

Stratégies d'analyse des données de télémétrie ultrasonique pour l'étude du comportement chez les poissons



Modèles : deux espèces “soeurs” d’Ostéoglossomorphes intéressants pour l’aquaculture tropicale



Arapaima gigas (Amazonie)



Heterotis niloticus (Afrique)

Suivi des interactions entre individus pour mieux comprendre et maîtriser la reproduction en captivité

Jésus Nunez
Equipe **PHYPAQ**
Séminaires inter-sites BOREA
24/11/2022

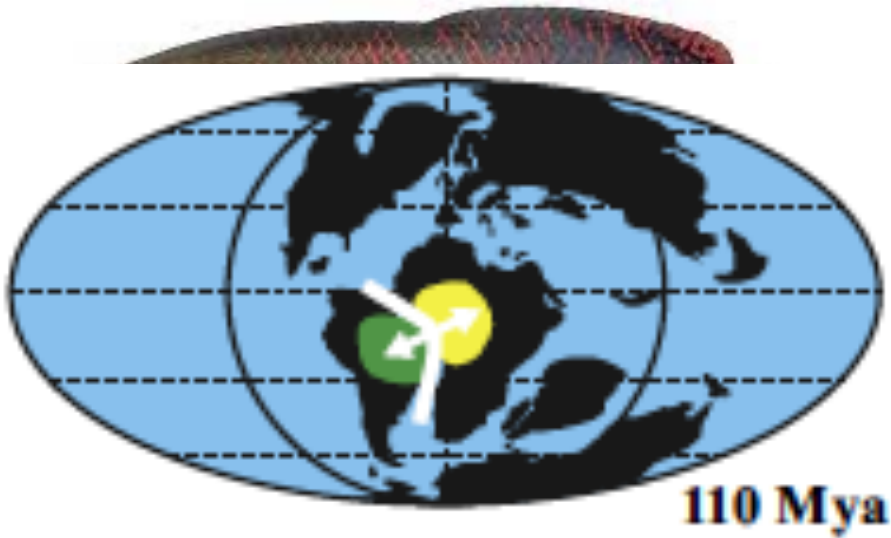


C2D



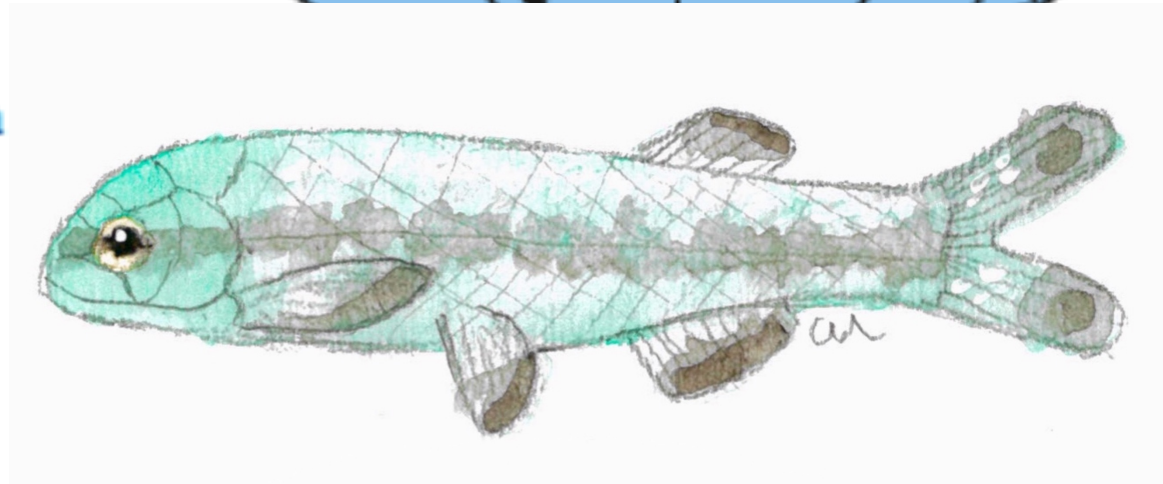
Origines... un ancêtre commun ...

-145 Mya



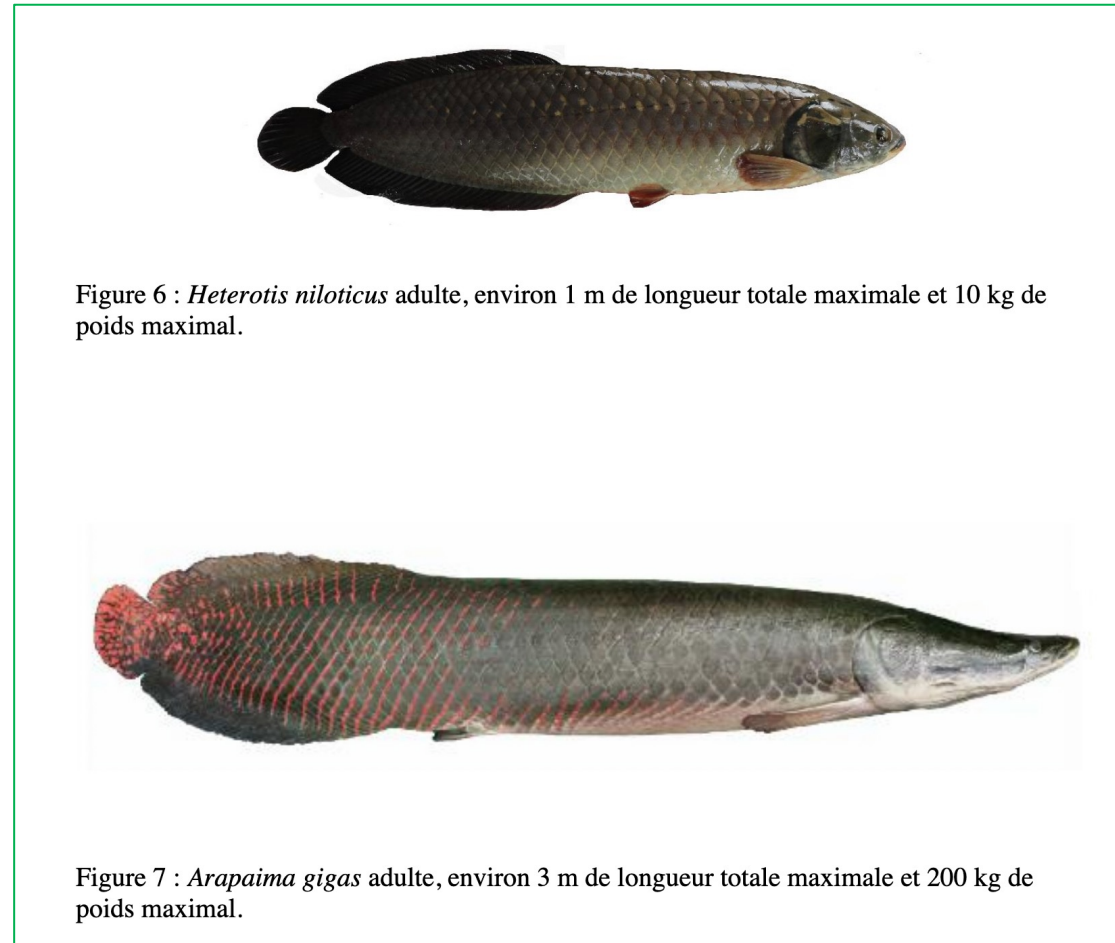
110 Mya

Fragmentation du Gondwana

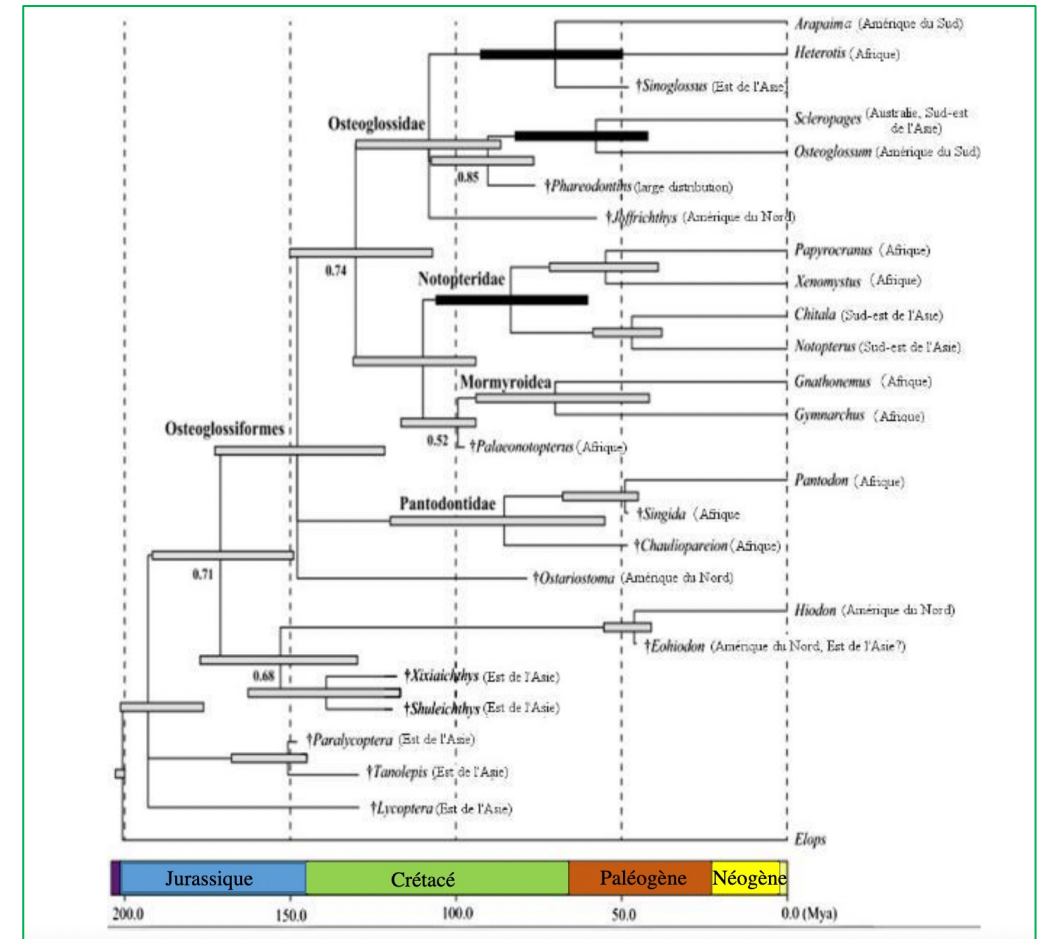


Heterotis-Arapaima : même combat!

deux espèces phylogénétiquement
très proches sur deux continents ...

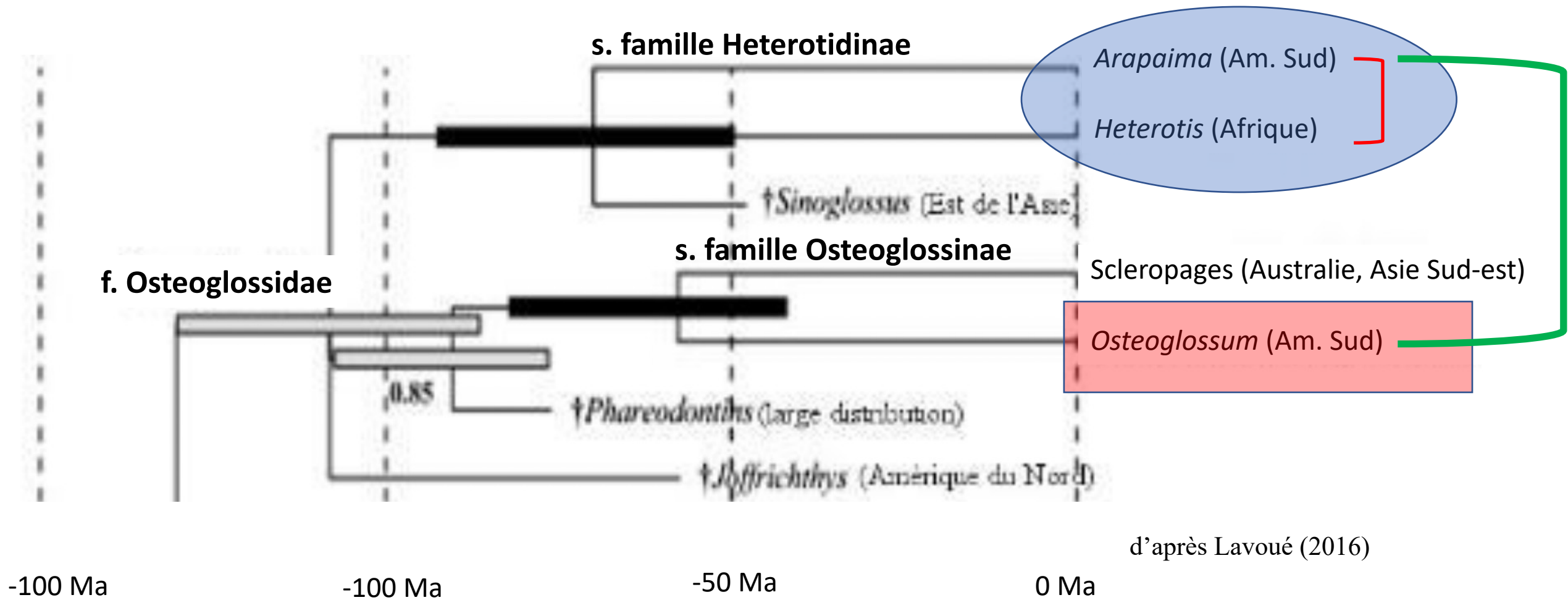


d'après Koua (2019)



