

# Capteurs de proximités et analyse de réseaux sociaux chez les animaux d'élevage

*Applications en milieux ouverts*



Jean-Baptiste Menassol (UMR SELMET)  
Séminaire ADAMEP – 06 Novembre 2023

## Pourquoi s'intéresser aux relations entre individus ?

Chez animaux sociaux (dont font partie les animaux d'élevage) **le groupe est l'unité d'expression des comportements individuels**. Les interactions entre individus permettent le développement et l'expression de processus :

Coopération – Apprentissage – Choix du partenaire sexuel

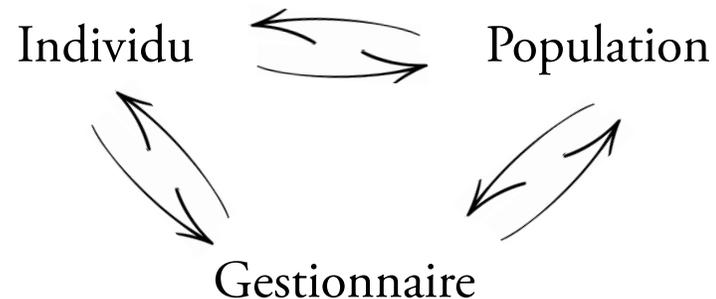
L'acquisition d'une donnée relative aux relations entre individus (interactions, associations spatiales) permet d'avoir une **approche quantitative de la structure sociale d'un groupe** et des interactions entre individus.

L'**analyse de réseaux sociaux** : processus de construction et d'analyse de structures sociales complexes à partir d'interactions au niveau individuel

## Pourquoi s'intéresser aux relations entre individus ?

Un gain d'intérêt pour l'analyse de réseaux sociaux chez les animaux d'élevage :

- Un corpus de méthodes d'analyses pour une même forme d'expression des données tout en pouvant attribuer des variables explicatives issues de plusieurs champs disciplinaires
- Un récent développement des outils numériques pour l'acquisition en continu et à distance des relations interindividuelles d'intérêt
- Un manque d'études chez les espèces d'élevage



## **Pourquoi s'intéresser aux relations entre individus ?**

Une approche complémentaire aux études de sociabilité des individus (statut social et organisations interindividuelles) et aux relations éleveurs – animaux d'élevage.

Des champs d'application étendus: du bien-être animal aux dynamiques épidémiologiques

- (i) Objectiver les processus d'apprentissage** – ex : pour la consommation alimentaire dans les systèmes pâturant
- (ii) Améliorer les pratiques de conduite des animaux** – ex : pour la gestion des lots, pour les modalités d'utilisation des surfaces allouées aux animaux
- (iii) Améliorer les conditions de prise en charge du bien-être animal** – ex : en ayant une approche collective du bien-être animal

**S'inscrivant plus généralement dans des pratiques d'élevage dites de précision**

## **Pourquoi en milieux ouverts ?**

Des études précédentes, réalisées dans des élevages mobilisant au moins partiellement des bâtiments, ont révélé chez les bovins des associations spatiales entre individus conditionnées par un ensemble de facteurs interdépendants (race, âge, parité, niveau de production des individus) et, chez les bovins et porcins, une structuration complexe des relations agonistiques ou affiliatives.

**Des situations d'élevage peu anthropisées favorisent des structures sociales complexes qui participent aux capacités adaptatives du troupeau**

Chez les ruminants, les modalités d'organisation des individus en troupeau sont remarquables avec des rôles individuels spécifiques (initiation de comportements exploratoires ou apprentissage mère-jeune pour l'acquisition des préférences alimentaires et la composition de la ration)

**Deux domaines expérimentaux (Le Merle IAM – La Fage INRAE) offrent des conditions d'élevage adéquates**

# Enjeux scientifiques

- Mesurer des relations entre individus : **associations spatiales** (proximités)
- Sur de longues périodes et avec une fréquence d'enregistrements relativement importante
- Sur un grand nombre d'individus avec une composante mobilité importante

**Obtenir un suivi en continu et sur de longues durées** afin de pouvoir approcher des processus tels que l'apprentissage social.

## Des enjeux matériels

Les situations d'élevage extensives regroupent un certain nombre de contraintes pour les outils numériques notamment concernant :

Intégrité, autonomie (énergie et stockage), précision, transmission, maintenance

Les outils existants ne sont pas adaptés à ces conditions de suivis en termes de fonctionnalités, performances ou coûts

# Les dispositifs mobilisés

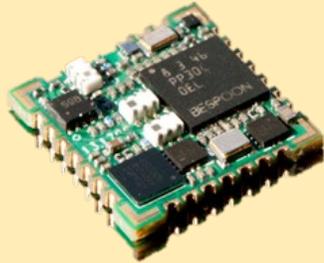
## Capteurs UHF Proximity loggers 2,4 GHz



Mesure de l'atténuation du signal entre paires de capteurs  
Précision  $\approx 3$  m  
Autonomie  $\approx 2$  mois (5 min)  
Coût  $\approx 80$  euros par animal

- Identification des individus à équiper dans un troupeau
- Impacts de l'expérience de vie précoce

## Capteurs UWB 3,25 – 4,75 GHz



RTLS – télémétrie bidirectionnelle  
Précision : 10 à 50 cm  
Autonomie  $\approx 1$  semaine (1 Hz)  
Coût  $\approx 1200$  euros par animal

