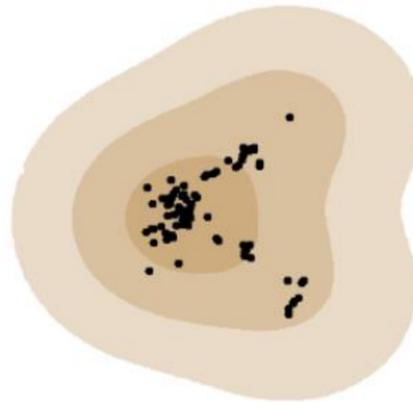
→ Nécessite des localisations indépendantes

Kernels autocorrélés

F04



F08



→ Meilleurs estimés...

→ ... Mais prémisses pas toujours respectées

Kernels de mouvement ?

Analyses sur tracé complet ?

Signer, Johannes, et John R. Fieberg. « A Fresh Look at an Old Concept: Home-Range Estimation in a Tidy World ». *PeerJ* 9 (19 mars 2021): e11031.

Liuzzo, Mirko, Stefano Borella, Dario Ottonello, Vincenzo Arizza, et Stefano Malavasi. « Comparing activity and space patterns of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758) in a Venice Lagoon wetland area: implications for conservation planning and management ». *Amphibia-Reptilia* 44, n° 2 (10 février 2023): 153-66.

Montano, Ysabella. « A stable home: Autocorrelated Kernel Density Estimated home ranges of the critically endangered Elongated tortoise ». *The Herpetological Journal* 32, n° 3 (1 juillet 2022): 120-29.

Benhamou, Simon. « Dynamic Approach to Space and Habitat Use Based on Biased Random Bridges ». Édité par Frederick R. Adler. *PLoS ONE* 6, n° 1 (26 janvier 2011): e14592.



II – CARACTERISATION DE L'ACTIVITE DES CISTUDES

- Quels comportements sont observés ?
- Où sont localisés les sites de ponte ?

DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES

Ponte:

- Mai, Juin ou Juillet
- Entre 18h et 1h
- Forte activité (accélérométrie)
- Hors des cours d'eau et plans d'eau

Kummer, Stefan, Egon Heiss, Katharina Singer, Patrick Lemell, et Nikolay Natchev. « Feeding behaviour and feeding motorics in subadult European pond turtles (*Emys orbicularis*) ». *Acta Zoologica Bulgarica* 10 (janvier 2018): 77-84.

Marchand, Théo, Anne-Sophie Le Gal, et Jean-Yves Georges. « Fine Scale Behaviour and Time-Budget in the Cryptic Ectotherm European Pond Turtle *Emys Orbicularis* ». Édité par Ulrich Joger. *PLOS ONE* 16, n° 10 (15 octobre 2021): e0256549



DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES

Ponte:

- Mai, Juin ou Juillet
- Entre 18h et 1h
- Forte activité (accélérométrie)
- Hors des cours d'eau et plans d'eau

Repos:

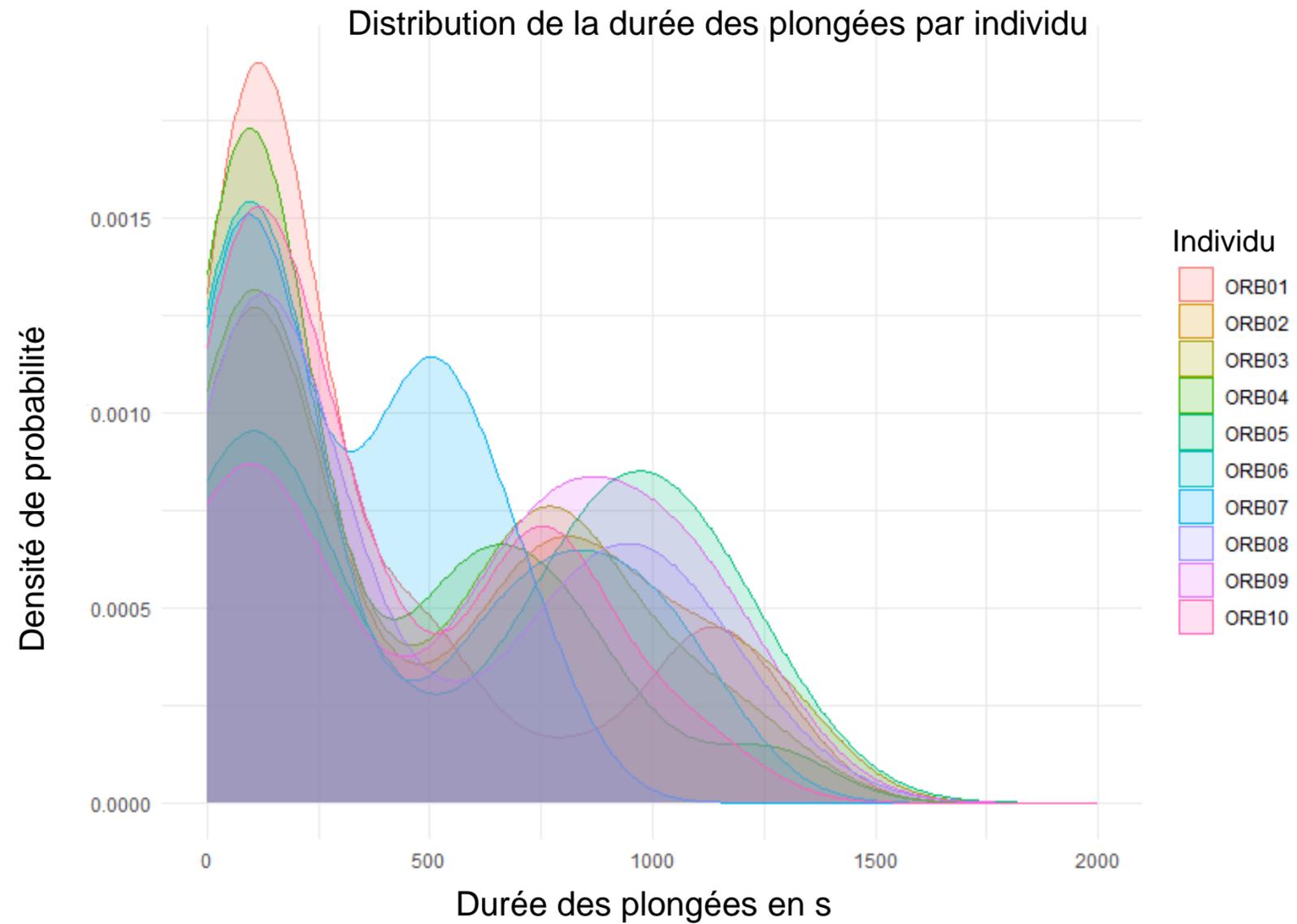
- Aucune activité (accélérométrie xyz = 0)