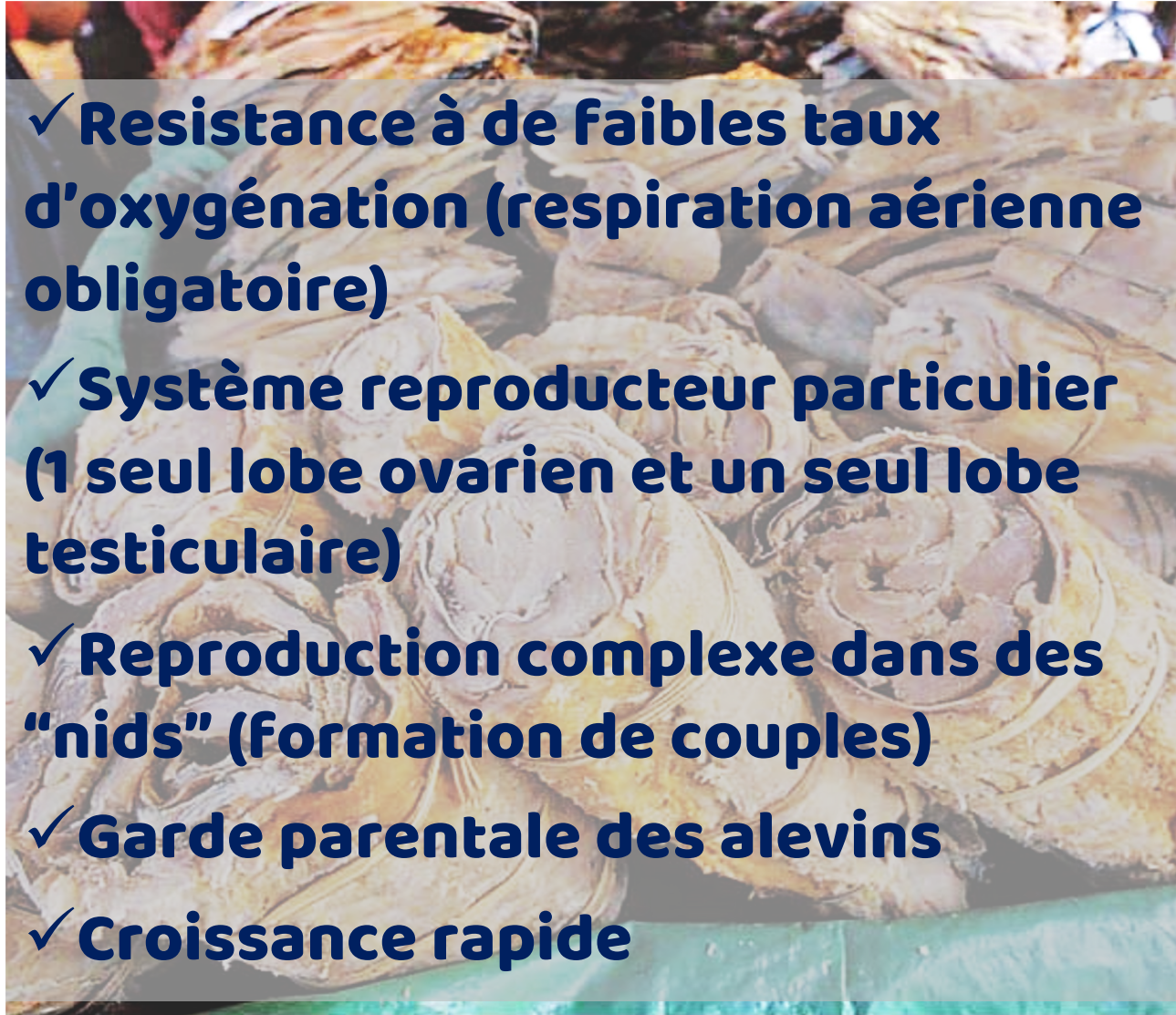
d'après Lavoué (2016)

Borea - Novembre 2022



Principales Caractéristiques Biologiques

- ✓ **Resistance à de faibles taux d'oxygénation (respiration aérienne obligatoire)**
- ✓ **Système reproducteur particulier (1 seul lobe ovarien et un seul lobe testiculaire)**
- ✓ **Reproduction complexe dans des "nids" (formation de couples)**
- ✓ **Garde parentale des alevins**
- ✓ **Croissance rapide**



«Morue» de l'amazone



Arapaima



Heterotis

Pourquoi utiliser la Télémétrie

- **Impossibilité d'observation directe des poissons en raison de la turbidité des étangs**
- **Nécessité d'identifier individuellement chaque individu**
- **Surface à surveiller trop importante (5000 m²)**

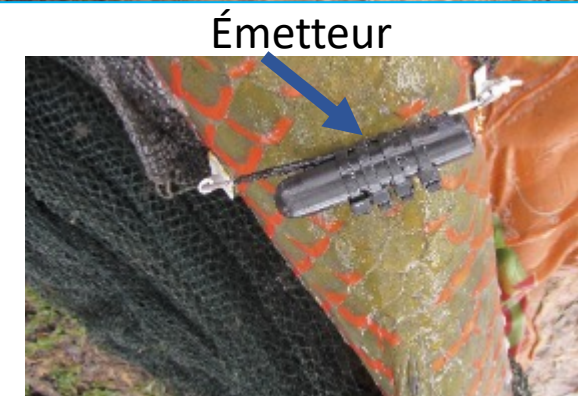


Expérimentation au Pérou, IIAP Pucallpa

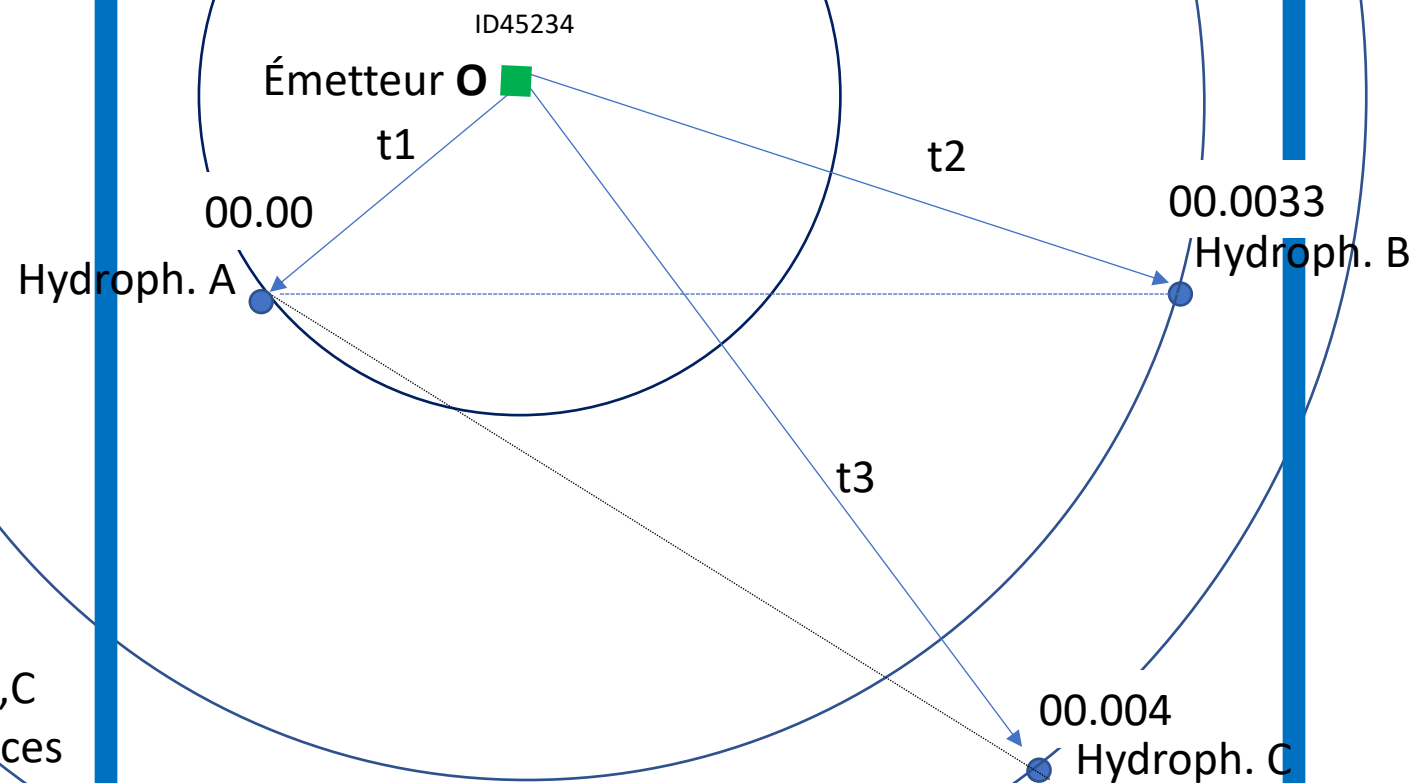




Etang d'expérimentation sur les Géniteurs d'Arapaima



Données connues
Coordonnées UTM de A,B,C
d'où l'on calcule les distances
A-B ; A-C ; B-C



Différences de temps
d'arrivée :

en A : 0 par définition

en B : 3,3 ms

en C : 4 ms

**Reste à calculer OA ;
OB ; OC pour
déduire les
coordonnées UTM
de O**

ETANG

Principe de la triangulation Hyperbolique

Prérequis : les horloges de chaque hydrophone A et B sont synchronisées périodiquement

Si $A-B = 100$ m
Si diff d'arrivée en B est de $0,033$ s,
 $dd = 0,033 \times 1500 = 50$ m
 $dnp = 50/100 = 0,5$

Si le signal arrive en même temps $dnp=0$

Conclusion:

Avec seulement deux hydrophones tous les points le long d'une Hyperbole sont à la même distance de A et B
Il faut 1 troisième hydrophone pour déterminer les coordonnées

Les émetteurs bleus ■ seront sur une « hyperbole » $dnp=0$

Les émetteurs verts ■ seront sur une « hyperbole » $dnp=0,5$

Différentiel de distance (dd) = temps de réception entre A et B x vitesse du son dans l'eau (1500 m.s^{-1})

Différence normalisée de position (dnp) = différentiel de distance/distance A-B (varie de 0 à +1 ou 0 à -1)