- Probabilités de transmission d'une maladie virale

## Capteurs GNSS Corrections RTK

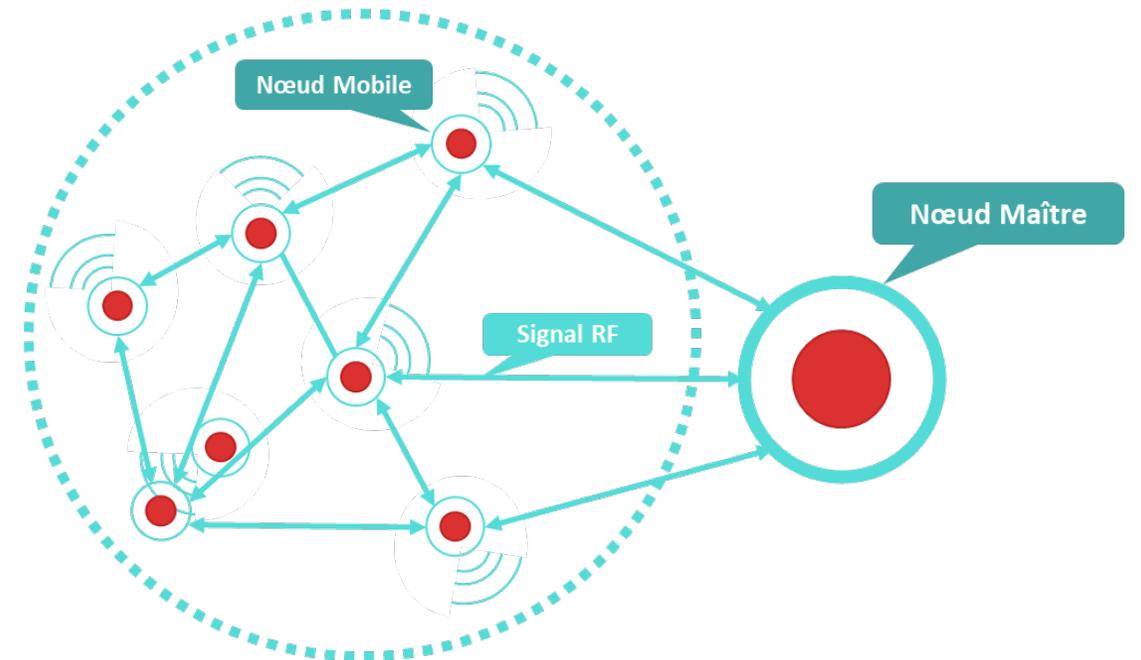
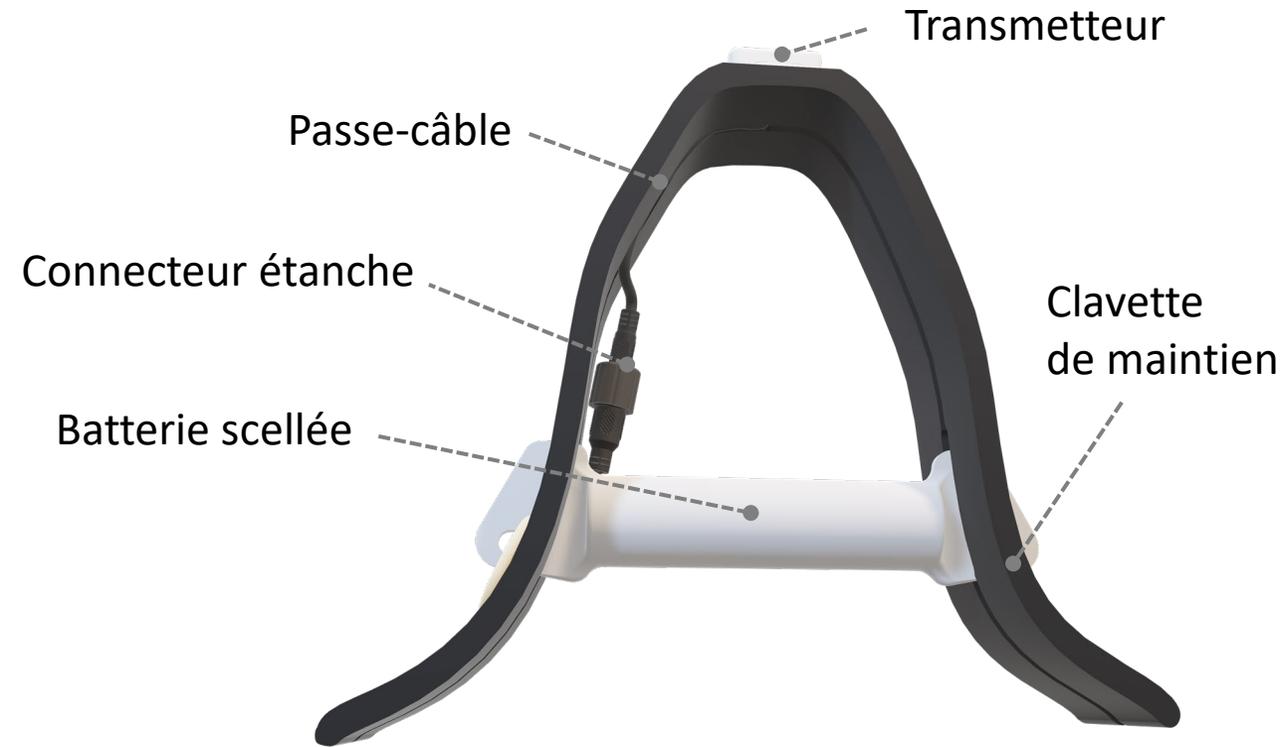


Pseudo-range et analyse de phase  
Précision : 1 à 50 cm  
Autonomie  $\approx ?$  (5 min)  
Coût  $\approx 400$  euros par animal

- Contacts faune sauvage et animaux domestiques, transmissions de parasites inter-animaux
- Dynamiques de regroupement