Kummer, Stefan, Egon Heiss, Katharina Singer, Patrick Lemell, et Nikolay Natchev. « Feeding behaviour and feeding motorics in subadult European pond turtles (*Emys orbicularis*) ». *Acta Zoologica Bulgarica* 10 (janvier 2018): 77-84.

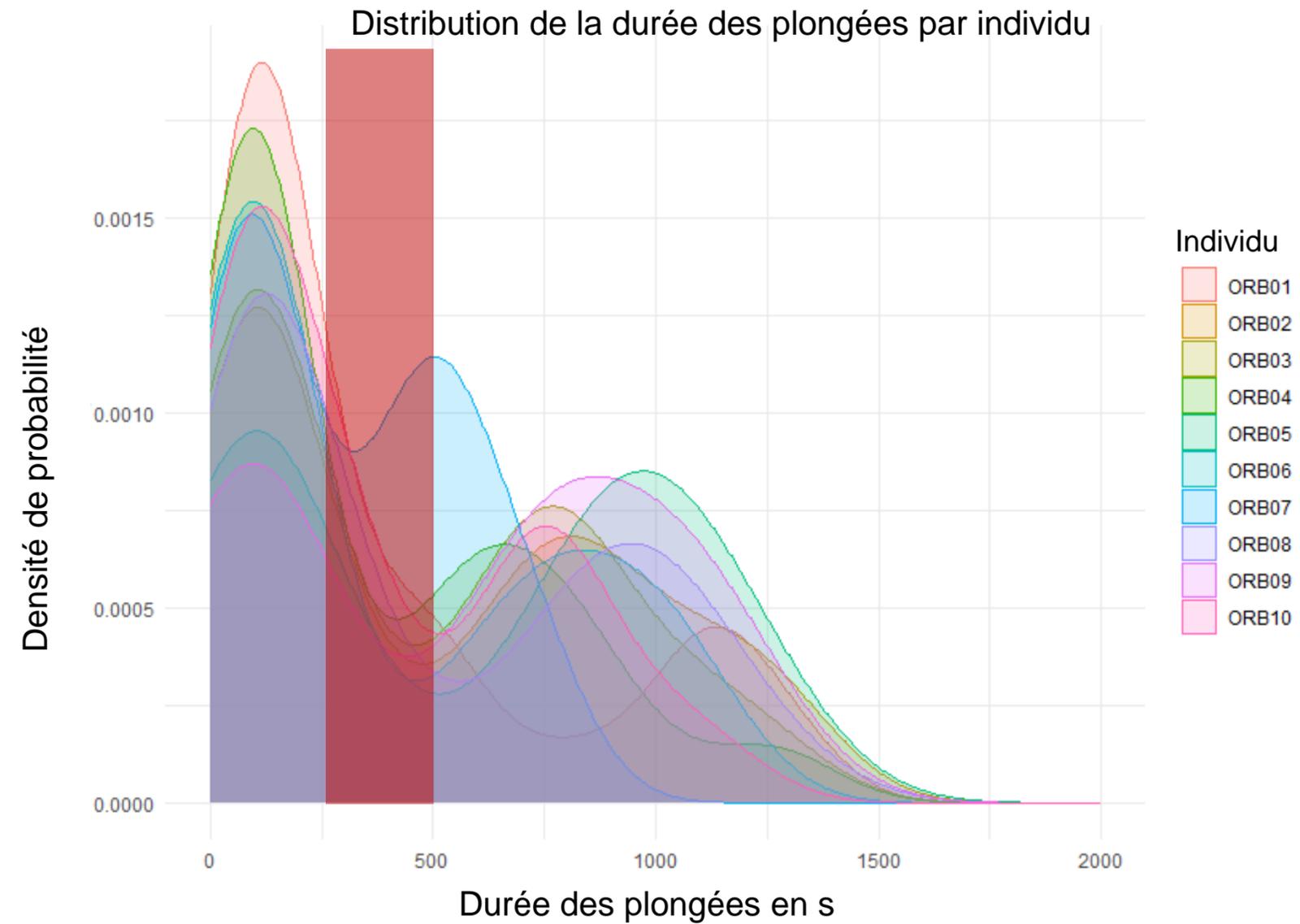
Marchand, Théo, Anne-Sophie Le Gal, et Jean-Yves Georges. « Fine Scale Behaviour and Time-Budget in the Cryptic Ectotherm European Pond Turtle *Emys Orbicularis* ». Édité par Ulrich Jogger. PLOS ONE 16, n° 10 (15 octobre 2021): e0256549