différentiel de position A-B

Différences de temps d'arrivée

En A : 0 par définition

En B : 26,60 ms dnp=0,4

En C : 46,40 ms dnp=0,6

Données connues

Distance A-B = 100 m

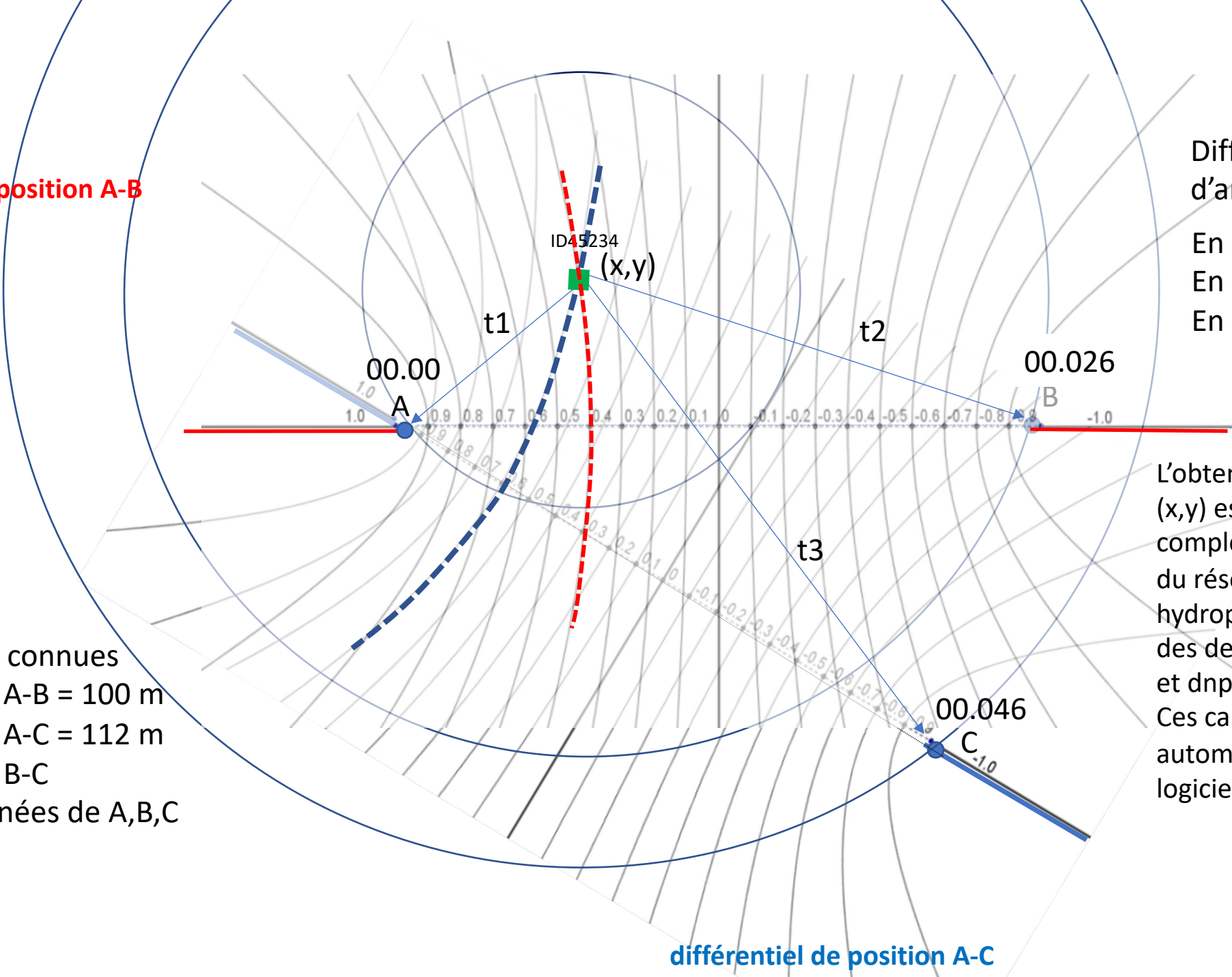
Distance A-C = 112 m

Distance B-C

Coordonnées de A,B,C

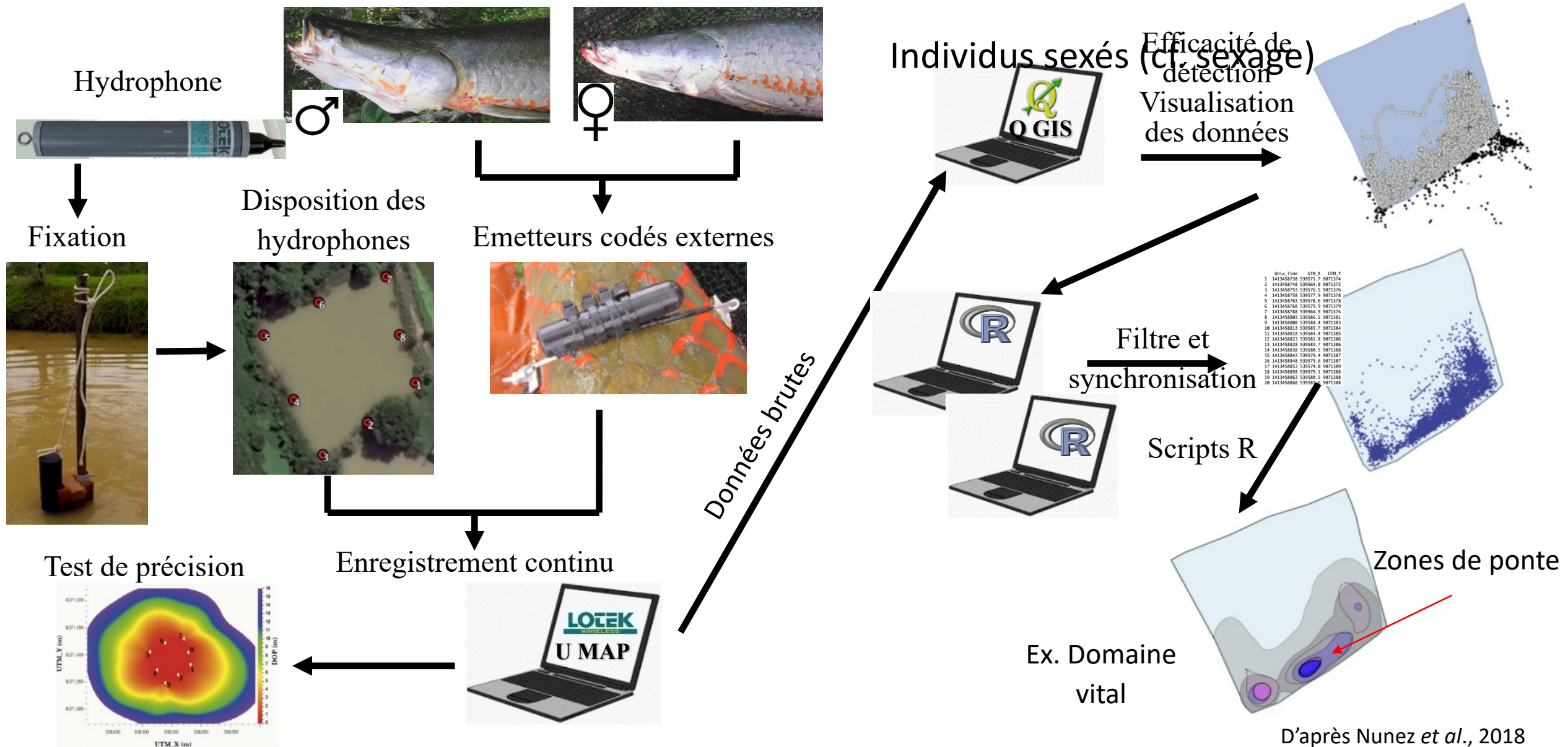
L'obtention des coordonnées (x,y) est le résultat de calculs complexes à partir des données du réseau géométrique des 3 hydrophones et des equations des deux hyperboles dnp=0,4 et dnp=0,6.

Ces calculs sont réalisés automatiquement par le logiciel UMAP_LOTEK



différentiel de position A-C

Approche par Télémétrie ultrasonique du Comportement reproducteur, exemple chez Arapaima



D'après Nunez *et al.*, 2018

Source des données : un fichier .CSV

Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR
1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54.00833,539568.6,9071371.8, 3, 2.87,10,psi,True

Après formatage...

Unix Time	Time	UTM X (m)	UTM Y (m)	Hydrophones	DOP	Sensor Data	Sensor Unit	PSR
1413471534.00833	16 Oct 2014 14:58:54.00833	539568.6	9071371.8	3	2.87	10	psi	True

+ n lignes en fonction de la durée d'enregistrement max. 17280 lignes/jour (une donnée toutes les 5 secondes normalement)								

Unix Time (date en mode numérique en secondes depuis le 01/01/1971
(Date de création du système Unix)

Stratégie de « nettoyage » ou « filtrage » des données « brutes » (fichiers .csv)

Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR

1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54.00833,539568.6,9071371.8, 3, 2.87,10,psi,True

1413471539.00026,16 Oct 2014 14:58:59.00026,539569.8,9071367.2, 5, 2.45,1,,False

1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539561.6,9071366.7, 4, 0.86,0,psi,False

1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539569.7,9071366.4, 4, 4.74,0,psi,False

1413471548.99693,16 Oct 2014 14:59:08.99693,539562.9,9071366.8, 5, 0.96,1,,False

1413471558.99818,16 Oct 2014 14:59:18.99818,539560.4,9071363.7, 4, 1.12,1,,False

1413471564.01208,16 Oct 2014 14:59:24.01208,539558.6,9071362.7, 4, 1.09,10,psi,False

1413471569.00068,16 Oct 2014 14:59:29.00068,539556.3,9071364.1, 5, 1.41,1,,False

1413471574.00193,16 Oct 2014 14:59:34.00193,539553.8,9071361.4, 4, 1.45,10,psi,False

1413471584.00484,16 Oct 2014 14:59:44.00484,539551.2,9071357.5, 5, 0.79,10,psi,False

1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49.00437,539548.9,9071356.4, 5, 0.76,1,,False

1413471594.00292,16 Oct 2014 14:59:54.00292,539546.6,9071356.0, 4, 1.7,10,psi,False

1413471599.01656,16 Oct 2014 14:59:59.01656,539545.7,9071359.1, 3, 2.55,1,,False

1413471614.00062,16 Oct 2014 15:00:14.00062,539541.7,9071356.7, 4, 0.83,20,psi,False

1413471624.00208,16 Oct 2014 15:00:24.00208,539539.8,9071359.6, 4, 0.68,10,psi,False

1413471634.00312,16 Oct 2014 15:00:34.00312,539537.2,9071361.2, 6, 0.62,30,psi,False

1413471639.01255,16 Oct 2014 15:00:39.01255,539536.0,9071363.6, 5, 2.18,1,,True

1413471644.00417,16 Oct 2014 15:00:44.00417,539533.9,9071361.9, 5, 0.73,20,psi,True

1413471649.00458,16 Oct 2014 15:00:49.00458,539532.8,9071362.0, 5, 0.75,1,,True

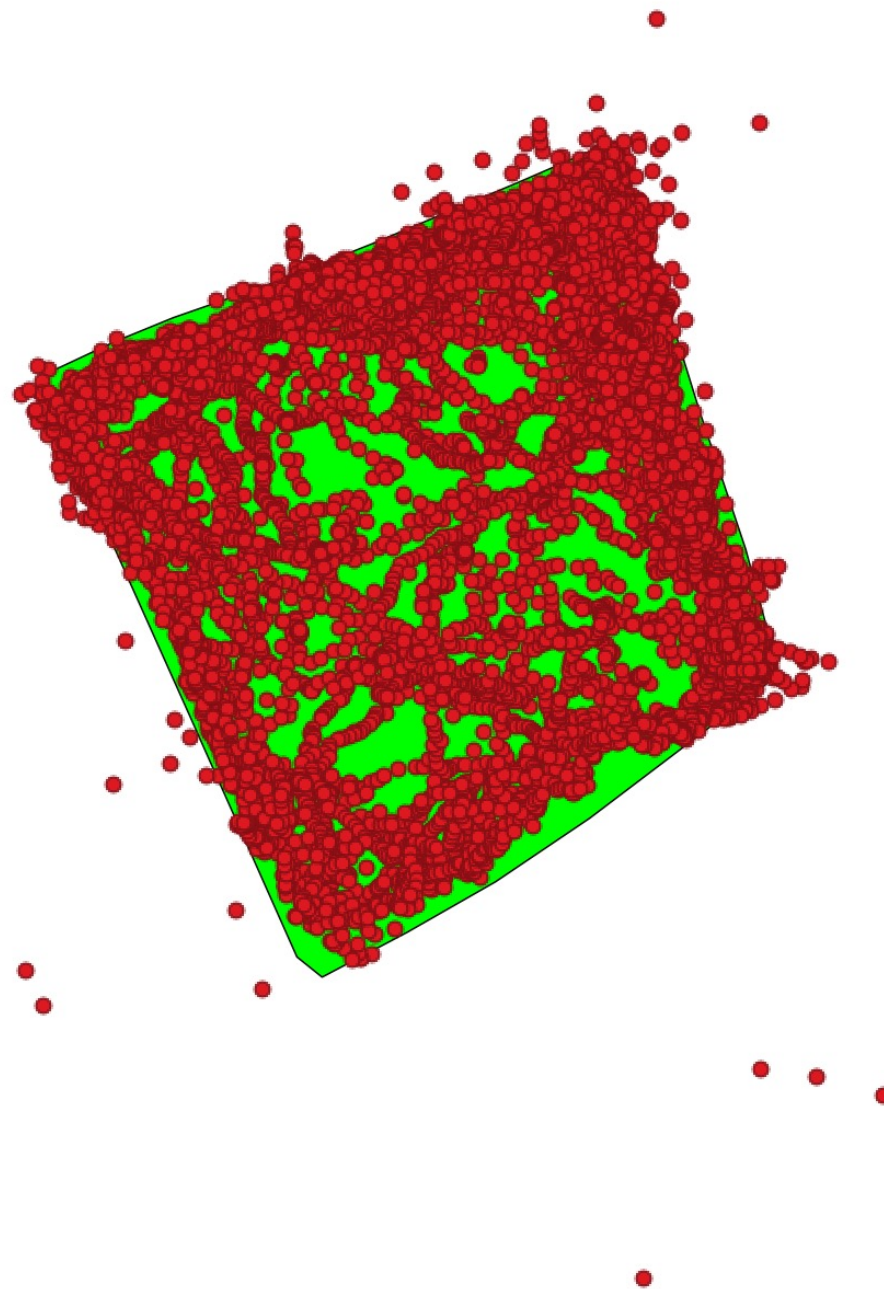
1413471654.00542,16 Oct 2014 15:00:54.00542,539531.9,9071362.8, 4, 1.55,10,psi,False

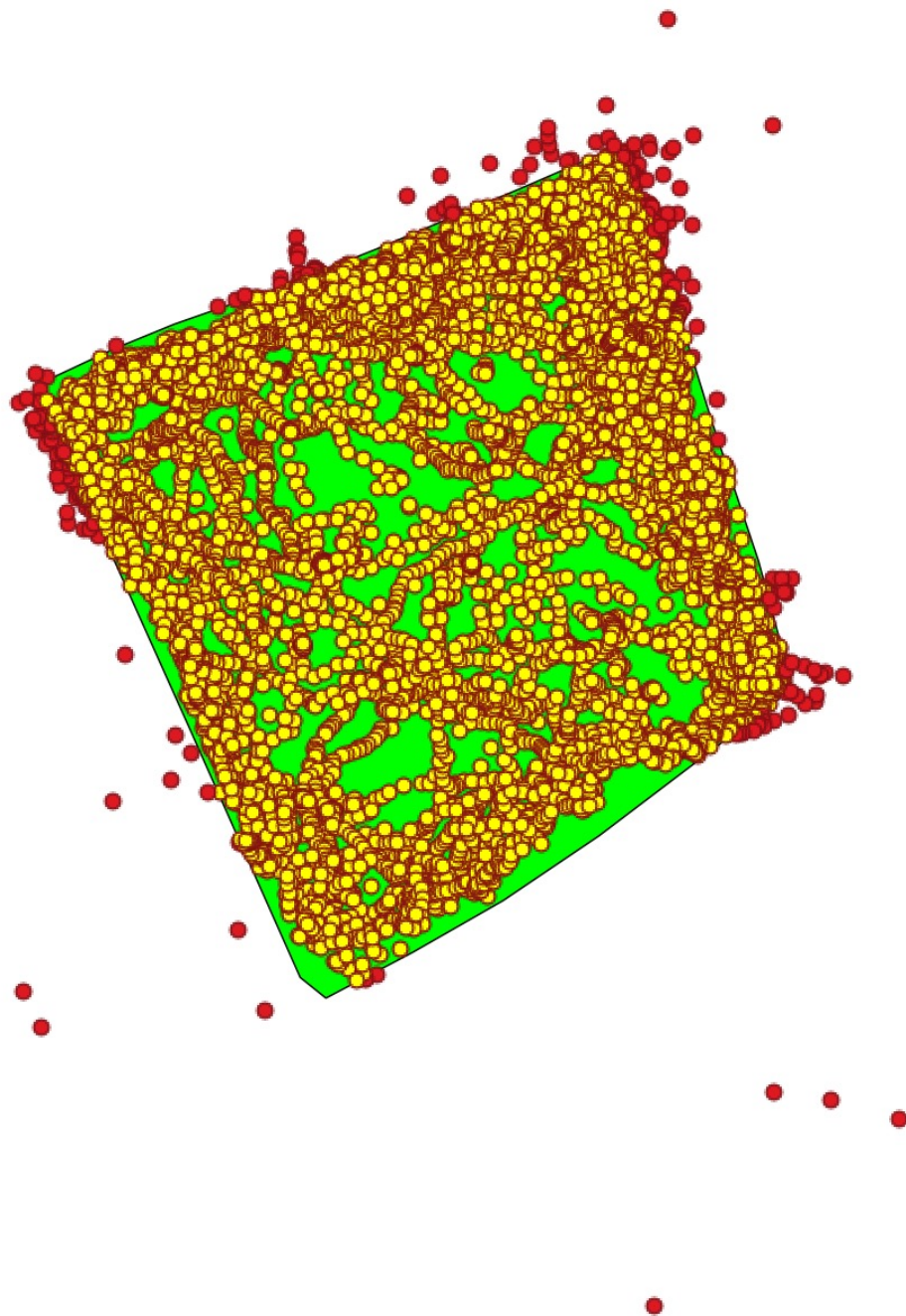
Duplications avec ici deux
positions légèrement différentes
pour le même temps

