

# Moteurs écologiques et évolutifs de la réponse à l'aridité chez un rongeur africain

Hamilcar KEILANI

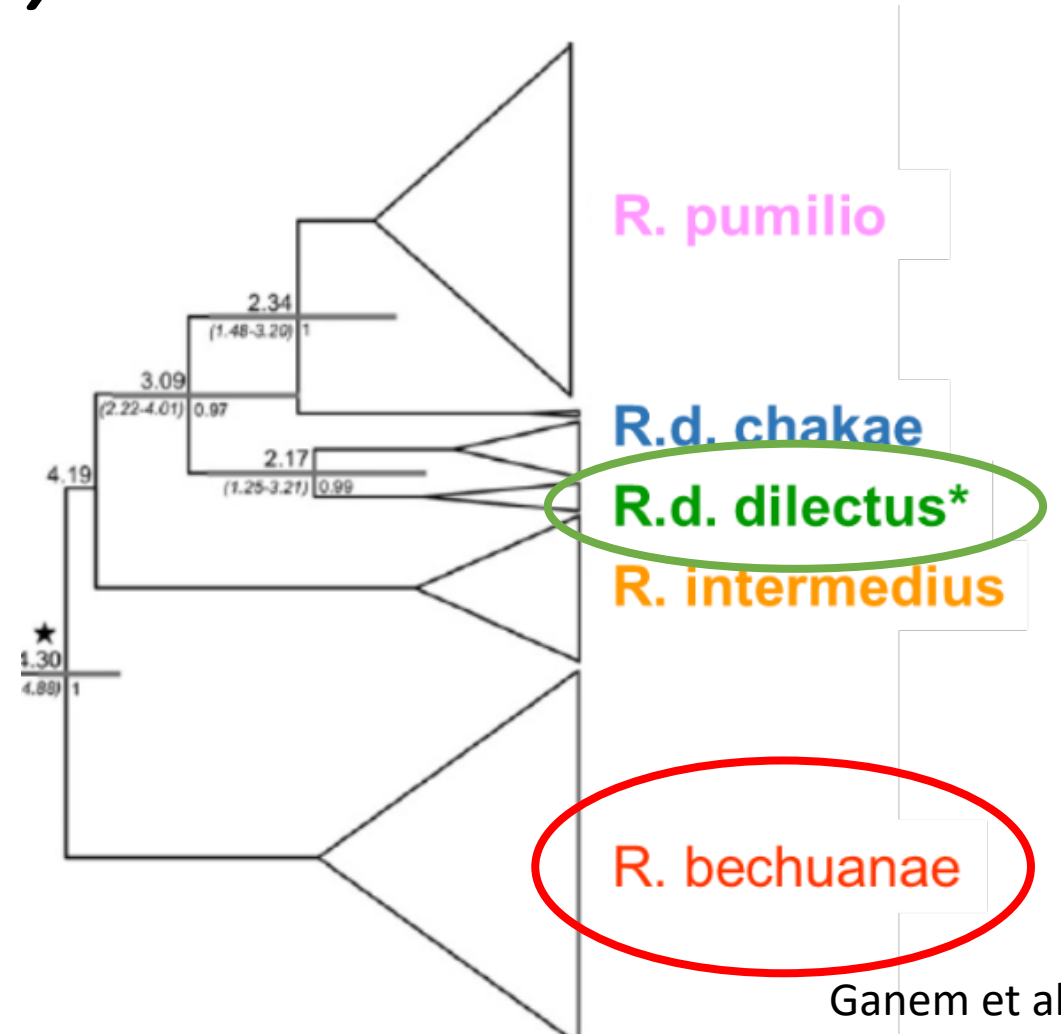
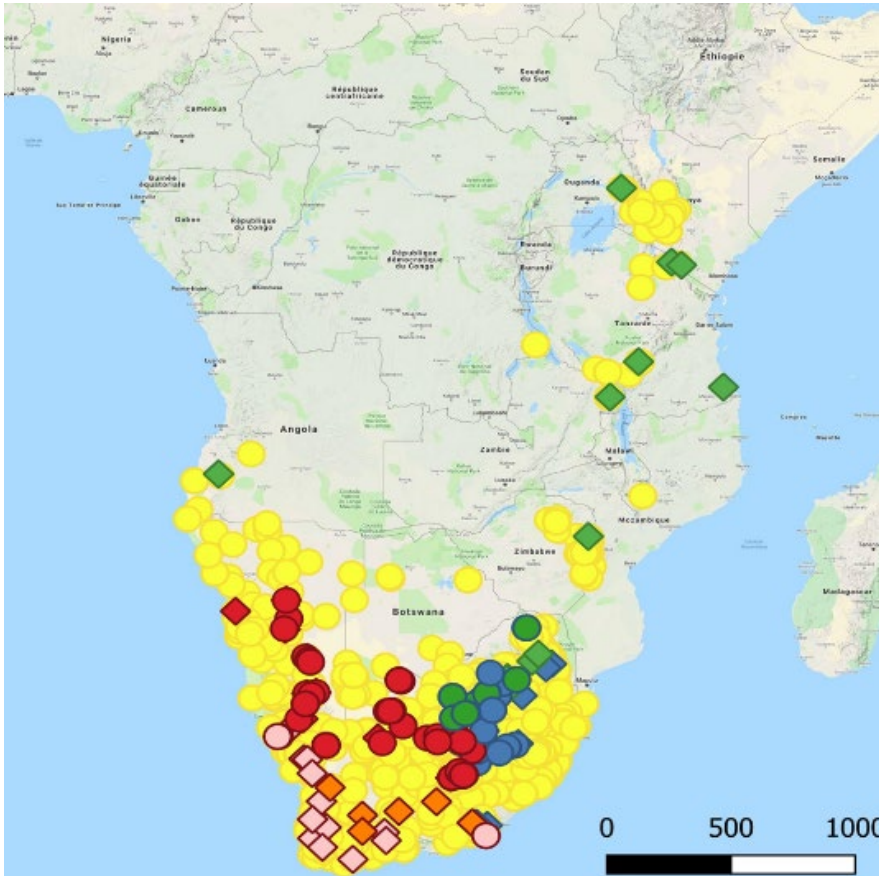
Sous la direction de Guila GANEM et Carole SMADJA