# Les capteurs UHF – proximity loggers

## Principes de l'outil numérique

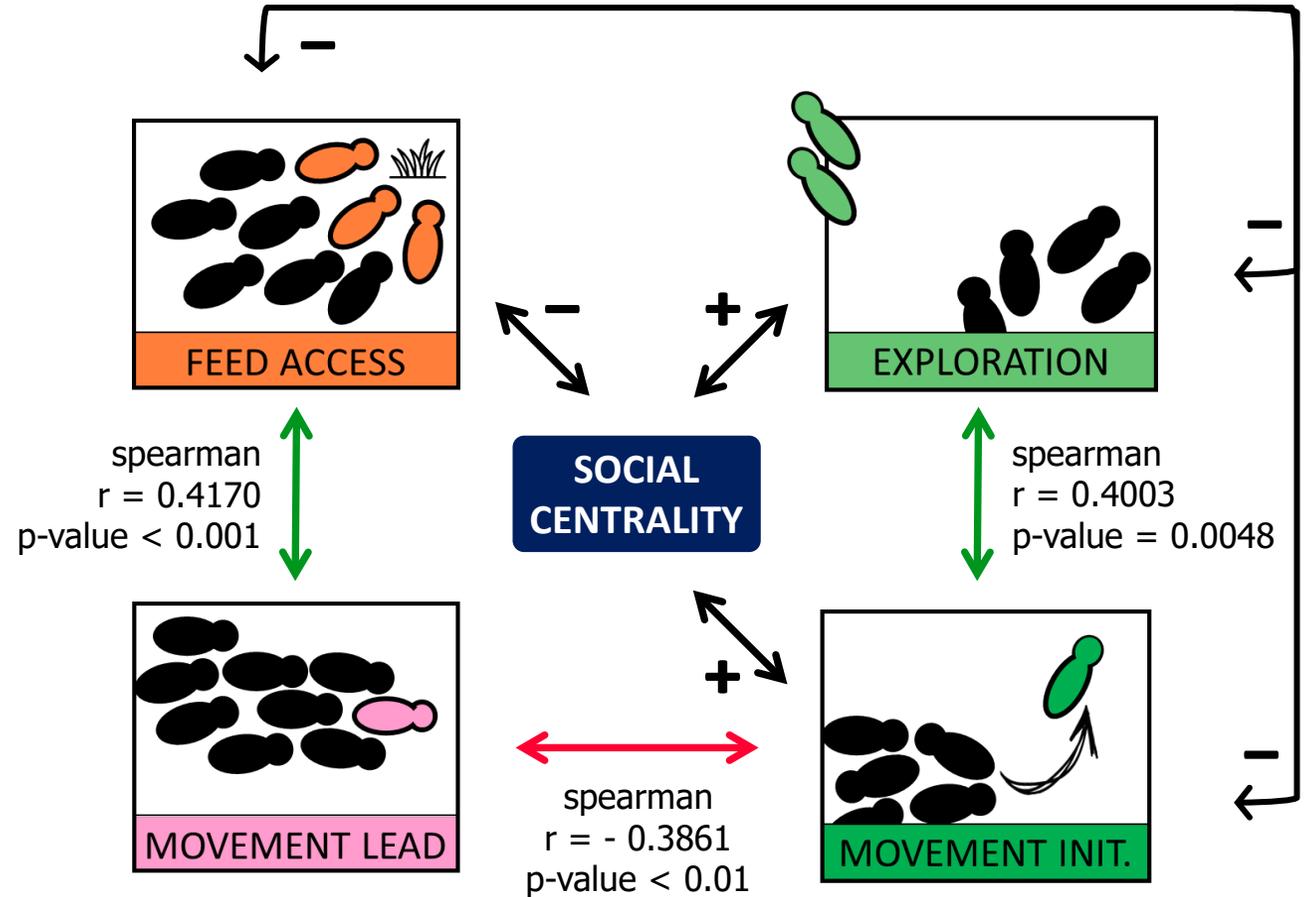
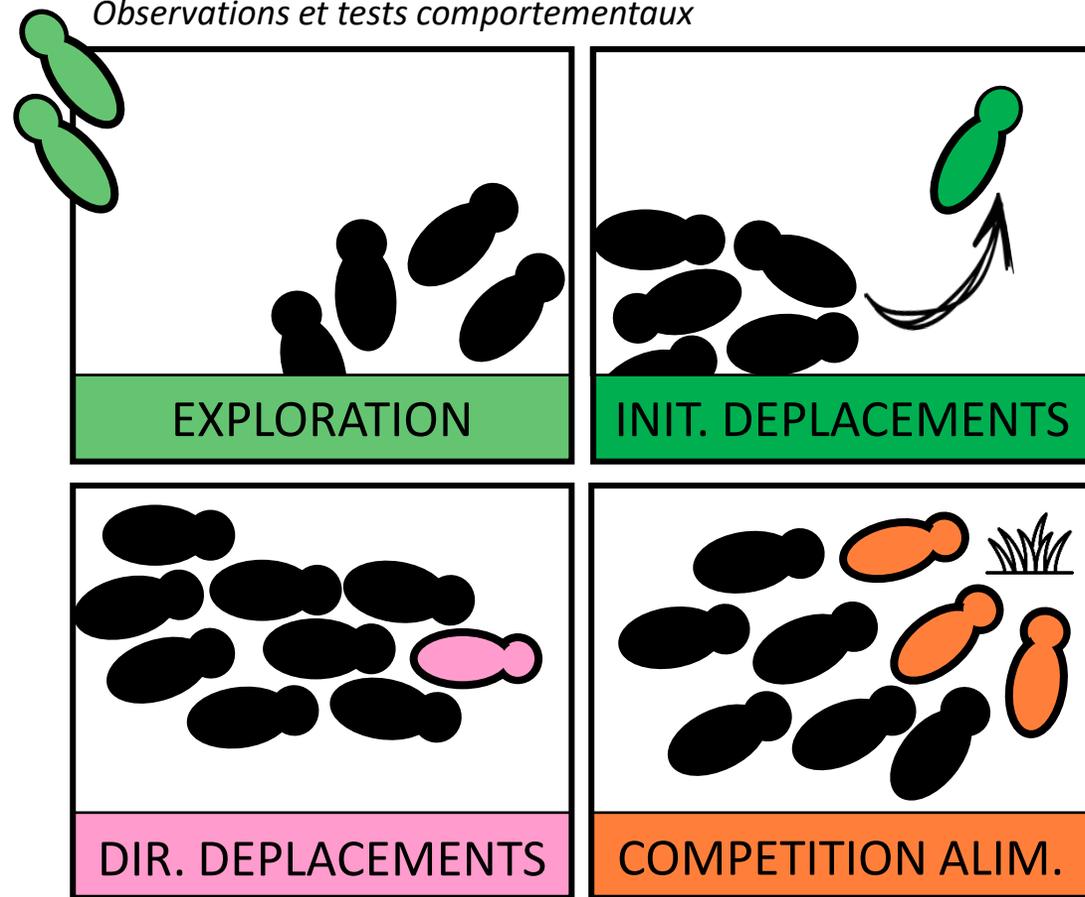