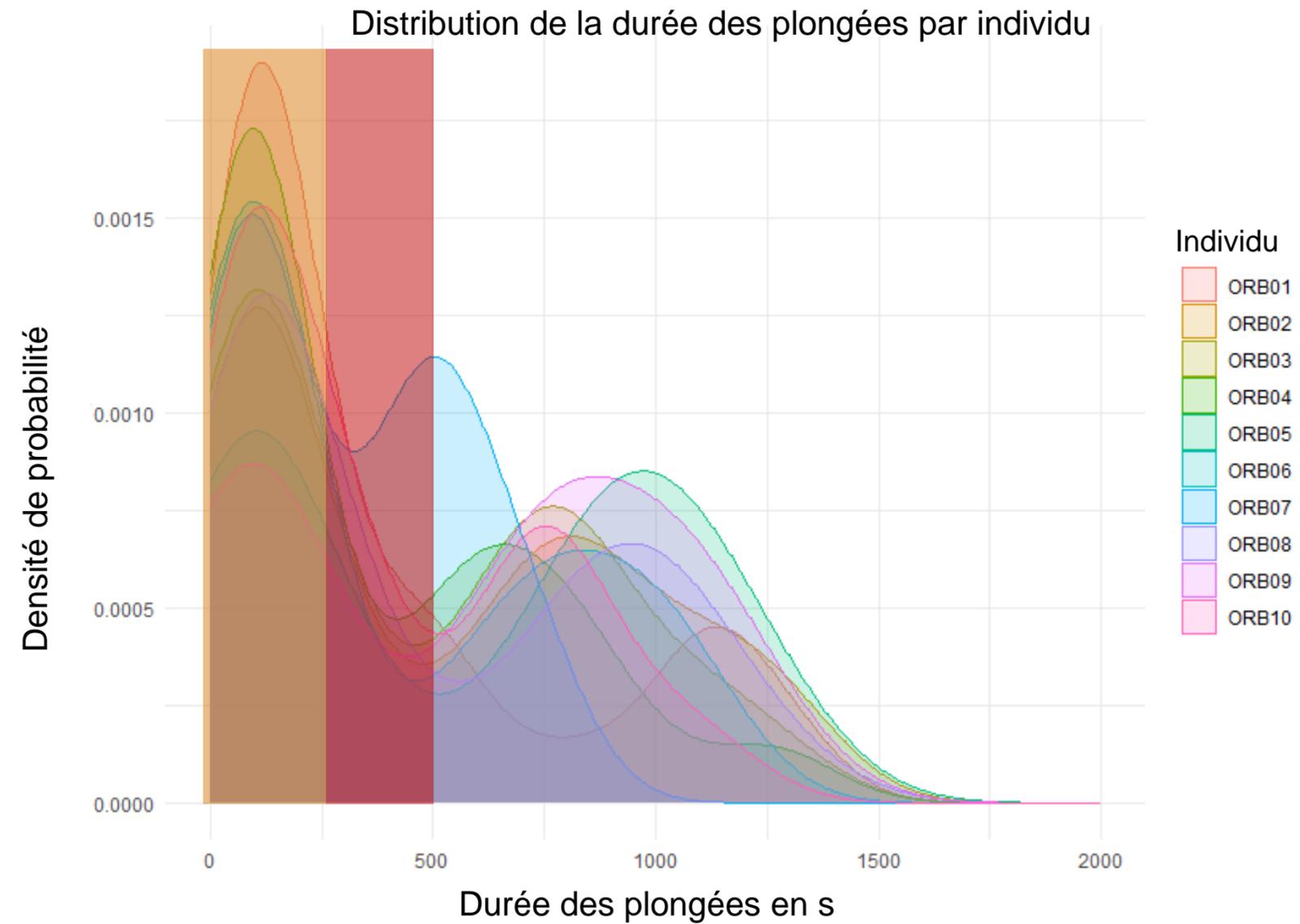
DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES



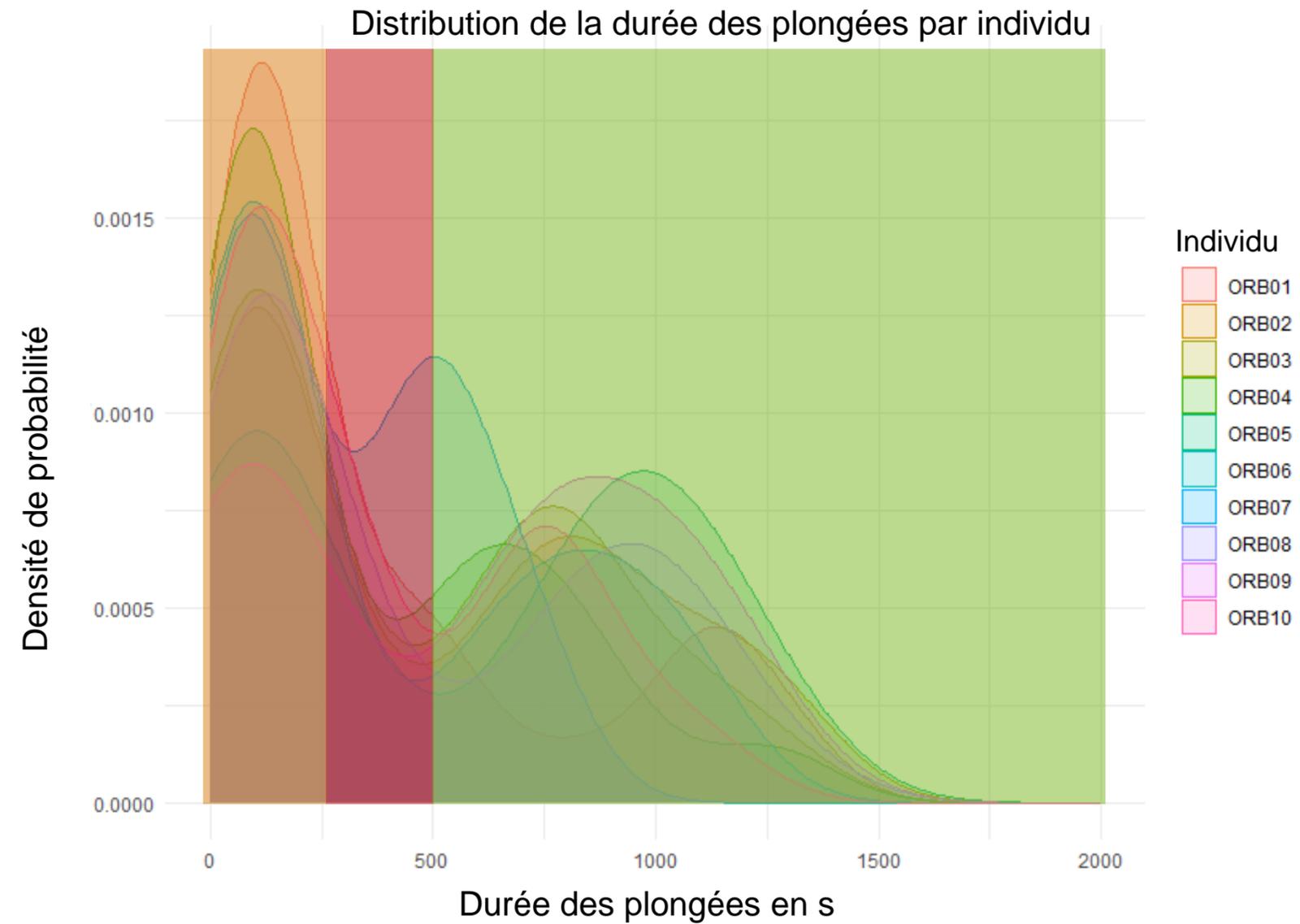
DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES



DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES



DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES



DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES

Ponte:

- Mai, Juin ou Juillet
- Entre 18h et 1h
- Forte activité (accélérométrie)
- Hors des cours d'eau et plans d'eau

Repos:

- Aucune activité (accélérométrie xyz = 0)

Evitement:

- Dans l'eau
- Plongées courtes

Kummer, Stefan, Egon Heiss, Katharina Singer, Patrick Lemell, et Nikolay Natchev. « Feeding behaviour and feeding motorics in subadult European pond turtles (*Emys orbicularis*) ». *Acta Zoologica Bulgarica* 10 (janvier 2018): 77-84.

Marchand, Théo, Anne-Sophie Le Gal, et Jean-Yves Georges. « Fine Scale Behaviour and Time-Budget in the Cryptic Ectotherm European Pond Turtle *Emys Orbicularis* ». Édité par Ulrich Joger. *PLOS ONE* 16, n° 10 (15 octobre 2021): e0256549



DEFINITION DES COMPORTEMENTS DES TORTUES

Ponte:

- Mai, Juin ou Juillet
- Entre 18h et 1h
- Forte activité (accélérométrie)
- Hors des cours d'eau et plans d'eau

Repos:

- Aucune activité (accélérométrie xyz = 0)

Evitement:

- Dans l'eau
- Plongées courtes

Alimentation:

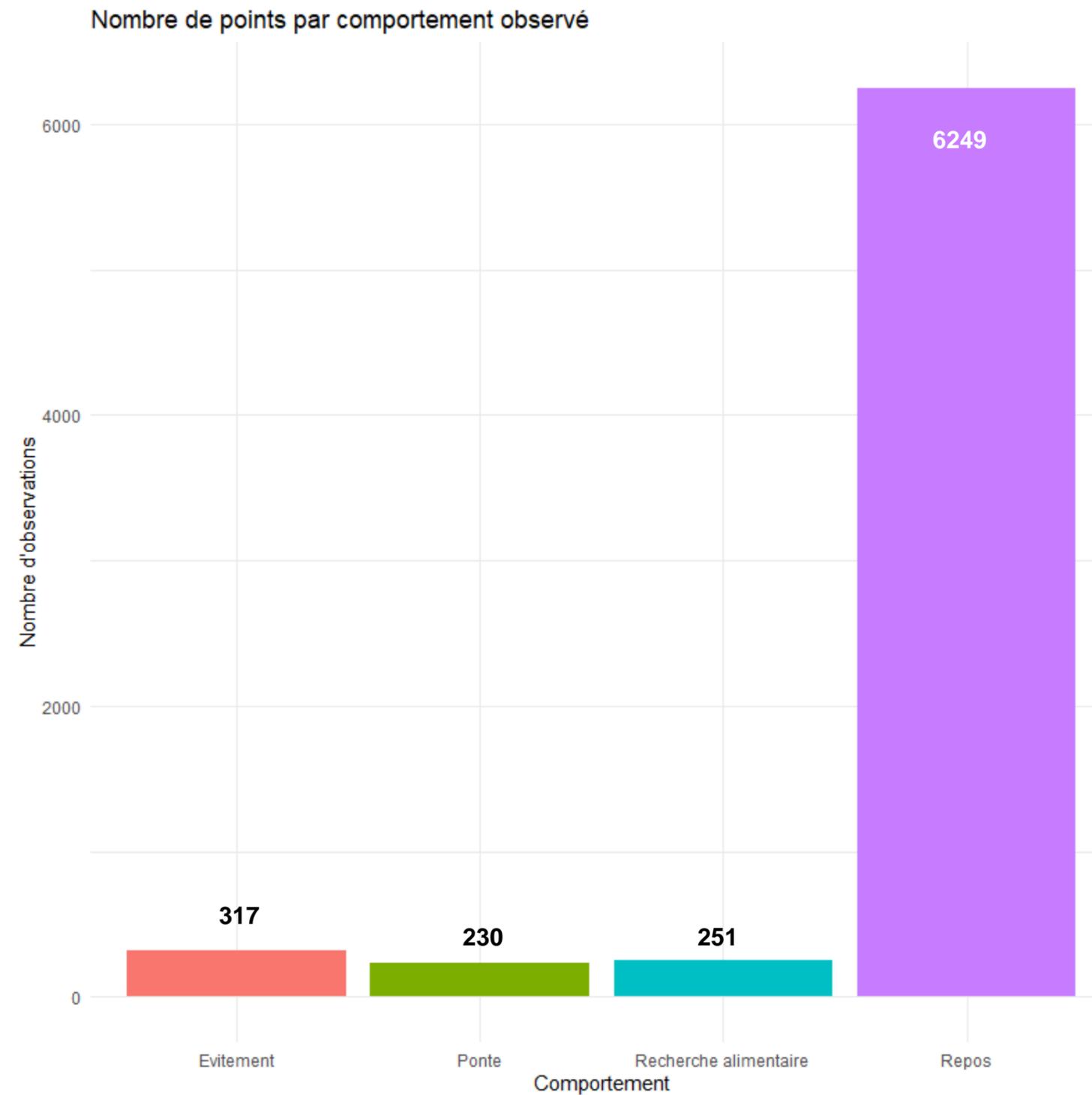
- Dans l'eau
- Plongées longues

Kummer, Stefan, Egon Heiss, Katharina Singer, Patrick Lemell, et Nikolay Natchev. « Feeding behaviour and feeding motorics in subadult European pond turtles (*Emys orbicularis*) ». *Acta Zoologica Bulgarica* 10 (janvier 2018): 77-84.

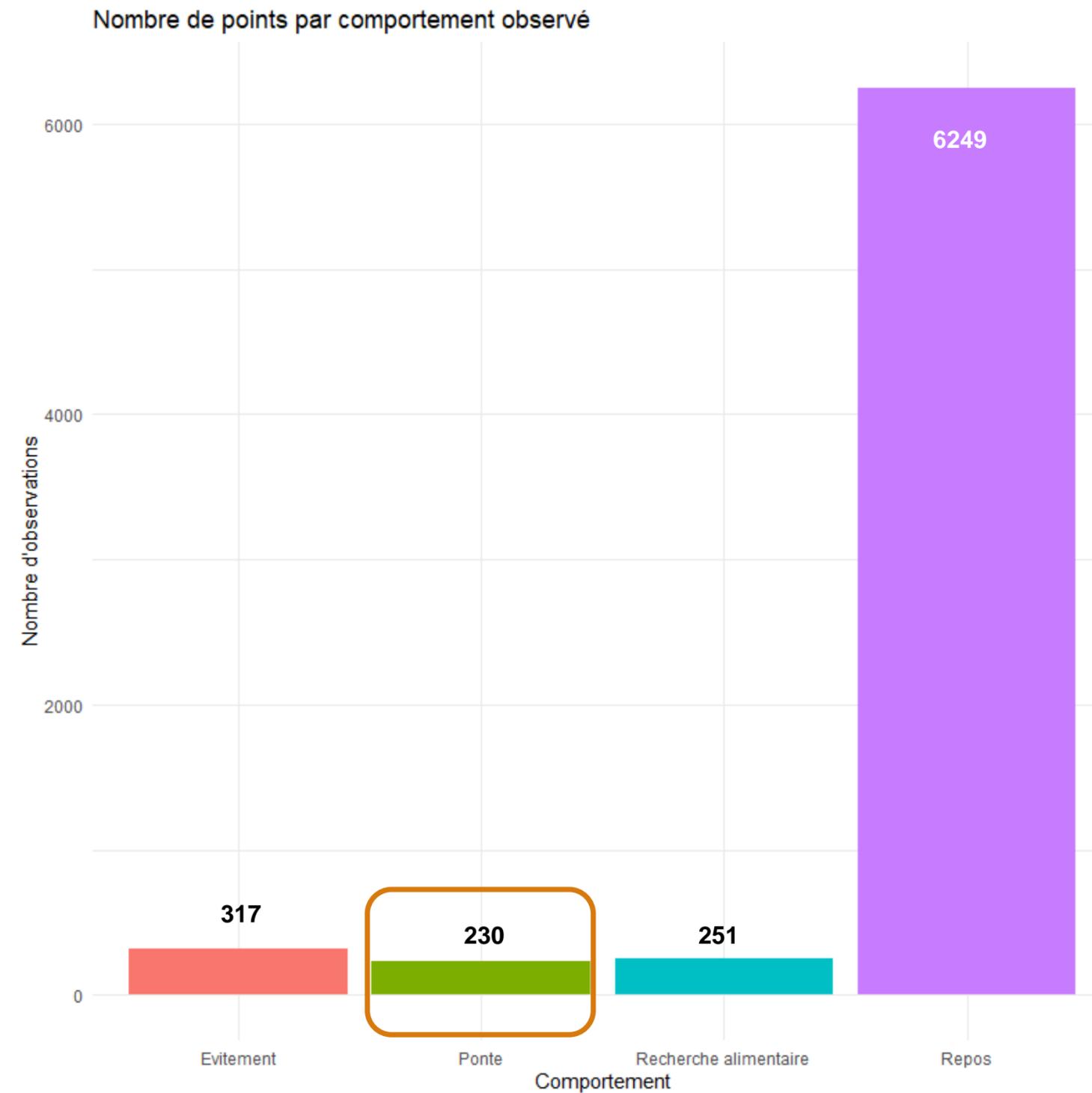
Marchand, Théo, Anne-Sophie Le Gal, et Jean-Yves Georges. « Fine Scale Behaviour and Time-Budget in the Cryptic Ectotherm European Pond Turtle *Emys Orbicularis* ». Édité par Ulrich Joger. *PLOS ONE* 16, n° 10 (15 octobre 2021): e0256549