# Introduction

- Changements climatiques : augmentation de l'aridité, multiplication des épisodes de sécheresse...
- Réponse des organismes → distribution et conservation des espèces
- Besoin de plus d'études sur l'impact de l'aridité sur l'état physiologique *in natura*



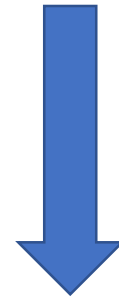
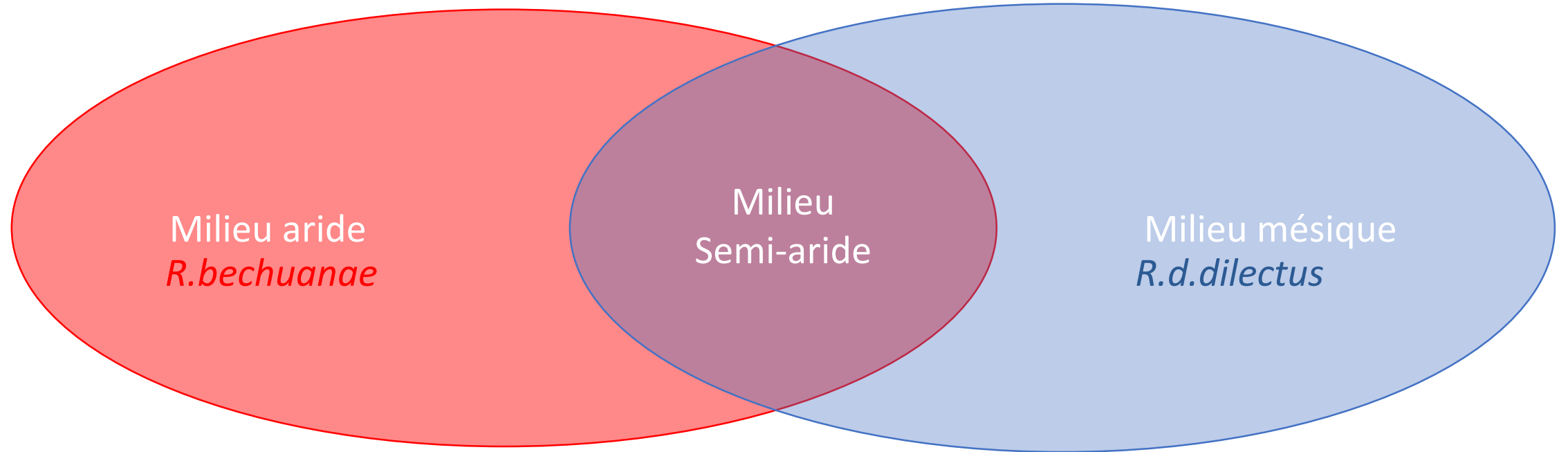
# Modèle biologique: *Rhabdomys bechuanae* et *d. dilectus*