Intervalle normal 5 sec
Or ici
Intervalles > nx5 sec pour
plusieurs points

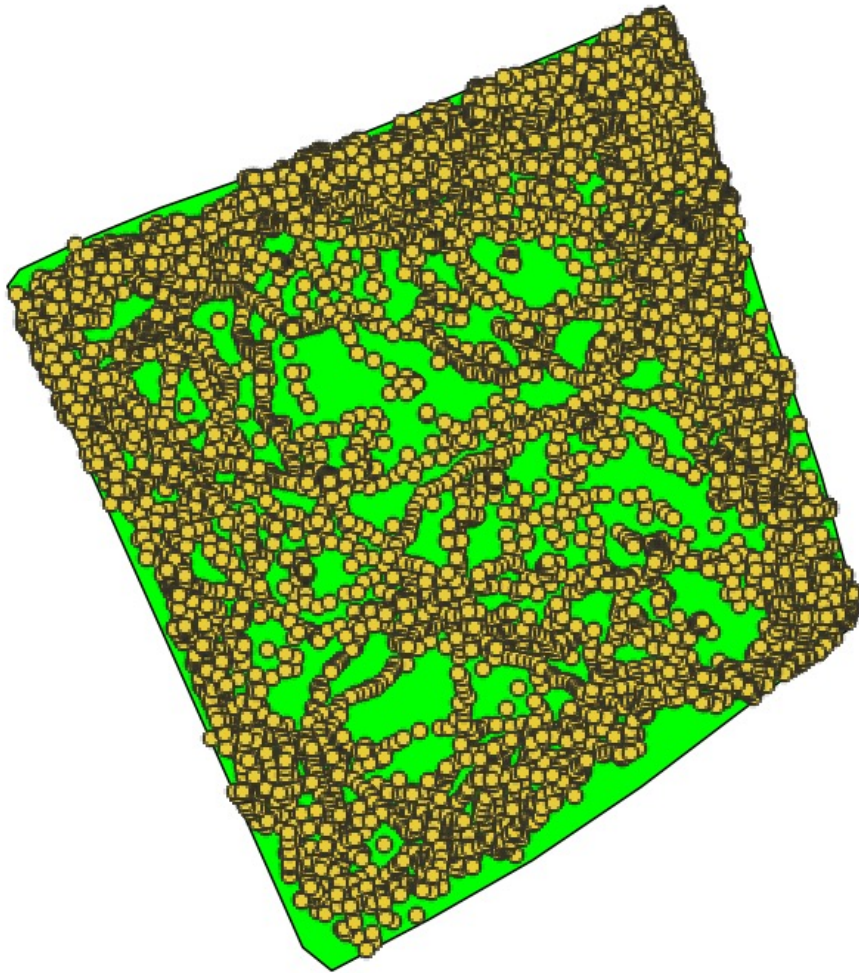
Etape 1

Filtrage sur la forme
de l'étang





Les points rouges, hors de l'étang seront éliminés



Seuls les points jaunes
à l'intérieur de l'étang
sont conservés

Etape 2 Fusionner les fichiers

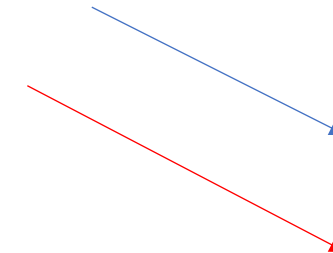
Si l'on dispose de plusieurs fichiers pour le même individu il peut être intéressant de les grouper. Ensuite on peut extraire des données par jour, semaine, mois etc.

n fichiers csv

Il reste quelques discontinuités :

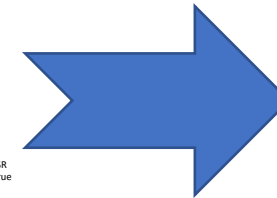
Intervalles entre
deux programmations

Intervalles entre
deux points successifs



```
Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR
1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54,00833,539568,6,9071371.8,3,2,87,10,psi,True
1413471539.00026,16 Oct 2014 14:58:59,00026,539569,8,9071367.2,5,2,45,1,False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03,99839,539561,6,9071366.7,4,0,86,0,psi,False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03,99839,539569,7,9071366.4,4,4,74,0,psi,False
1413471548.99693,16 Oct 2014 14:59:08,99693,539562,9,9071366.8,5,0,96,1,False
1413471558.99818,16 Oct 2014 14:59:18,99818,539560,4,9071363.7,4,1,12,1,False
1413471564.01208,16 Oct 2014 14:59:24,01208,539559,4,9071363.7,4,1,12,1,False
1413471569.00068,16 Oct 2014 14:59:29,00068,539561,6,9071366.7,4,0,86,0,psi,False
1413471574.00193,16 Oct 2014 14:59:34,00193,539562,9,9071371.8,3,2,87,10,psi,True
1413471584.00484,16 Oct 2014 14:59:44,00484,539551,2,9071357.5,5,0,79,10,psi,False
1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49,00437,539548,9,9071356.4,5,0,76,1,False
1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49,00437,539548,9,9071356.4,5,0,76,1,False
1413471594.00292,16 Oct 2014 14:59:54,00292,539546,6,9071362.2,5,2,45,1,False
1413471599.01656,16 Oct 2014 14:59:59,01656,539545,7,9071359.1,3,2,55,1,False
1413471614.00062,16 Oct 2014 15:00:04,00062,539541,7,9071356.7,4,0,83,20,psi,False
1413471624.00208,16 Oct 2014 15:00:14,00208,539539,8,9071359.6,4,0,68,10,psi,False
1413471634.00312,16 Oct 2014 15:00:24,00312,539537,2,9071361.2,6,0,62,30,psi,False
1413471639.01255,16 Oct 2014 15:00:29,01255,539536,0,9071363.6,5,2,18,1,True
1413471644.00417,16 Oct 2014 15:00:34,00417,539533,9,9071361.9,5,0,73,20,psi,True
1413471649.00458,16 Oct 2014 15:00:39,00458,539532,8,9071362.0,5,0,75,1,True
1413471654.00542,16 Oct 2014 15:00:44,00542,539531,9,9071362.8,4,1,55,10,psi,False
```

1 seul Fichier csv



Semaine 1

Semaine 2

Semaine 3

Semaine 4

4 semaines

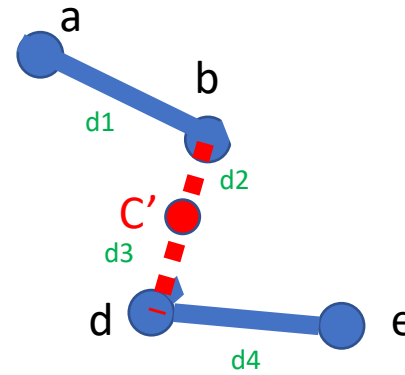
= 1 mois

Etape 3 Filtre sur vitesse

Filtrage sur la vitesse de déplacement

On a défini une vitesse seuil de 12 km/h

Chaque point est séparé du suivant par un temps t qui correspond dans les données brutes à la durée entre deux réceptions successives séparées par une durée Δt



Si:

- Vitesse a-b = 2,0 m/s = 7,2 km/h -> On conserve le point b
- Vitesse b-c = 50 m/s = 180 km/h -> On supprime le point c et on crée par interpolation linéaire
- le point c' est ajouté à mi-chemin entre b et d en vérifiant que la vitesse entre b-c' et c'-d est <12 km/h sinon on rajoute d'autres points toutes les 5 secondes et ainsi de suite...

Trajet réel : a-b-c'-d-e : pour un temps de déplacement de $4 \times 5 = 20$ s et une distance $D = d1 + d2 + d3 + d4$

Pour obtenir 1 seul Fichier csv
avec des **données continues**
et un pas de temps fixe

script <loop align>

```
Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR
1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54.00833,539568.6,9071371.8, 3, 2.87,10,psi,True
1413471539.00026,16 Oct 2014 14:58:59.00026,539569.8,9071367.2, 5, 2.45,1, False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539561.6,9071366.7, 4, 0.86,0,psi,False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539569.7,9071366.4, 4, 4.74,0,psi,False
1413471548.99693,16 Oct 2014 14:59:08.99693,539562.9,9071366.8, 5, 0.96,1, False
1413471558.99818,16 Oct 2014 14:59:18.99818,539560.4,9071363.7, 4, 1.12,1, False
1413471564.01208,16 Oct 2014 14:59:24.01208,539558.6,9071362.7, 4, 1.09,10,psi,False
1413471569.00068,16 Oct 2014 14:59:29.00068,539556.3,9071364.1, 5, 1.41,1, False
1413471574.00193,16 Oct 2014 14:59:34.00193,539553.8,9071361.4, 4, 1.45,10,psi,False
1413471584.00484,16 Oct 2014 14:59:44.00484,539551.2,9071357.5, 5, 0.79,10,psi,False
1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49.00437,539548.9,9071356.4, 5, 0.76,1, False
1413471594.00292,16 Oct 2014 14:59:54.00292,539546.6,9071356.0, 4, 1.7,10,psi,False
1413471599.01656,16 Oct 2014 14:59:59.01656,539545.7,9071359.1, 3, 2.55,1, False
1413471614.00062,16 Oct 2014 15:00:14.00062,539541.7,9071356.7, 4, 0.83,20,psi,False
1413471624.00208,16 Oct 2014 15:00:24.00208,539539.8,9071359.6, 4, 0.68,10,psi,False
1413471634.00312,16 Oct 2014 15:00:34.00312,539537.2,9071361.2, 6, 0.62,30,psi,False
1413471639.01255,16 Oct 2014 15:00:39.01255,539536.0,9071363.6, 5, 2.18,1, True
1413471644.00417,16 Oct 2014 15:00:44.00417,539533.9,9071361.9, 5, 0.73,20,psi,True
1413471649.00458,16 Oct 2014 15:00:49.00458,539532.8,9071362.0, 5, 0.75,1, True
1413471654.00542,16 Oct 2014 15:00:54.00542,539531.9,9071362.8, 4, 1.55,10,psi,False
Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR
1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54.00833,539568.6,9071371.8, 3, 2.87,10,psi,True
1413471539.00026,16 Oct 2014 14:58:59.00026,539569.8,9071367.2, 5, 2.45,1, False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539561.6,9071366.7, 4, 0.86,0,psi,False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539569.7,9071366.4, 4, 4.74,0,psi,False
1413471548.99693,16 Oct 2014 14:59:08.99693,539562.9,9071366.8, 5, 0.96,1, False
1413471558.99818,16 Oct 2014 14:59:18.99818,539560.4,9071363.7, 4, 1.12,1, False
1413471564.01208,16 Oct 2014 14:59:24.01208,539558.6,9071362.7, 4, 1.09,10,psi,False
1413471569.00068,16 Oct 2014 14:59:29.00068,539556.3,9071364.1, 5, 1.41,1, False
1413471574.00193,16 Oct 2014 14:59:34.00193,539553.8,9071361.4, 4, 1.45,10,psi,False
1413471584.00484,16 Oct 2014 14:59:44.00484,539551.2,9071357.5, 5, 0.79,10,psi,False
1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49.00437,539548.9,9071356.4, 5, 0.76,1, False
1413471594.00292,16 Oct 2014 14:59:54.00292,539546.6,9071356.0, 4, 1.7,10,psi,False
1413471599.01656,16 Oct 2014 14:59:59.01656,539545.7,9071359.1, 3, 2.55,1, False
1413471614.00062,16 Oct 2014 15:00:14.00062,539541.7,9071356.7, 4, 0.83,20,psi,False
1413471624.00208,16 Oct 2014 15:00:24.00208,539539.8,9071359.6, 4, 0.68,10,psi,False
1413471634.00312,16 Oct 2014 15:00:34.00312,539537.2,9071361.2, 6, 0.62,30,psi,False
1413471639.01255,16 Oct 2014 15:00:39.01255,539536.0,9071363.6, 5, 2.18,1, True
1413471644.00417,16 Oct 2014 15:00:44.00417,539533.9,9071361.9, 5, 0.73,20,psi,True
1413471649.00458,16 Oct 2014 15:00:49.00458,539532.8,9071362.0, 5, 0.75,1, True
1413471654.00542,16 Oct 2014 15:00:54.00542,539531.9,9071362.8, 4, 1.55,10,psi,False
Unix Time,Time,UTM X (m),UTM Y (m),Hydrophones,DOP,Sensor Data,Sensor Unit,PSR
1413471534.00833,16 Oct 2014 14:58:54.00833,539568.6,9071371.8, 3, 2.87,10,psi,True
1413471539.00026,16 Oct 2014 14:58:59.00026,539569.8,9071367.2, 5, 2.45,1, False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539561.6,9071366.7, 4, 0.86,0,psi,False
1413471543.99839,16 Oct 2014 14:59:03.99839,539569.7,9071366.4, 4, 4.74,0,psi,False
1413471548.99693,16 Oct 2014 14:59:08.99693,539562.9,9071366.8, 5, 0.96,1, False
1413471558.99818,16 Oct 2014 14:59:18.99818,539560.4,9071363.7, 4, 1.12,1, False
1413471564.01208,16 Oct 2014 14:59:24.01208,539558.6,9071362.7, 4, 1.09,10,psi,False
1413471569.00068,16 Oct 2014 14:59:29.00068,539556.3,9071364.1, 5, 1.41,1, False
1413471574.00193,16 Oct 2014 14:59:34.00193,539553.8,9071361.4, 4, 1.45,10,psi,False
1413471584.00484,16 Oct 2014 14:59:44.00484,539551.2,9071357.5, 5, 0.79,10,psi,False
1413471589.00437,16 Oct 2014 14:59:49.00437,539548.9,9071356.4, 5, 0.76,1, False
1413471594.00292,16 Oct 2014 14:59:54.00292,539546.6,9071356.0, 4, 1.7,10,psi,False
1413471599.01656,16 Oct 2014 14:59:59.01656,539545.7,9071359.1, 3, 2.55,1, False
1413471614.00062,16 Oct 2014 15:00:14.00062,539541.7,9071356.7, 4, 0.83,20,psi,False
1413471624.00208,16 Oct 2014 15:00:24.00208,539539.8,9071359.6, 4, 0.68,10,psi,False
1413471634.00312,16 Oct 2014 15:00:34.00312,539537.2,9071361.2, 6, 0.62,30,psi,False
1413471639.01255,16 Oct 2014 15:00:39.01255,539536.0,9071363.6, 5, 2.18,1, True
1413471644.00417,16 Oct 2014 15:00:44.00417,539533.9,9071361.9, 5, 0.73,20,psi,True
1413471649.00458,16 Oct 2014 15:00:49.00458,539532.8,9071362.0, 5, 0.75,1, True
1413471654.00542,16 Oct 2014 15:00:54.00542,539531.9,9071362.8, 4, 1.55,10,psi,False
```