CARACTERISATION DES COMPORTEMENTS



CARACTERISATION DES COMPORTEMENTS



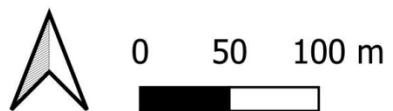
LOCALISATION DES SITES DE PONTE

Légende

 Eau et zones inondables

Individus

-  ORB01
-  ORB02
-  ORB03
-  ORB04
-  ORB06
-  ORB07
-  ORB08
-  ORB10



→ Pontes observées pour 6 à 8 des 10 individus

→ 1 à 3 pontes potentielles par individu



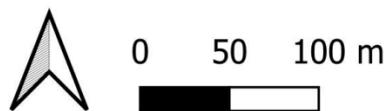
LOCALISATION DES SITES DE PONTE

Légende

 Eau et zones inondables

Individus

-  ORB01
-  ORB02
-  ORB03
-  ORB04
-  ORB06
-  ORB07
-  ORB08
-  ORB10



→ Pontes observées pour 6 à 8 des 10 individus

→ 1 à 3 pontes potentielles par individu

→ Concentration des pontes dans deux zones principales



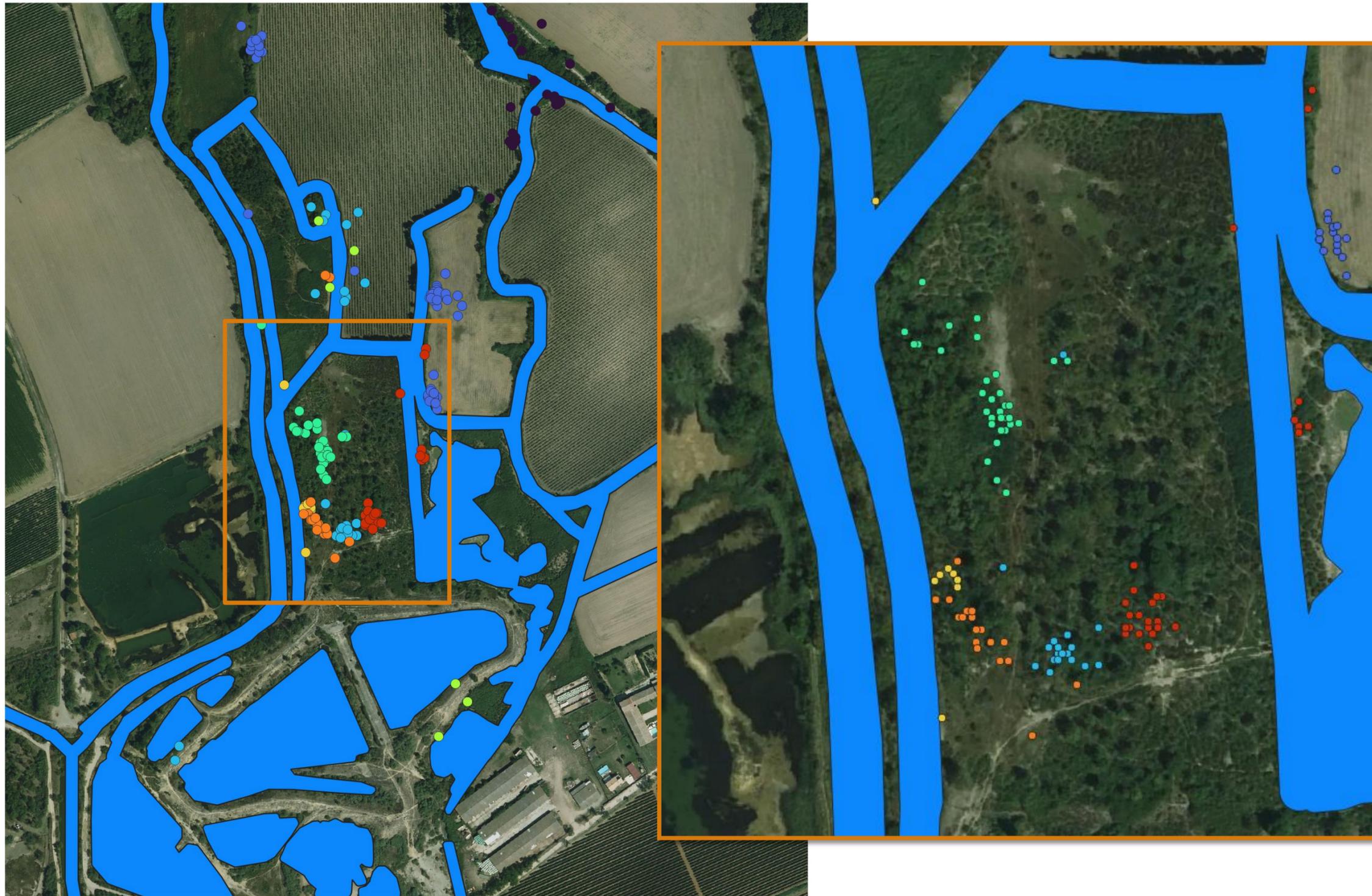
LOCALISATION DES SITES DE PONTE

Légende

 Eau et zones inondables

Individus

-  ORB01
-  ORB02
-  ORB03
-  ORB04
-  ORB06
-  ORB07
-  ORB08
-  ORB10



CONCLUSION

GPS plutôt que VHF: potentiel d'analyses spatiales et de caractérisation du mouvement fines sur de longues séquences temporelles.