Ganem et al., 2020

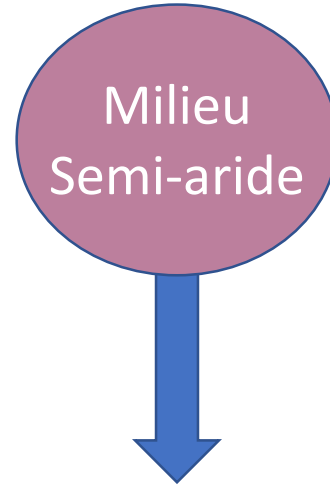
- Augmentation de l'aridité en Afrique Australe (récente + projections)

# Etude de l'impact de l'aridité dans la nature



**≠ réponses des organismes en saison sèche ?**

# Etude de la réponse à l'aridité dans la nature

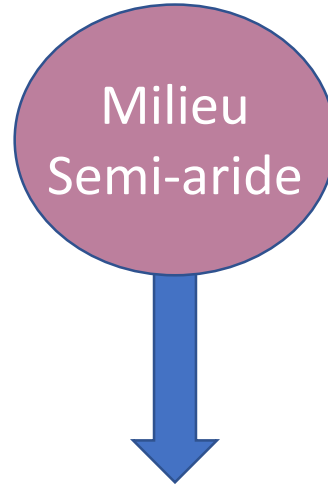


**Même zone climatique : ≠ réponses des organismes en saison sèche ?**

## **Phénotypes étudiés**

- Rein et foie : deux organes impliqués dans réponse aridité
  - Marqueurs Physiologiques
  - Transcriptome

# Etude de la réponse à l'aridité dans la nature



**≠ réponses des organismes en saison sèche ?**

## **Hypothèses**

- Pré-adaptation de *R.bechuanae* à l'aridité : *R.bechuanae* > *R.dilectus*
- Convergence des réponses dans un climat semi-aride : *R.bechuanae* = *R.dilectus*

# Physio : théorie

- Schoepf et al. (2017) : étude longitudinale sur *R.pumilio* avec information sur survie/non-survie à la saison sèche => 14 marqueurs sanguins du rein et du foie
- ➔ certains marqueurs particulièrement associés à la survie **en début de saison sèche**
- Analyse des concentrations dans le sang : Vetscan Abaxis VS2