# Les capteurs UHF – proximity loggers

## Quels individus équiper dans un troupeau ?

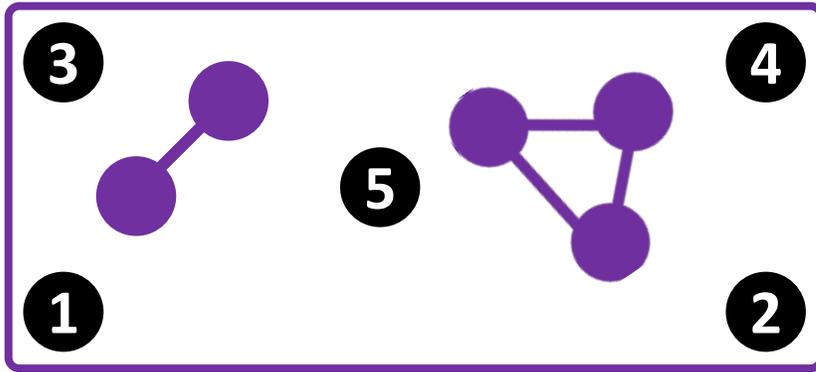
*Relier traits comportementaux et structure du réseau social*

Observations et tests comportementaux



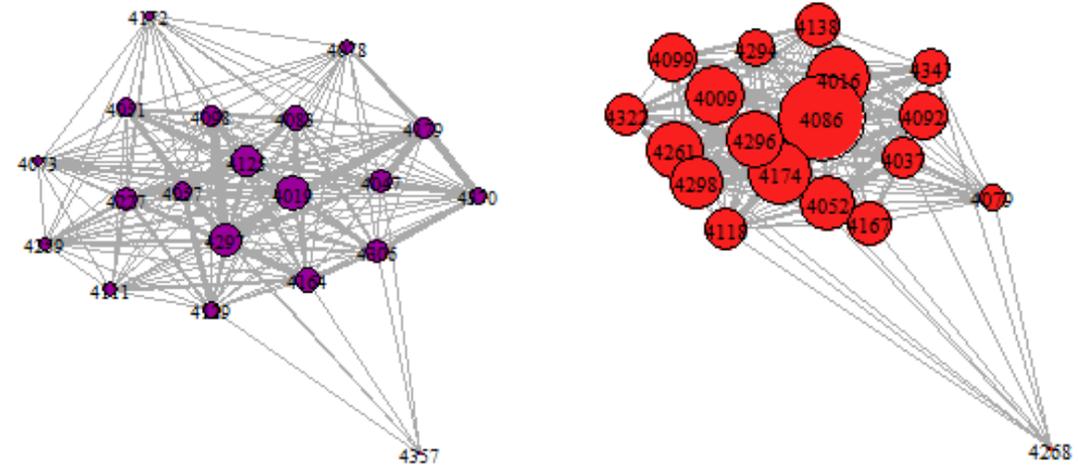
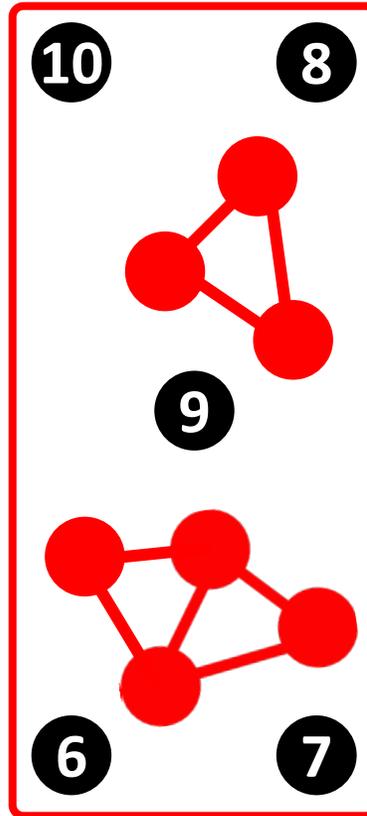
## Impacts de l'expérience de vie précoce sur la structure du réseau social

### Protocole SMARTER



AM allaitement maternel (n = 20)

AA allaitement artificiel (n = 20)



Des interactions complexes entre l'expérience de vie précoce (AM vs AA) et les lignées génétiques présentes au domaine expérimental de La Fage.

Conformes aux attentes dans le groupe AM et à l'opposé dans le groupe AA.

Des interactions probables avec l'environnement d'élevage.