CONCLUSION

GPS plutôt que VHF: potentiel d'analyses spatiales et de caractérisation du mouvement fines sur de longues séquences temporelles.

Couplage de différents capteurs : potentiel de caractérisation des comportements des cistudes, que l'on peut lier aux variables d'habitat.

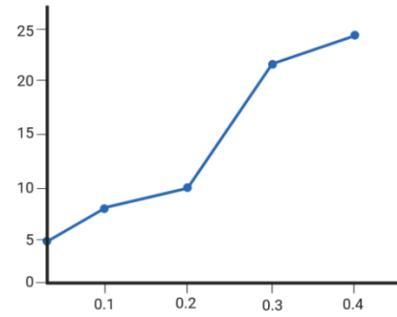
CONCLUSION

GPS plutôt que VHF: potentiel d'analyses spatiales et de caractérisation du mouvement fines sur de longues séquences temporelles.

Couplage de différents capteurs : potentiel de caractérisation des comportements des cistudes, que l'on peut lier aux variables d'habitat.

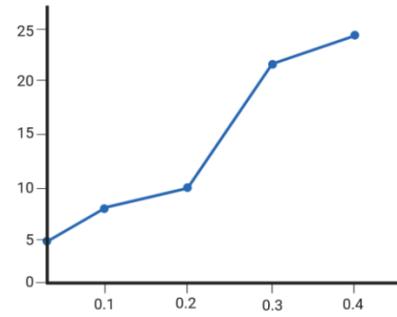
Aucun travail précédent sur cette espèce avec ces capteurs : besoin d'affiner les méthodes d'analyses spatiales et comportementales.

PERSPECTIVES

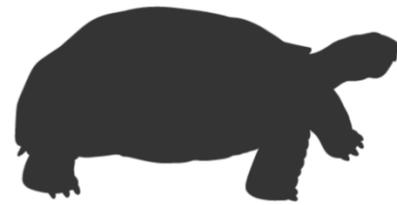


Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes

PERSPECTIVES



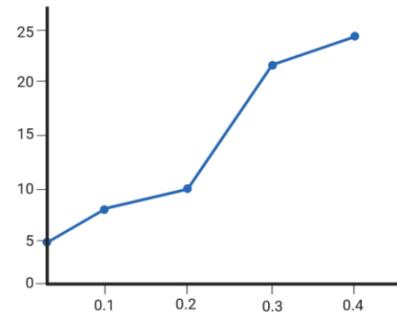
Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes



Etude de la stabilité des domaines vitaux entre années



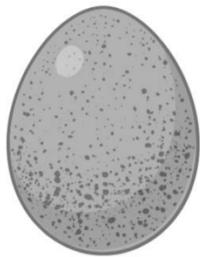
PERSPECTIVES



Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes



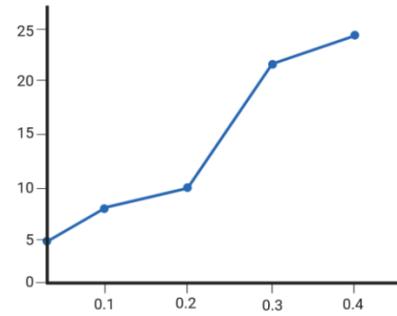
Etude de la stabilité des domaines vitaux entre années



Fidélité au sites de ponte, vérifications terrain des sites présumés en « temps réel »



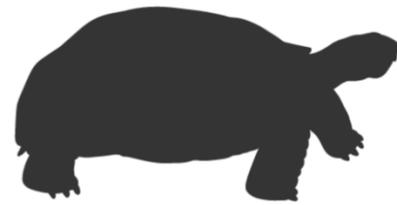
PERSPECTIVES



Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes



Comparaison de l'utilisation de l'espace entre mâles et femelles.



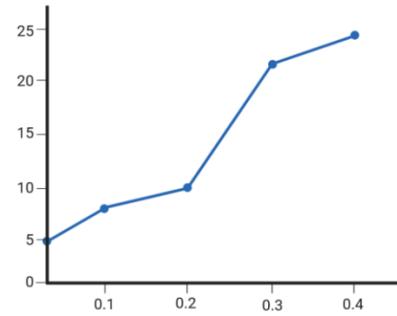
Etude de la stabilité des domaines vitaux entre années



Fidélité au sites de ponte, vérifications terrain des sites présumés en « temps réel »



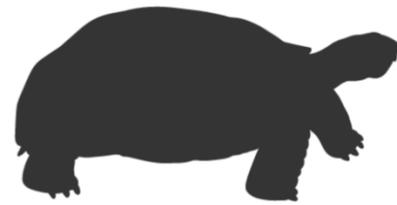
PERSPECTIVES



Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes



Comparaison de l'utilisation de l'espace entre mâles et femelles.