# Vetscan Abaxis Comprehensive diagnostic profile :

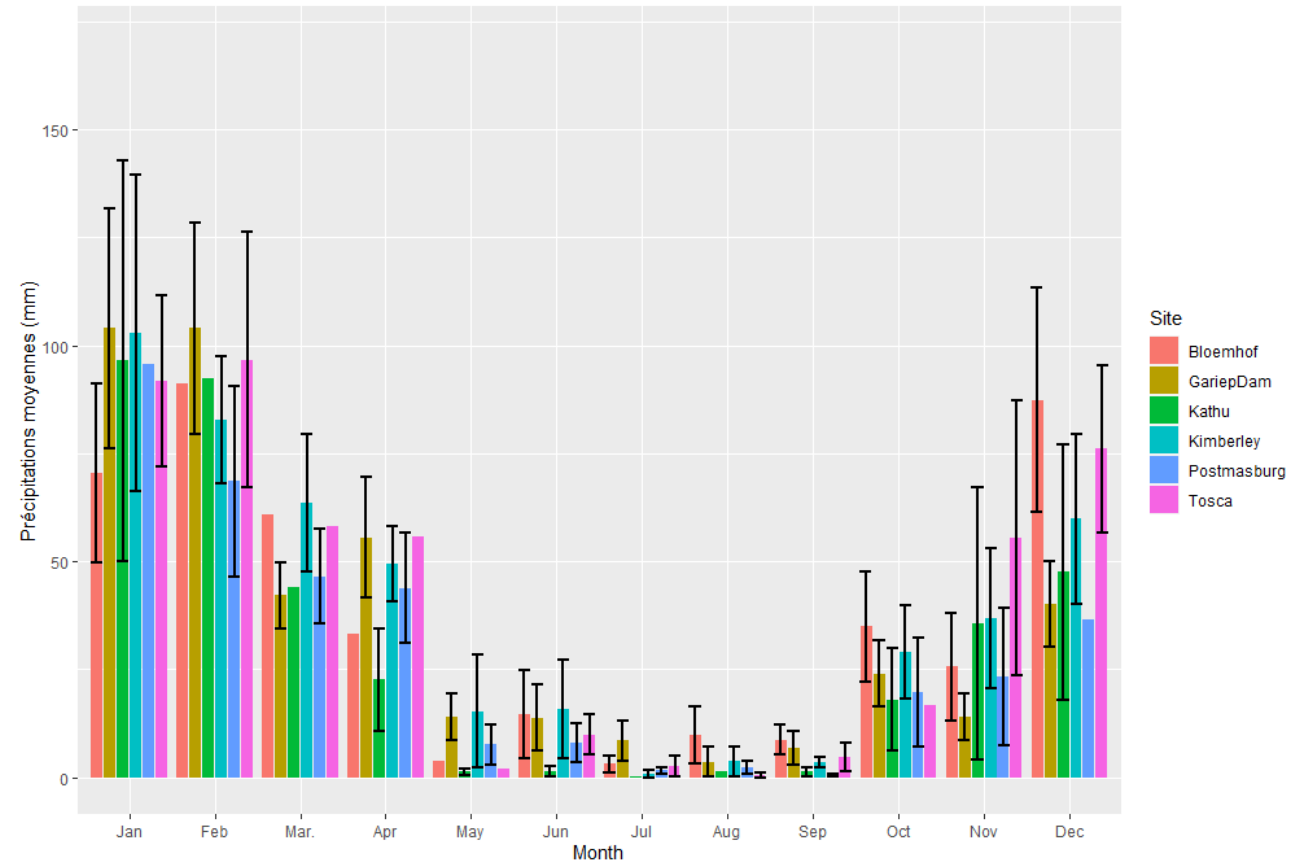
## 14 Marqueurs physiologiques

- **Nutrition, digestion** : Protéines Totales, Calcium, Amylase
- **Métabolisme** : Albumine, Glucose, Azote uréique, Créatinine
- **Osmorégulation** : ions Potassium, Sodium et Phosphore
- **Immunité, dommages** : Globuline, Alanine Aminotransférase, Bilirubine totale



# Physiologie et climat

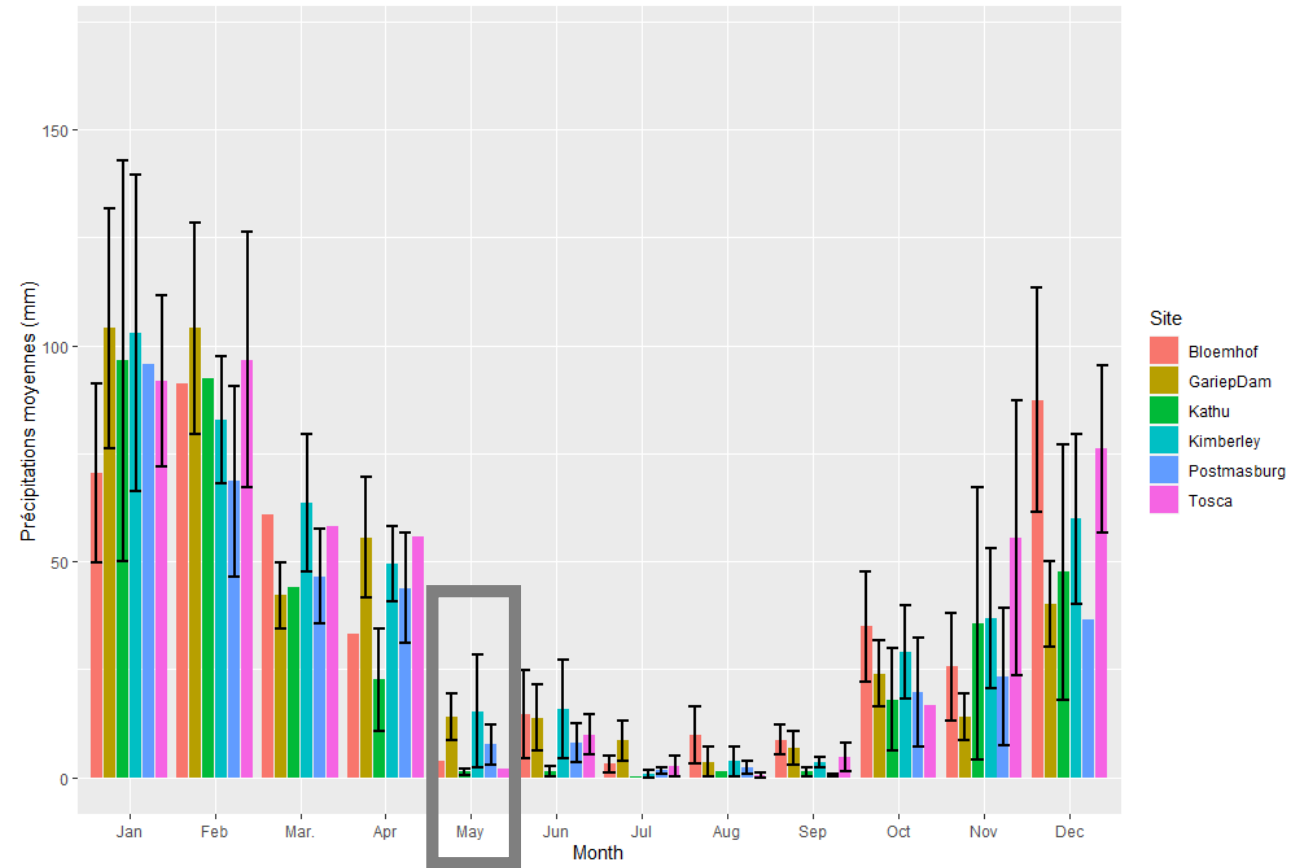
- Schoepf et al. (2017) → certains marqueurs particulièrement associés à la survie **en début de saison sèche**
- Données climatologiques de 6 stations météo de la zone semi-aride, sur 11 ans
- Le mois de mai correspond au début de la saison sèche dans la zone semi-aride étudiée



**Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (2011-2021)**

# Physiologie et climat

- Schoepf et al. (2017) → certains marqueurs particulièrement associés à la survie **en début de saison sèche**
- Données climatologiques de 6 stations météo de la zone semi-aride, sur 11 ans
- Le mois de mai correspond au début de la saison sèche dans la zone semi-aride étudiée



**Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (2011-2021)**

# Physiologie et climat

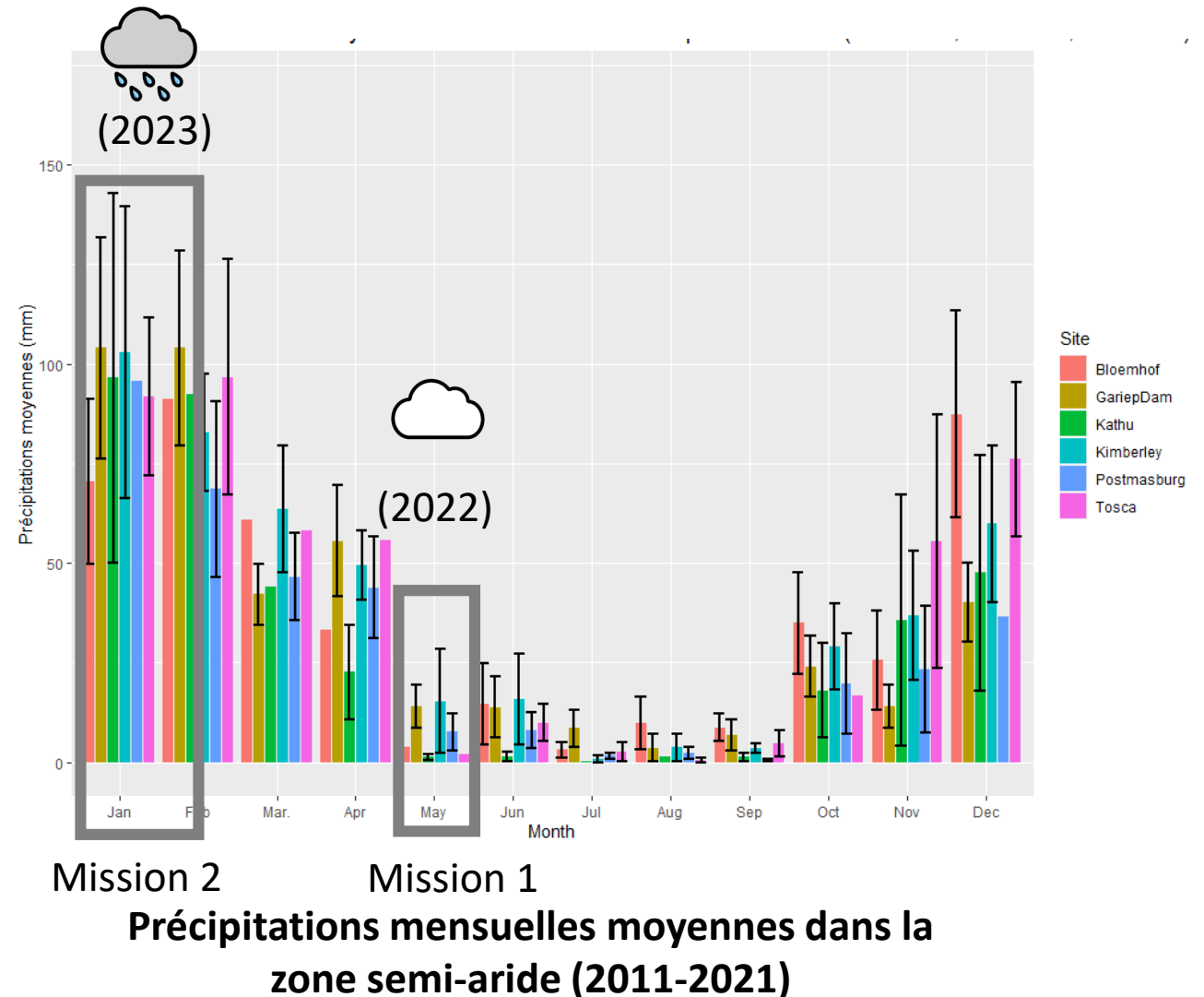
- Schoepf et al. (2017) → certains marqueurs particulièrement associés à la survie **en début de saison sèche**