Etude des déplacements de deux individus (1 mâle & 1 femelle) : Interaction Mâle-Femelle

Synchronisation du point de départ et de fin de la base de temps avec interpolation si nécessaire (étape précédente)

<i>Données initiales</i>			<i>Données transformées</i>		
	temps	M F		temps	M F
	00:01:00	P1 -		-----	- -
	00:01:05	P2 -		-----	- -
t_3 ----	00:01:10	P3 P3		00:01:10	P3 P3
	00:01:15	P4 P4		00:01:15	P4 P4
	-	- -		00:01:20	P5 P5
	00:01:25	P6 P6		00:01:25	P6 P6
	00:01:30	P7 -		00:01:30	P7 P7
	-----	---		-----	---
	00:08:50	P95 P95		00:08:50	P95 P95
	00:08:55	P96 P96		00:08:55	P96 P96
	00:09:00	P97 P97		00:09:00	P97 P97
t_{98} ----	00:09:05	P98 P98		00:09:05	P98 P98
	00:09:10	- P99		-----	- -
	00:09:15	- P100		-----	- -

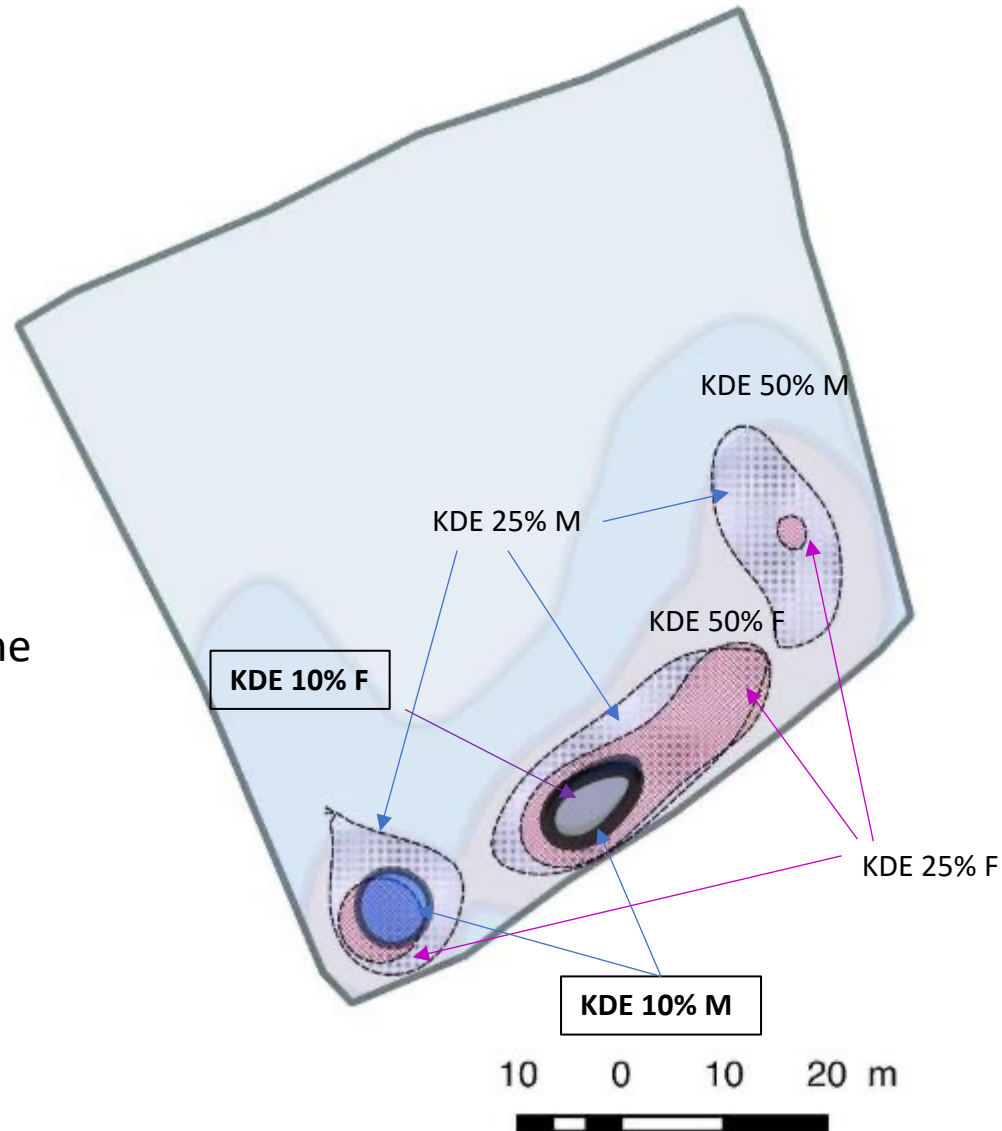
On aligne avec l'individu qui démarre le plus tard (P3) et on interpole les points manquants.

La dernière ligne du fichier correspond à l'individu qui finit le plus tôt (P98)

« Home Range » ou espace vital

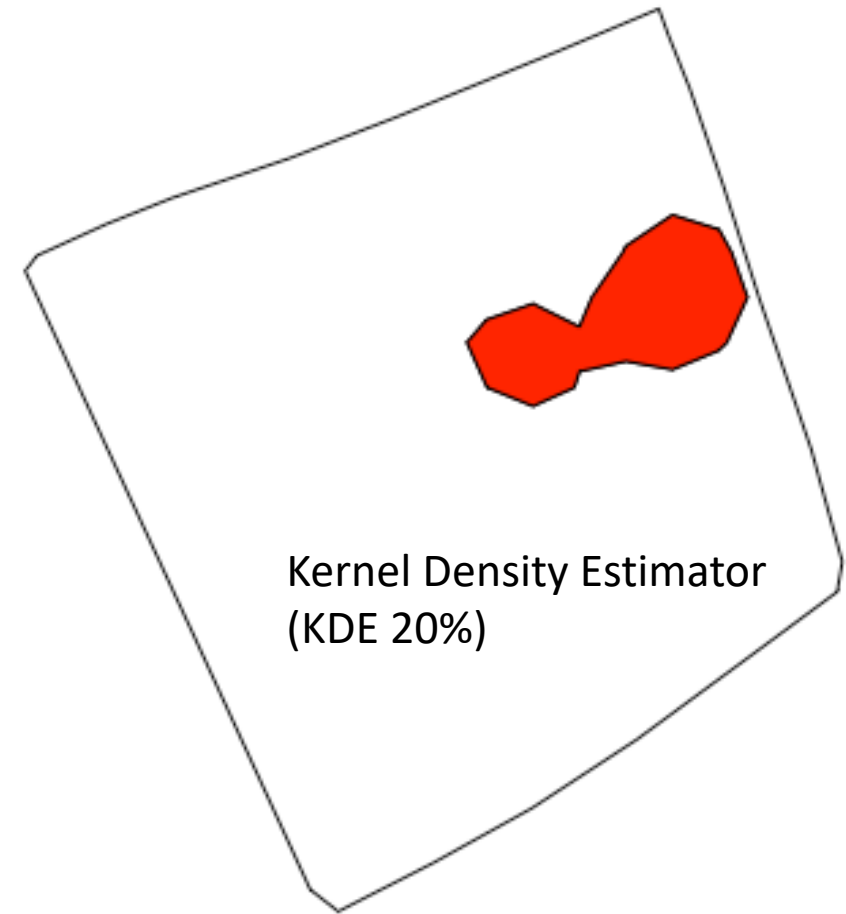
Méthode KDE (Kernel Density Estimator)

Plus le KDE est petit plus on se rapproche de la zone d'interaction maximale commune



Calculs d'espace vital « Kernel density estimator»,
sur l'ensemble des données (140 jours) avec une
probabilité de présence de 20% pour un individu

Name	surface	unités
F55592.csv	256,03	m ²

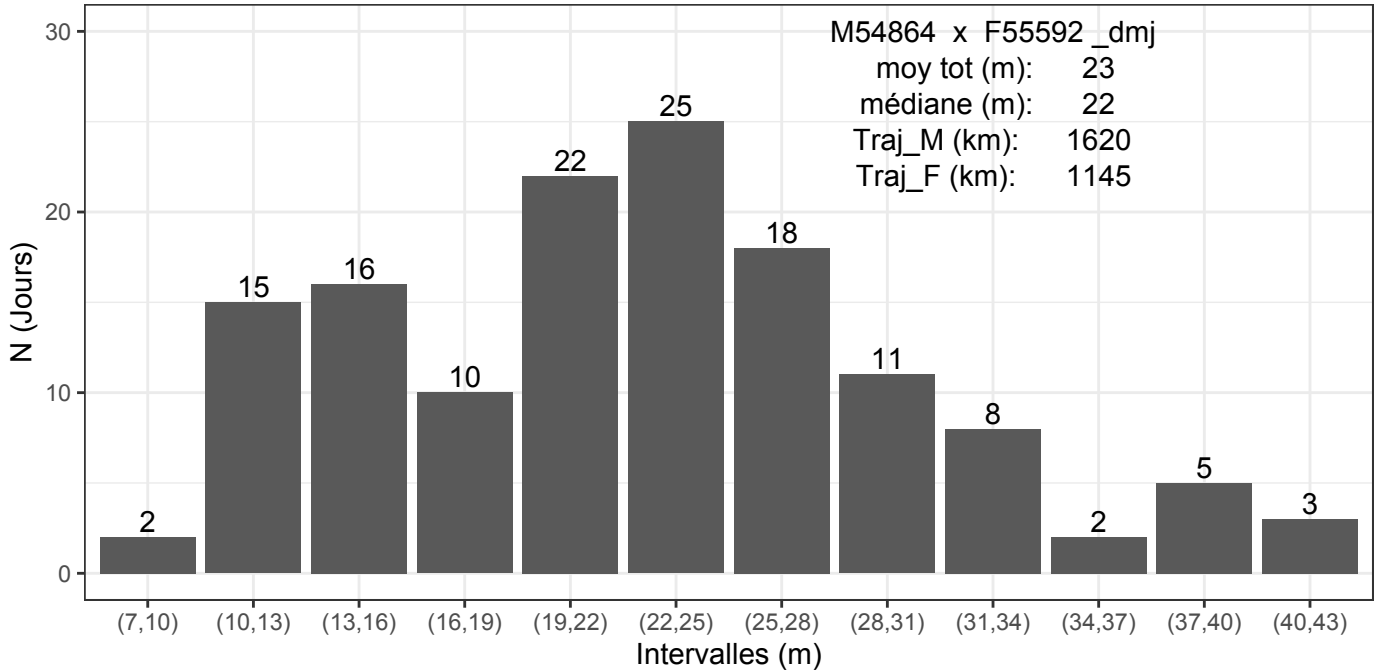
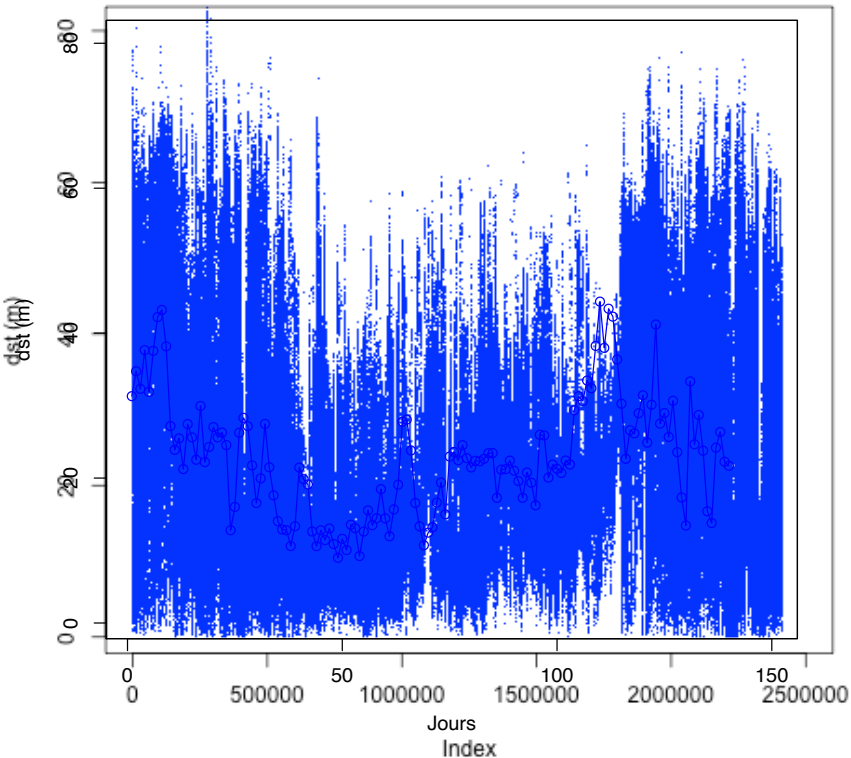