## **Avantages et limites de l'outil**

### *Du côté des avantages*

Un capteur peu onéreux et programmable à volonté

Dispose de fonctions et fonctionnalités essentielles :

- Capacité à alterner des phases de travail avec des phases de sommeil électrique profond : autonomie
- Constitution d'un réseau maillé autonome
- Multiples possibilités du côté des configuration de déploiement

### *Limites du capteur et de l'outil*

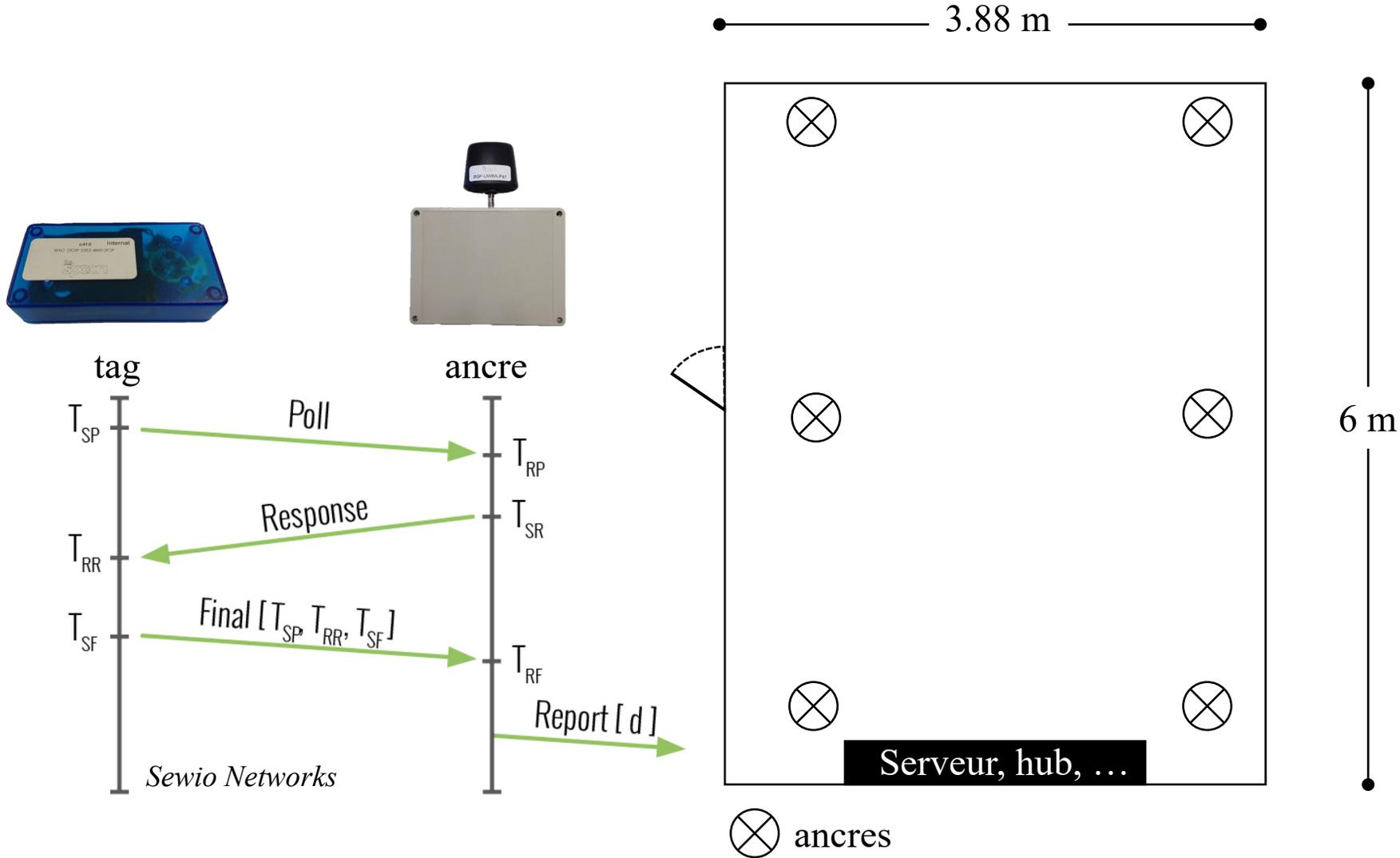
Le capteur n'est plus commercialisé (intégration au sein de solutions commerciales)

Des principes de fonctionnement limitants :

- Les proximités sont relatives
- La précision est limitée
- Les ondes RF ont un comportement difficilement maîtrisable