- Données climatologiques de 6 stations météo de la zone semi-aride, sur 11 ans

- Le mois de mai correspond au début de la saison sèche dans la zone semi-aride étudiée

- **zone semi-aride étudiée :**

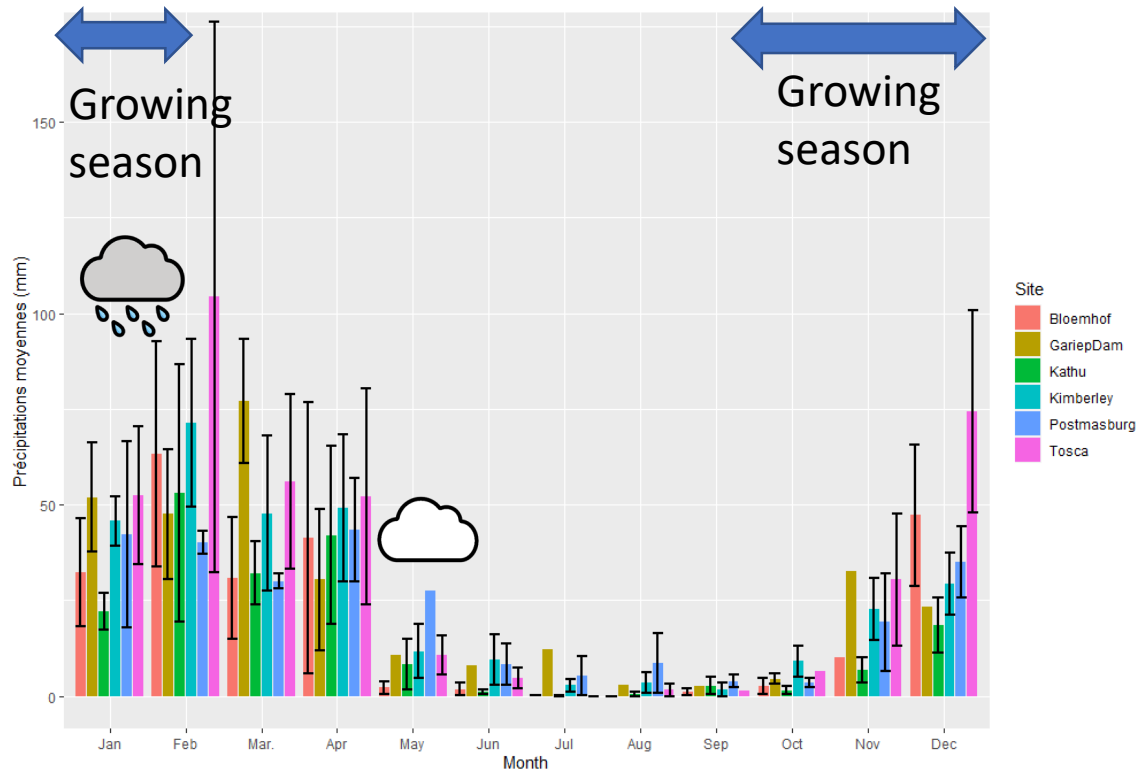
2 sessions de terrain: saison sèche (réponse à l'aridité), saison humide (contrôle)