Exemple de calculs de distance entre M&F

Histogramme de fréquence par journée

Sortie de <script loop_align>

M54864 x F55592
M54864 x F55592_totale : 22.9
distmoy/J – sur la période : 22.9

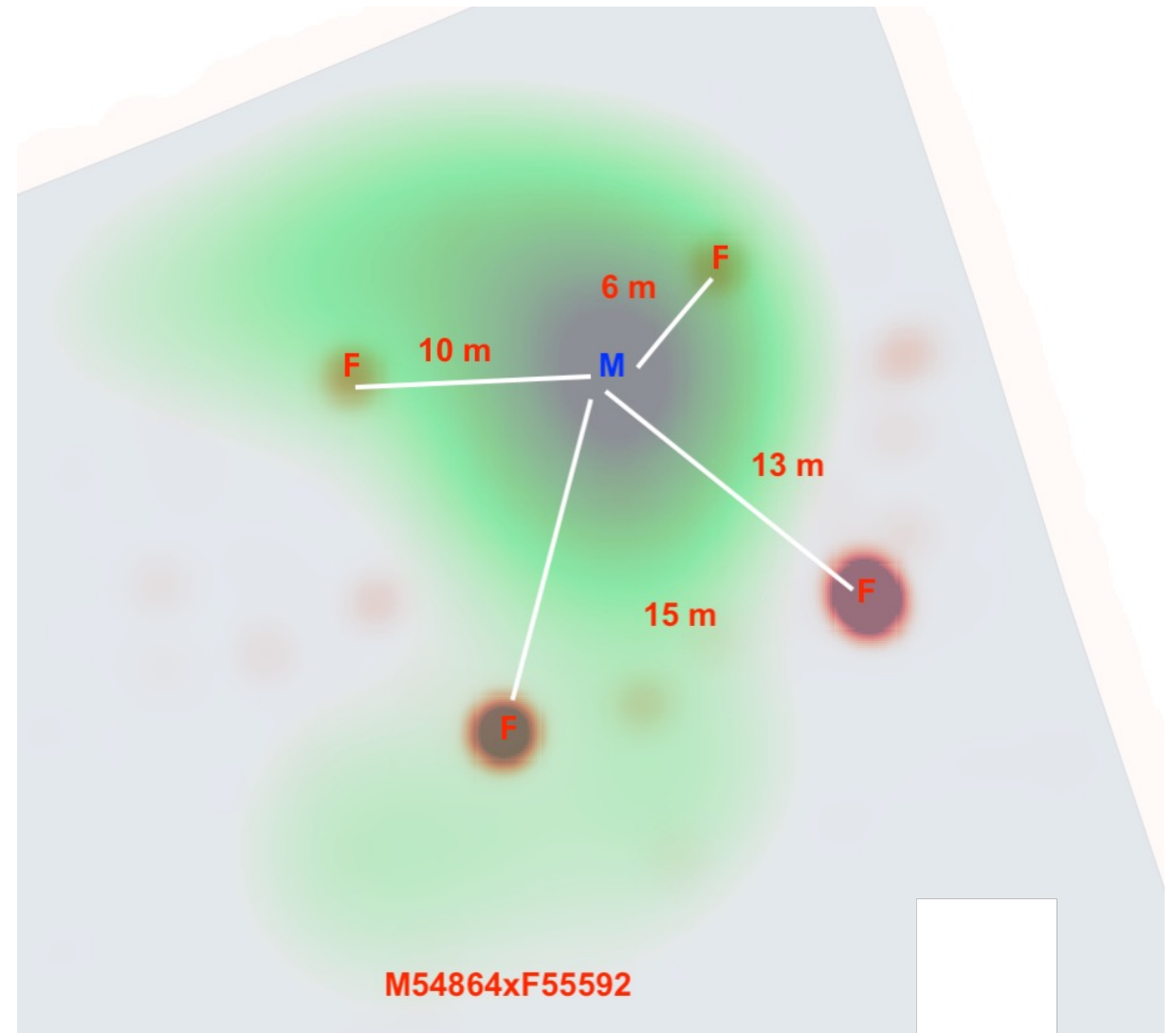


	Intervalles	Freq
1	(7,10)	2
2	(10,13)	15
3	(13,16)	16
4	(16,19)	10
5	(19,22)	22
6	(22,25)	25
7	(25,28)	18
8	(28,31)	11
9	(31,34)	8
10	(34,37)	2
11	(37,40)	5
12	(40,43)	3

Analyse globale des différents résultats ...

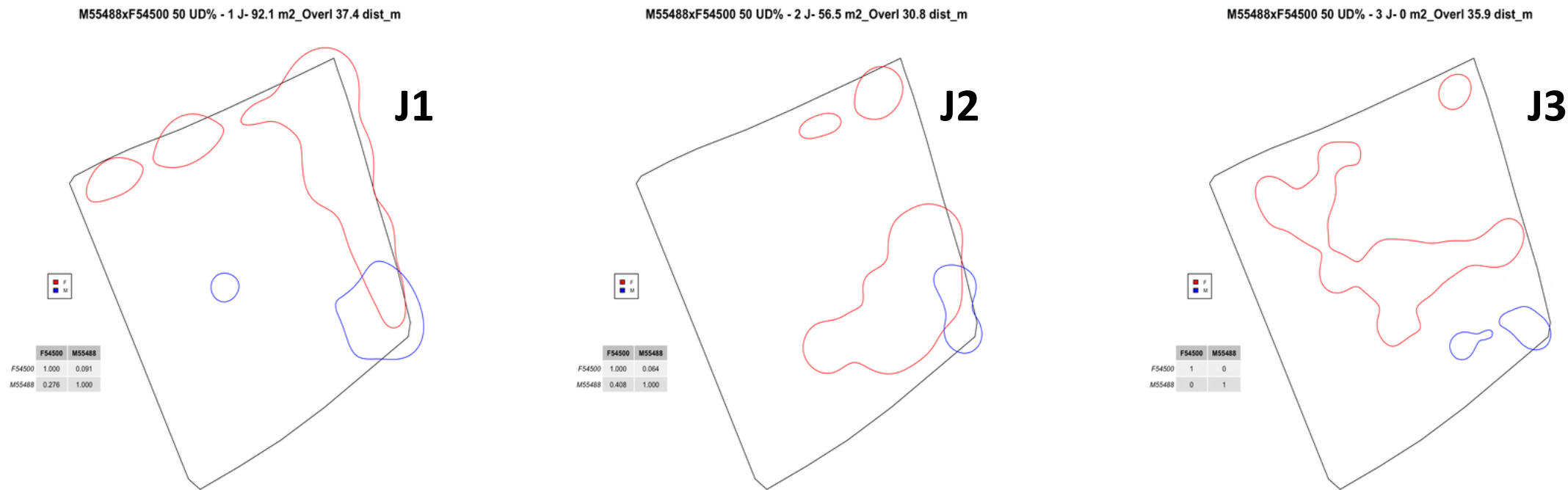
Ex. ici, superposition des « heat map » pour identifier les zones potentielles de formation de nids ou de forte interaction M-F sur des données de **1 mois**.

Pour ces deux individus il semble qu'il y a une certaine interaction au cours de ce mois (Mâle en vert et Femelle en rouge)



Analyse type « Heat map » ou carte de chaleur
Ici avec Qgis

Pour avoir une idée précise des interactions on doit analyser plus finement les données avec des pas de temps de 1 jour par exemple ou moins <script kernel overlap>



Ici avec un KDE de 50% et trois jours consécutifs
UD% : Utilization Density = KDE%


```
#KERNEL OVERLAP M/F_F/M
#Permet de calculer le KDE d'un fichier csv créé par <loop_align> d'interaction
#entre 1 mâle et 1 femelle
#en sélectionnant (voir encadré) le paramètre h et le pourcentage de présence
#Reste quelques ajustements pour le choix du fichier et les sorties
#subsetting.R
# © Jésus Nunez, 2022
```

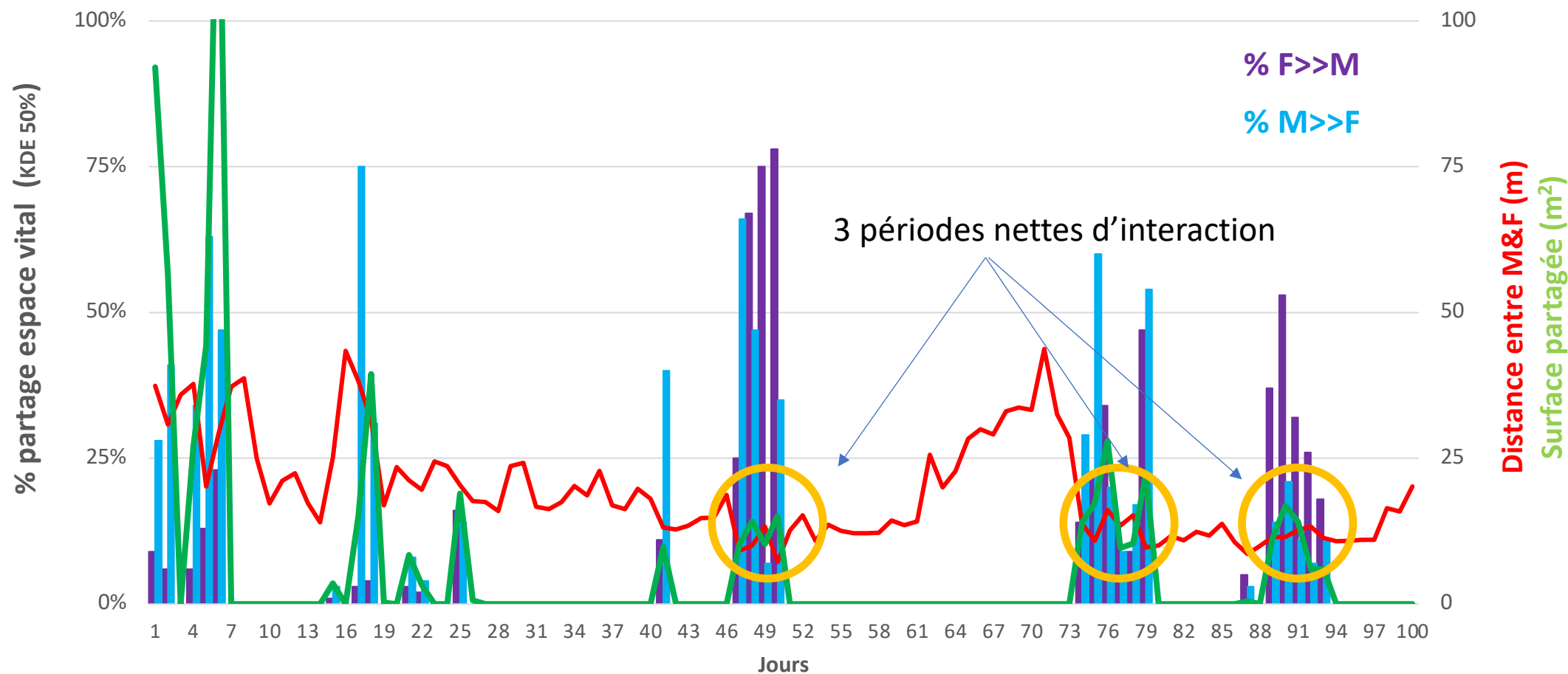
```
#####
```

```
h = "href" # rayon pour calcul de KD
percent = 50 # 50% des points
grille <- 800 # grille pour calcul overlap et getvertices
intervalle = 17280 # nombre de points par série, 1pt pour 5 s
# (1H =720, 12H=00, 8640 24H=17280,
# Semaine=120960, mois=518400)
#
```

```
#####
```

```
options(max.print = 35)
options(warn = -1)
library(photobiology)
library(tcltk)
library(tcltk2)
library(progress)
library(raster)
library(data.table)
library(sf)
library(sp)
options("rgdal_show_exportToProj4_warnings" = "none") #Elimine les warnings sur la version de rgdal
library(rgdal)
library(adehabitatHR)
library(dplyr)
library(readr)
library(tuneR)
```