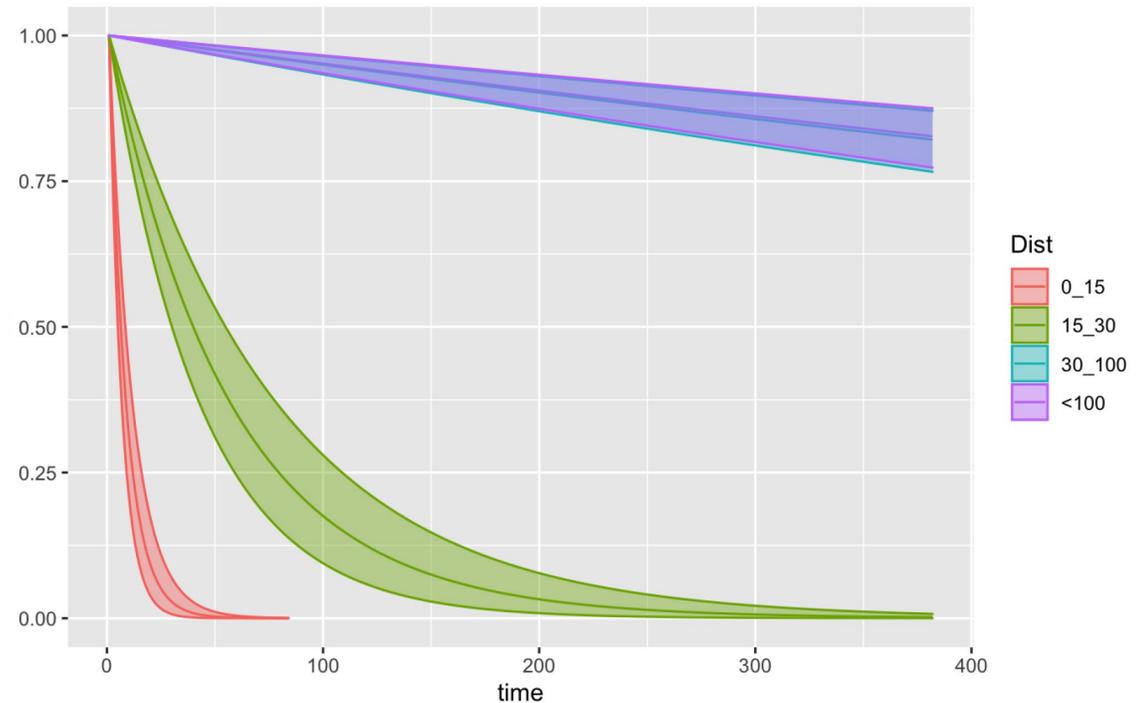
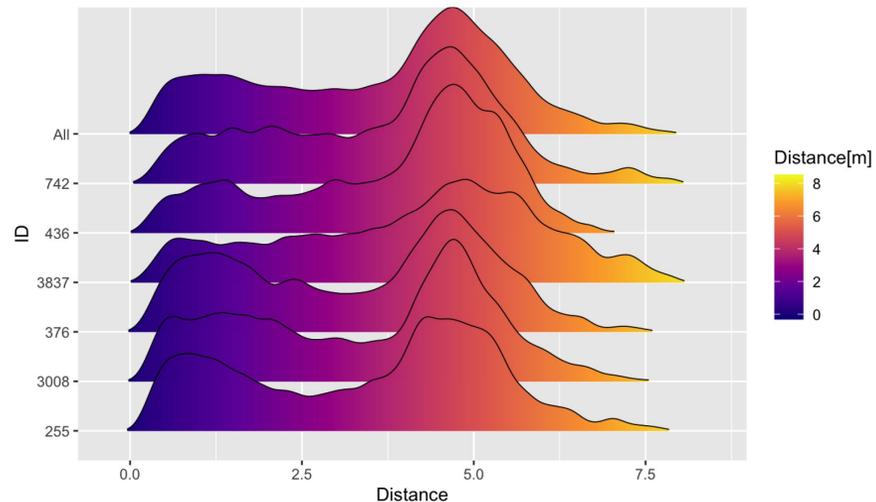
# Les capteurs UWB

## Principes de l'outil



## Hypothèses de travail

Une solution commerciale (BeSpoon) : probabilités de transmission d'un virus selon les proximités interindividuelles  
*A. Apolloni, A. Diallo (CIRAD)*



Fonction de survie pour les différentes catégories de distances

Une solution à développer (Qorvo, capteurs série DW-) : mesure des proximités en milieux ouverts  
*R. Bon (CRCA – Université de Toulouse), P. Chan (e-Whiz)*

## **Avantages et limites de l'outil**

### *Des avantages*

Bonne précision

Utilisable dans diverses configurations permettant la fixation des ancres

Robustesse de fonctionnement

Les coûts

### *Des limites à l'outil*

Les coûts

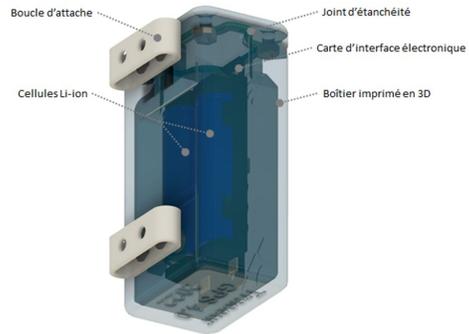
La capacité à développer une solution maison aboutie (Qorvo)

Une autonomie pour les tags (et les ancres en milieux ouverts) à déterminer

Des effets de l'environnement à contrôler, une installation à maîtriser (distance de communication avec les ancres)