# Physiologie et climat

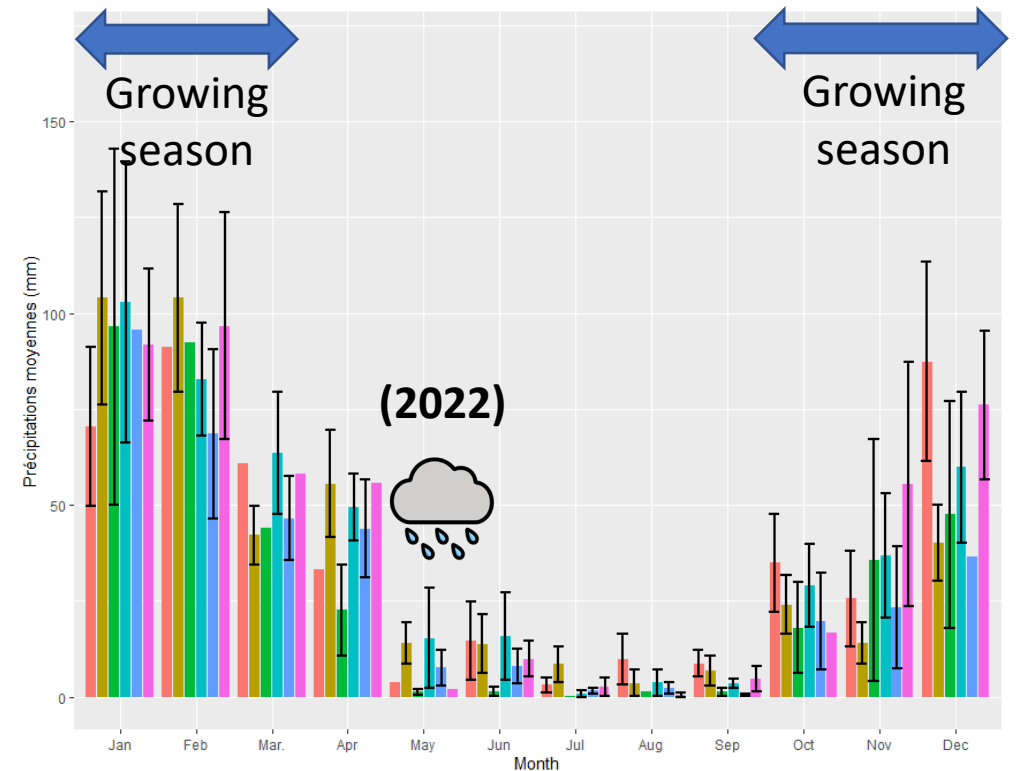
- cycle El Niño / La Niña

phase El Niño



Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (phase El Niño : 2014-2016, 2019)