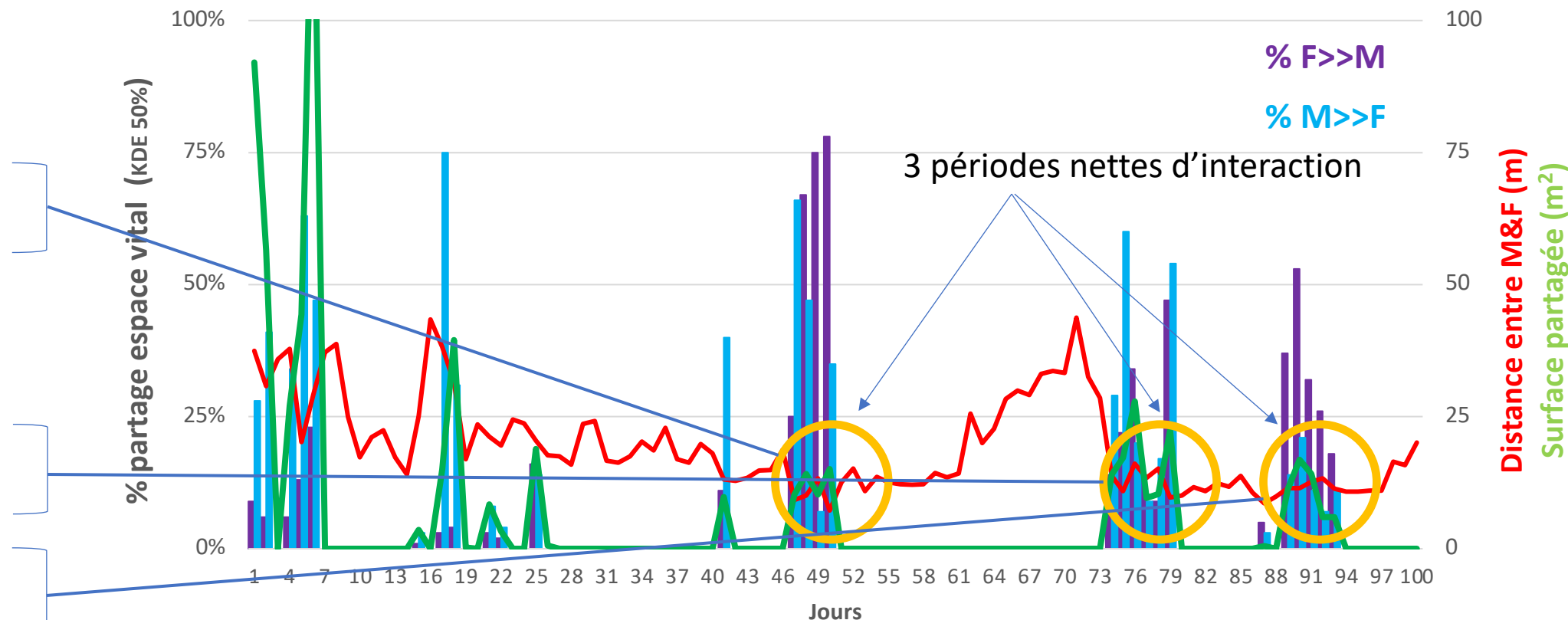
Exemple d'interactions Mâle/Femelle



Exemple de sortie
du script
<kernel overlap>

Interactions Mâle/Femelle

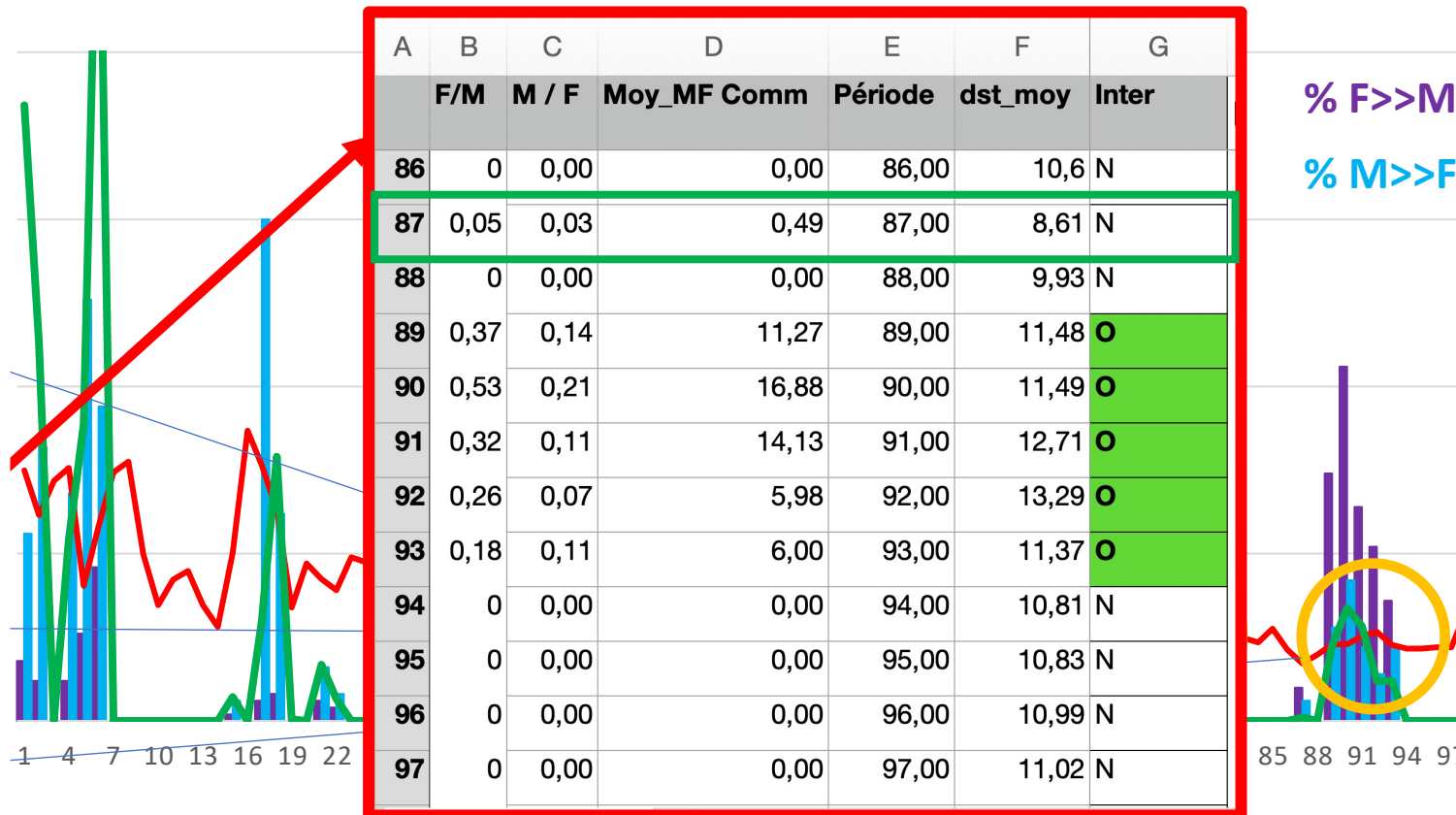
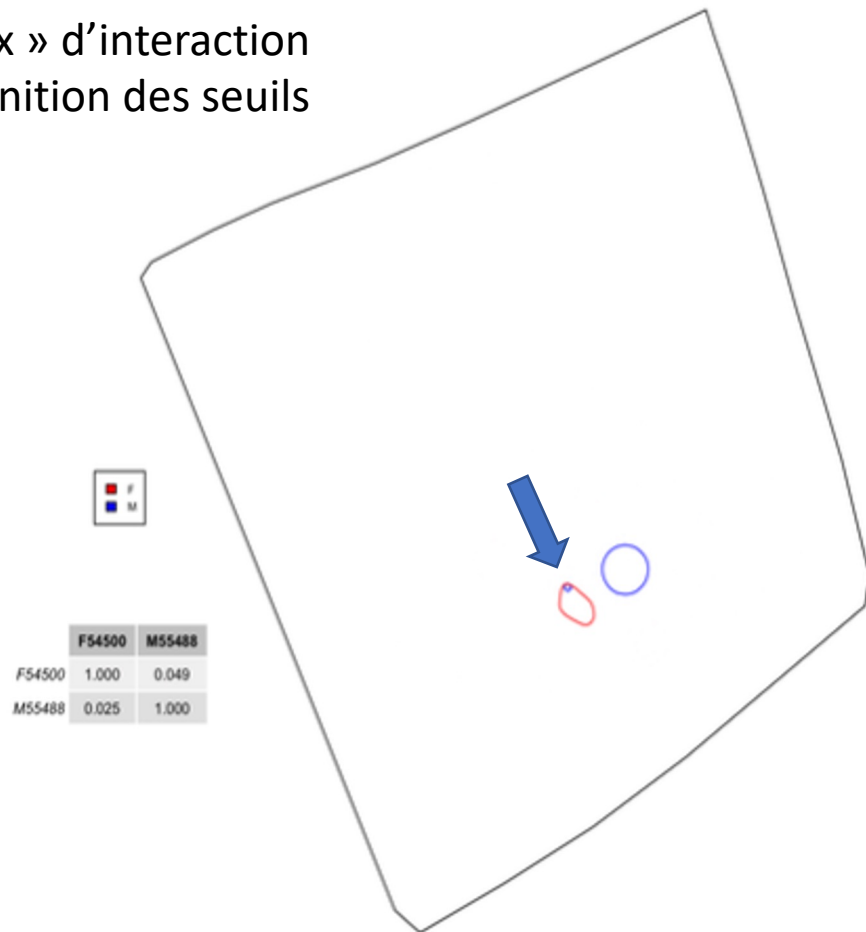
Time	M	F	Min	Max	Comm	Period	det. moy	Inter
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N