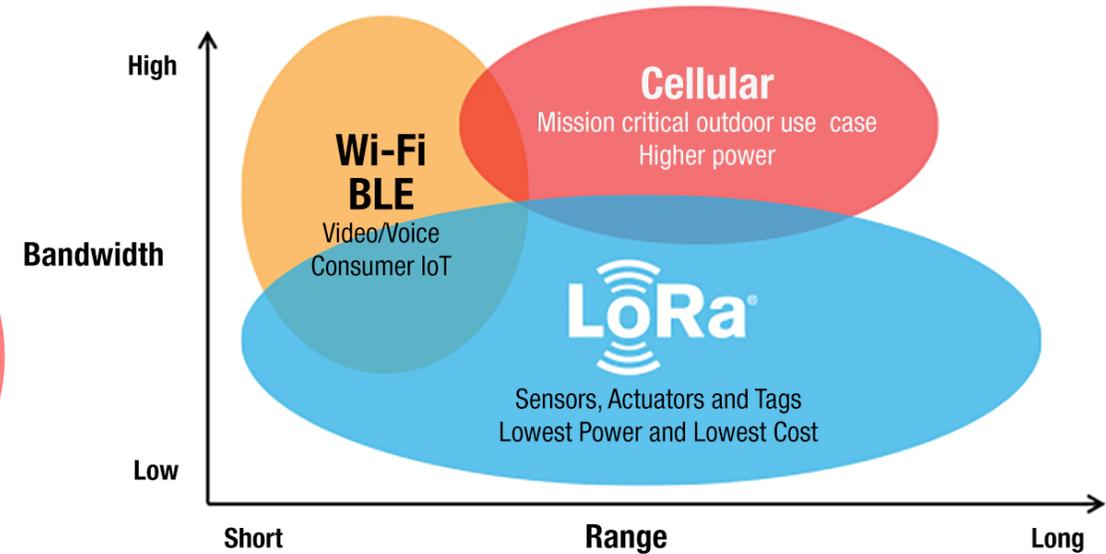
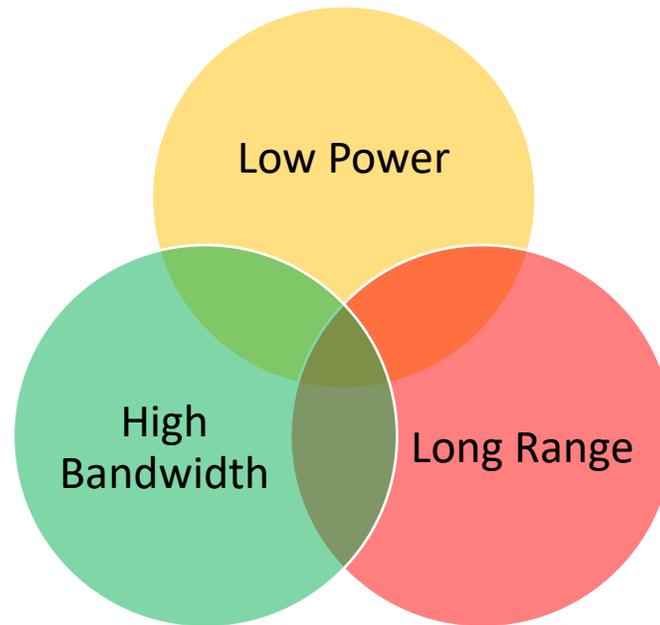
# Les capteurs GNSS

## Principes de l'outil



Des algorithmes de correction du positionnement par analyse de phase :

- RTK
- PPK

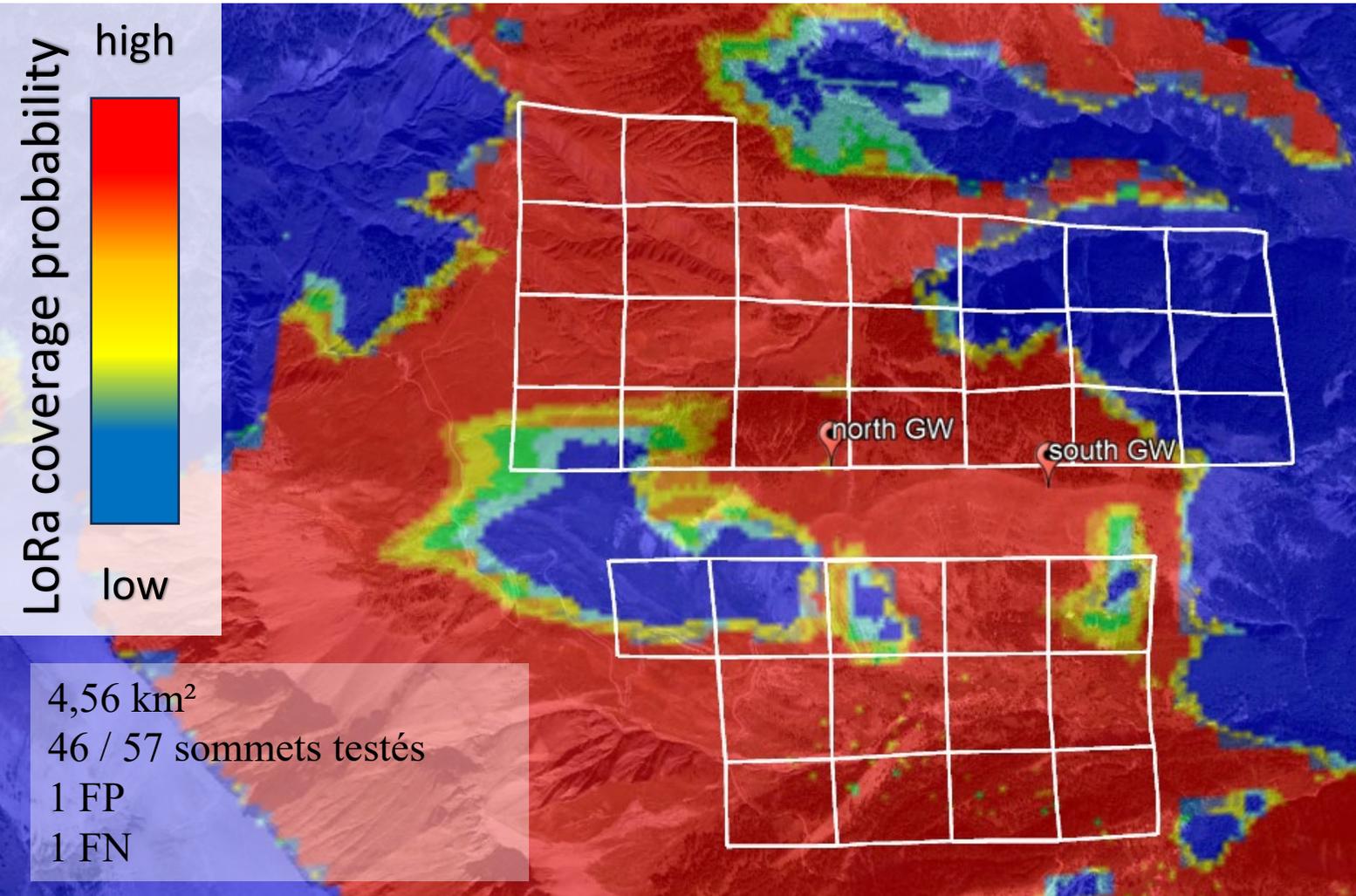


Transmettre des données : une affaire de compromis

# Les capteurs GNSS

## Hypothèses de travail

Transmettre des données de façon autonome, fiable et sur de vastes zones de suivi