Etude de la stabilité des domaines vitaux entre années



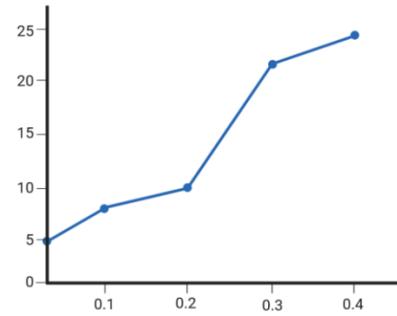
Sélection d'habitat (RSF, SSF...), notamment en rapport avec la salinité



Fidélité au sites de ponte, vérifications terrain des sites présumés en « temps réel »



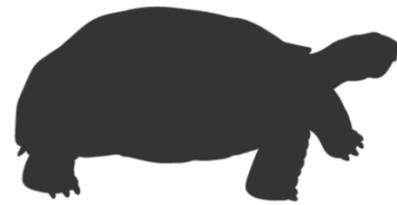
PERSPECTIVES



Très bon état initial pour étudier les impacts des travaux sur la population de cistudes



Comparaison de l'utilisation de l'espace entre mâles et femelles.



Etude de la stabilité des domaines vitaux entre années



Sélection d'habitat (RSF, SSF...), notamment en rapport avec la salinité



Fidélité au sites de ponte, vérifications terrain des sites présumés en « temps réel »



Comparaison avec des données similaires sur un site très différent en Corse



Des Questions ?



ANNEXE: SALINITE SUR LE SITE

Salinité au 28 février 2024



Légende

 Eau

Salinité en g/m^3

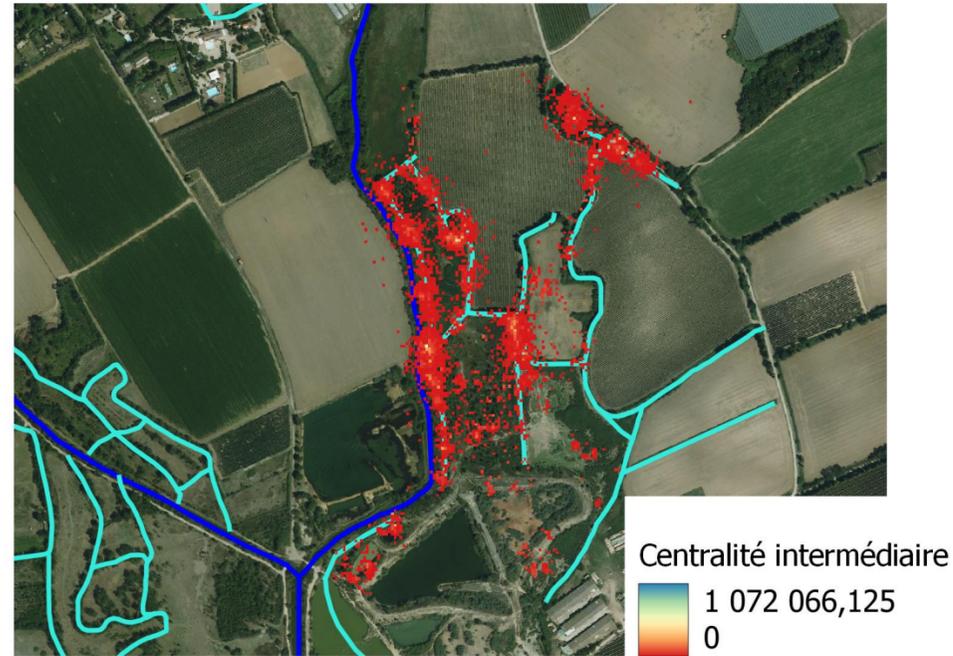
-  0,9 - 0,9
-  0,9 - 1
-  1 - 3
-  3 - 3,7
-  3,7 - 4
-  4 - 4,3
-  4,3 - 4,8
-  4,8 - 8,5
-  8,5 - 12,2
-  12,2 - 16,7

0 100 200 m



ANNEXE: ANALYSE DE CONNECTIVITE

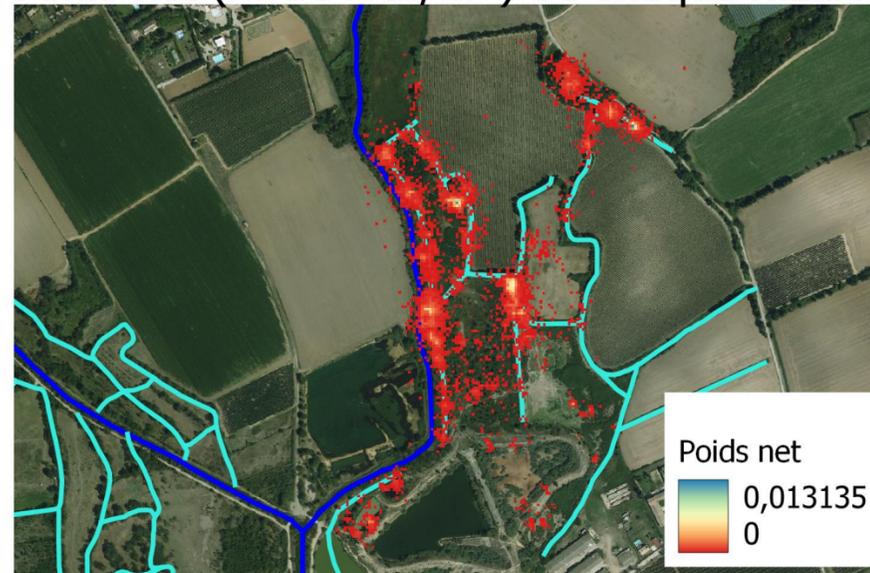
Centralité intermédiaire de chaque maille



Degré (n. de liens) de chaque maille



Poids net (n. de locs/m²) de chaque maille



Transitivité de chaque maille



0 100 200 m