M55488xF54500 50 UD% - 87 J- 0.5 m2_Overl 8.6 dist_m

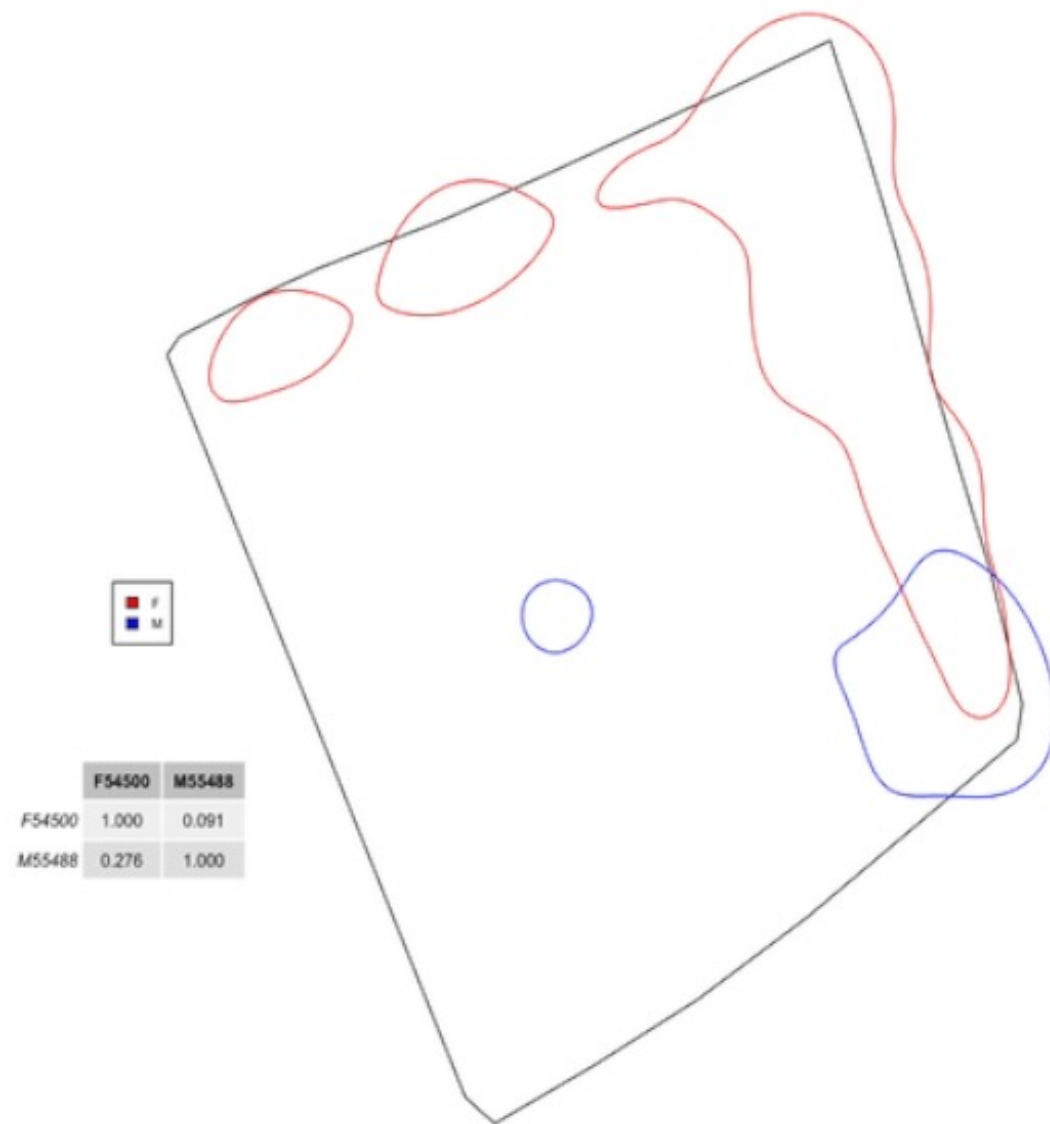
Interactions Mâle/Femelle

« Index » d'interaction
et définition des seuils

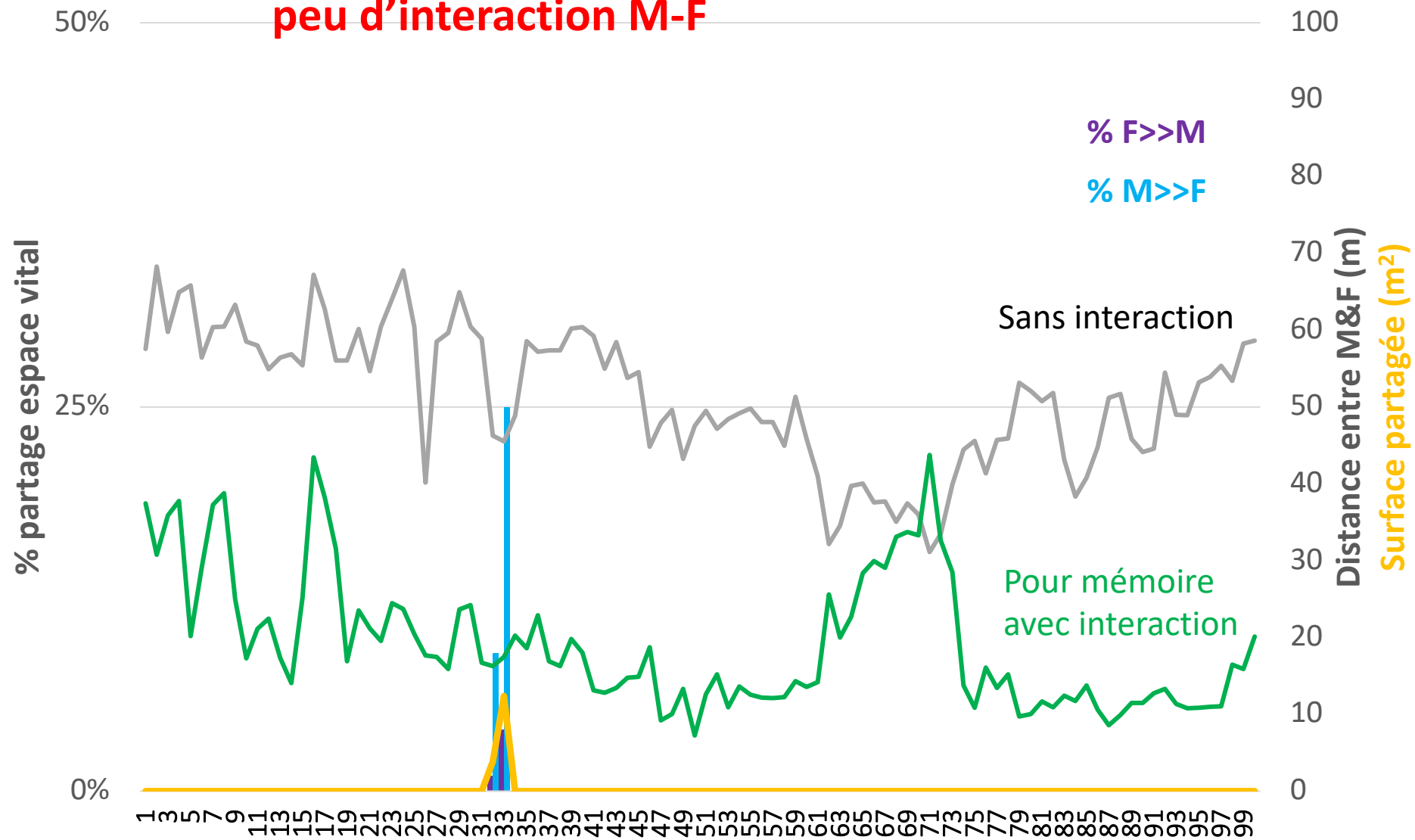


86	0	0,00	0,00	86,00	10,6	N
87	0,05	0,03	0,49	87,00	8,61	N
88	0	0,00	0,00	88,00	9,93	N

M55488xF54500 50 UD% - 1 J- 92.1 m2_Overl 37.4 dist_m

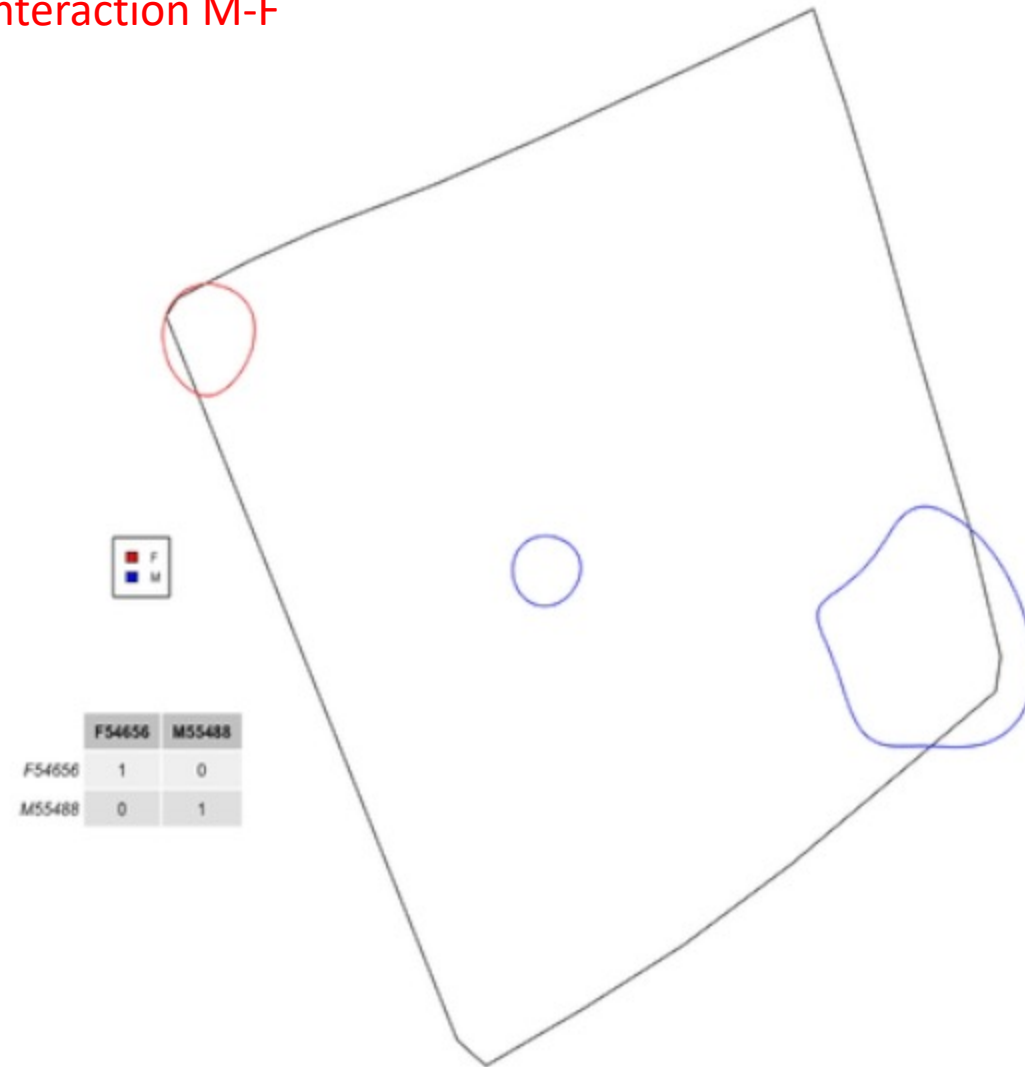


Suivi de 100 jours avec très peu d'interaction M-F

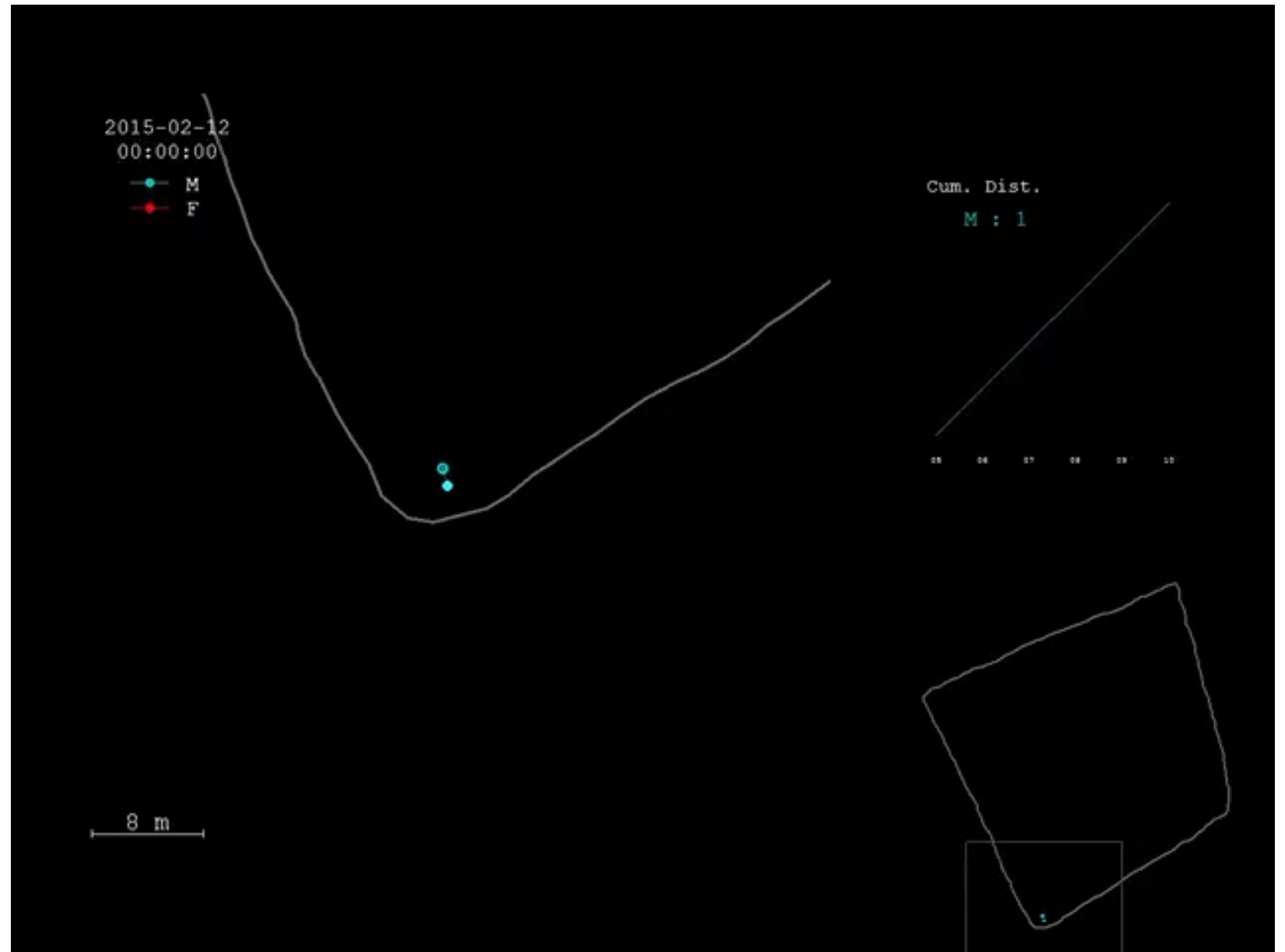


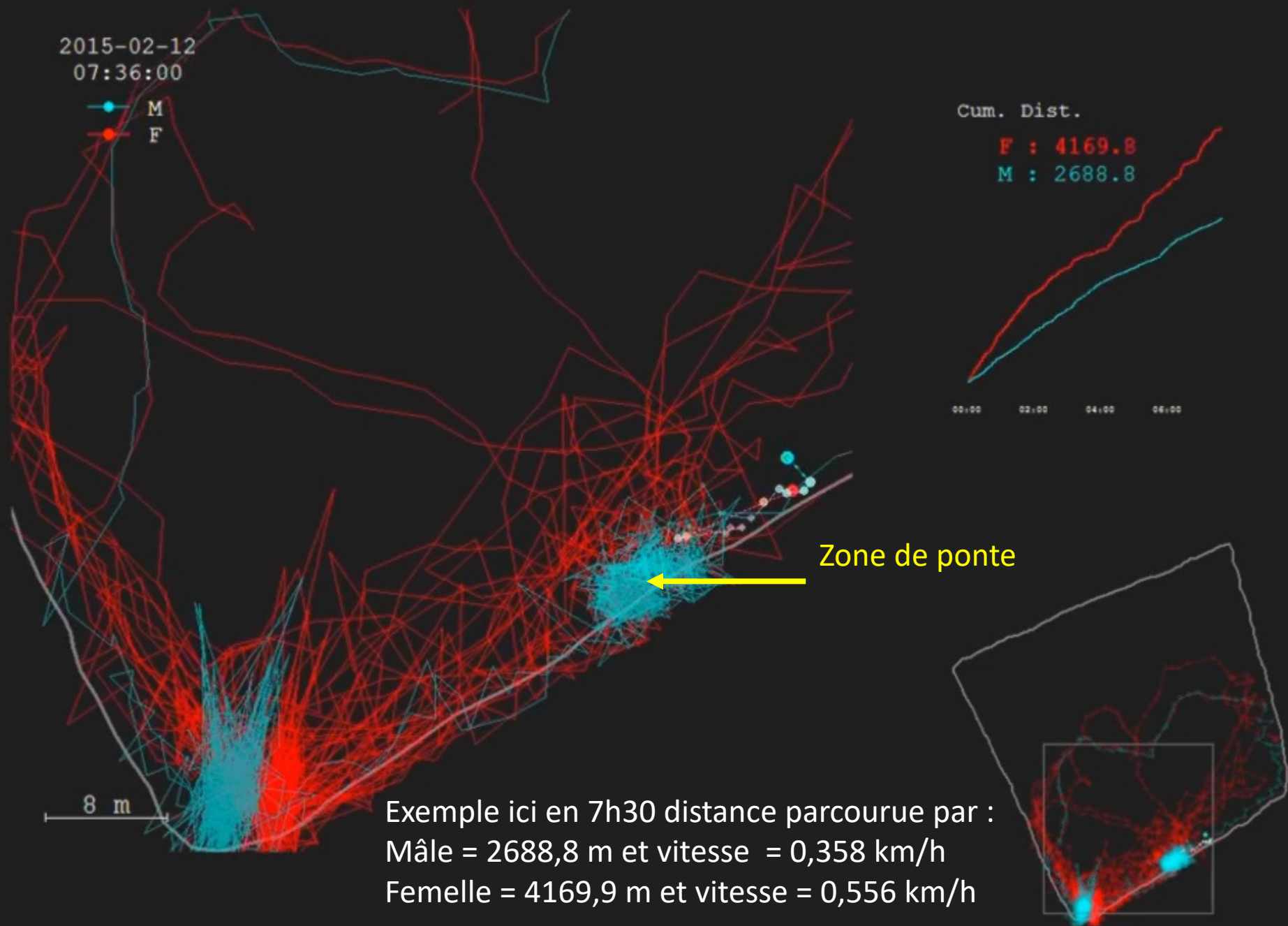
M55488xF54656 50 UD% - 1 J- 0 m2_Overl 57.6 dist_m

Suivi de 100 jours avec très
peu d'interaction M-F



Visualisation des interactions M-F en « temps réel » accéléré





Perspectives

Finalisation des analyses (100 interactions M-F au total)
pour *Arapaima gigas* avec différents pas de temps

Poursuite du travail de terrain sur *Heterotis niloticus*
en Côte d'Ivoire en collaboration avec Daniel Koua
INPHB/ESA – programme CompRep2

Merci pour
votre
attention...