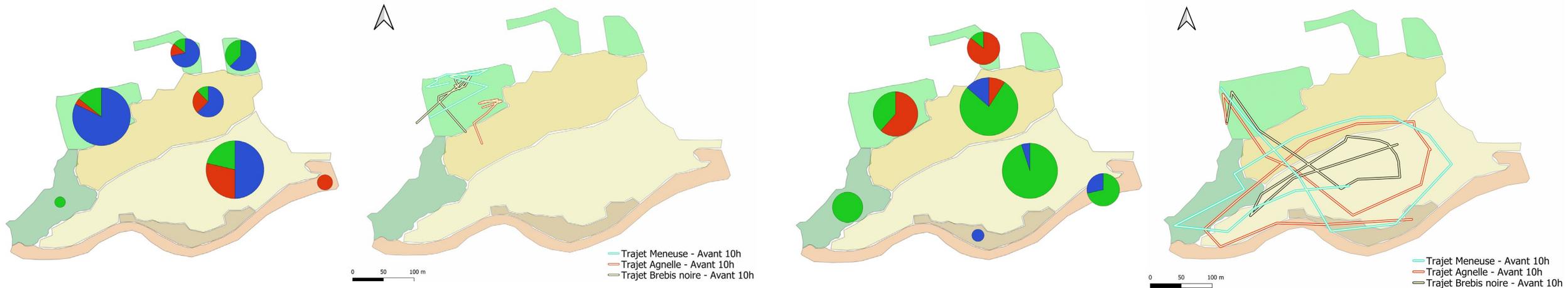
## Hypothèses de travail

Croiser des informations sur la localisation, le comportement et les proximités interindividuelles

Comportements :

- Pâturage rapide
- Pâturage lent
- Déplacement strict

- Les analyses de données GNSS permettent une analyse sommaire du comportement (3 à 4 catégories)



- Les analyses post-traitement (analyses de phase) permettent une bonne précision de positionnement
- Le croisement des localisations, activités et structures du réseau social offrent des perspectives d'analyses intéressantes :

Pression parasitisme (primo-infection et transmission)

Impact de l'environnement et des ressources sur le comportement des individus / du groupe

## **Avantages et limites de l'outil**

### *Avantages de ce type d'outils*

Un capteur bien rodé et connu des utilisateurs finaux

Si les conditions algorithmiques et environnementales le permettent, le degré de précision atteignable est important

Les coûts

### *Des limites à l'outil*

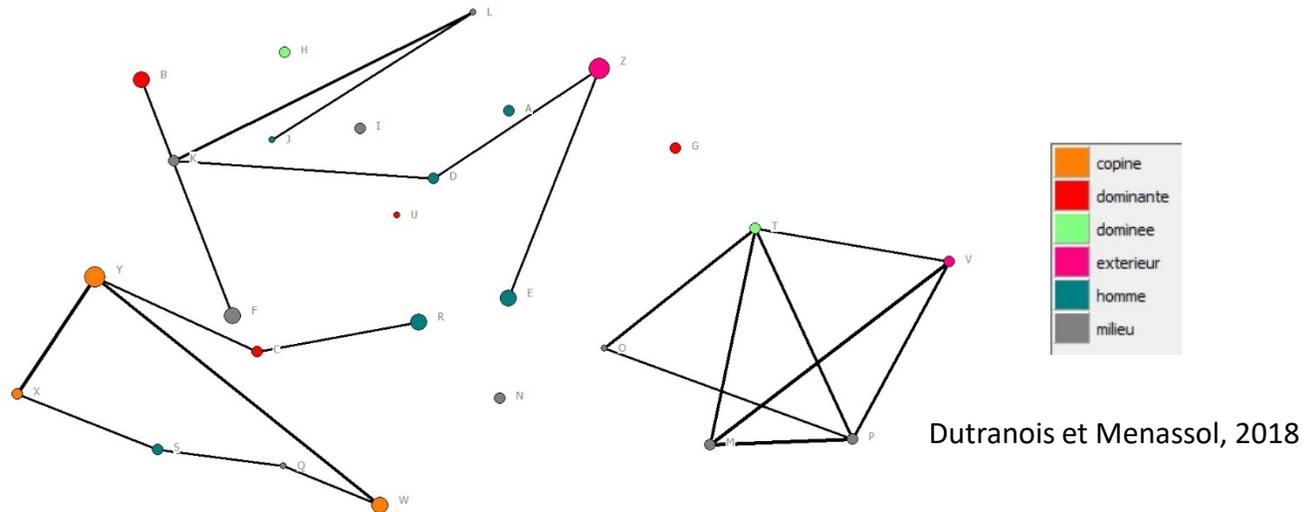
Les coûts

Encore des efforts de recherche et d'intégration à fournir (rtklib)

Ne fonctionne pas sous couverture occultante

Des couplages prometteurs avec **d'autres sources d'informations**

D'autres approches permettant de récolter **une information liant deux individus** (WoW, salle de traite)



**D'autres capteurs disponibles** (RFID UHF, BLE, radar, GPS satellitaire ...)

Aller plus loin dans **l'analyse des profils de regroupement** (leurs dynamiques, les individus, ...)

# Capteurs de proximités et analyse de réseaux sociaux chez les animaux d'élevage

*Applications en milieux ouverts*



Jean-Baptiste Menassol (UMR SELMET)  
Séminaire ADAMEP – 06 Novembre 2023