phase La Niña

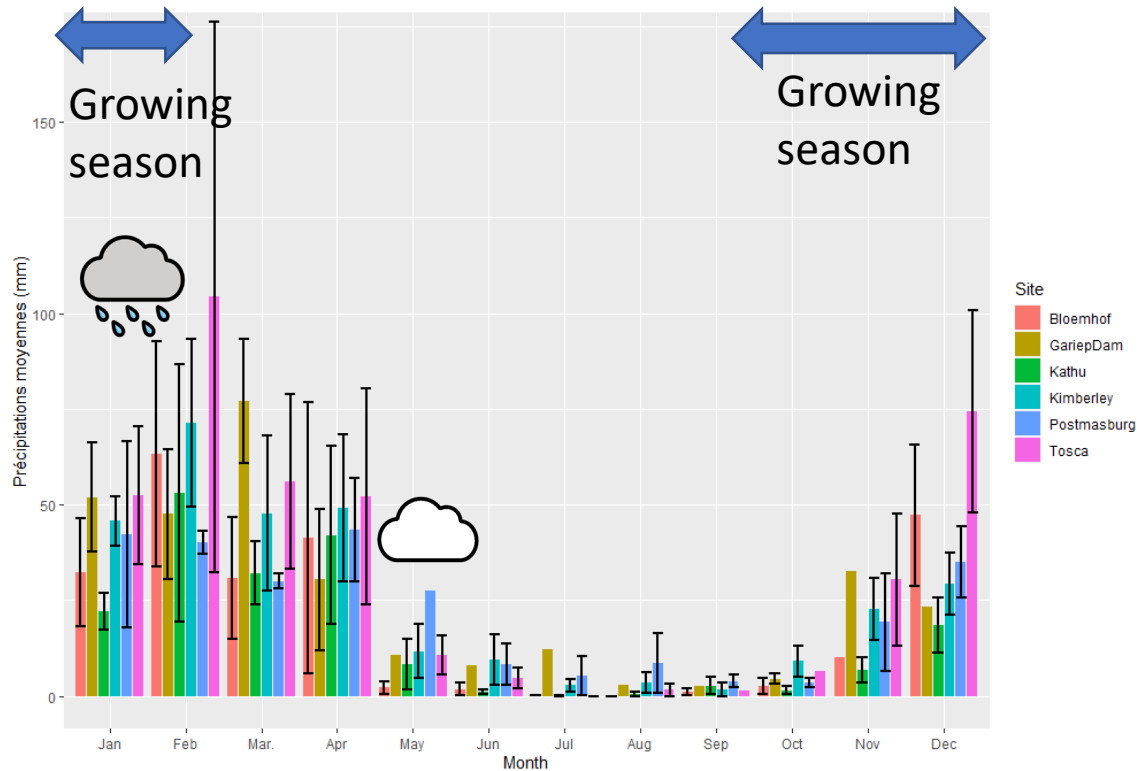


Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (phase La Niña : 2011-2012, 2017-2018, 2020-2021)

# Physiologie et climat

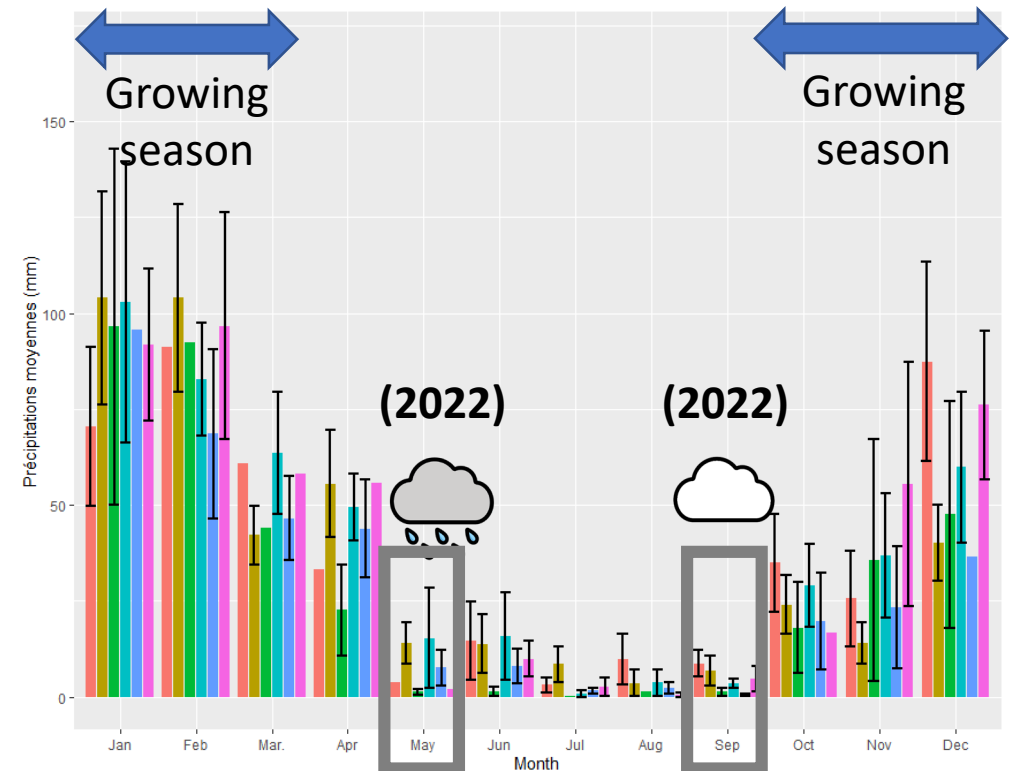
- cycle El Niño / La Niña

phase El Niño



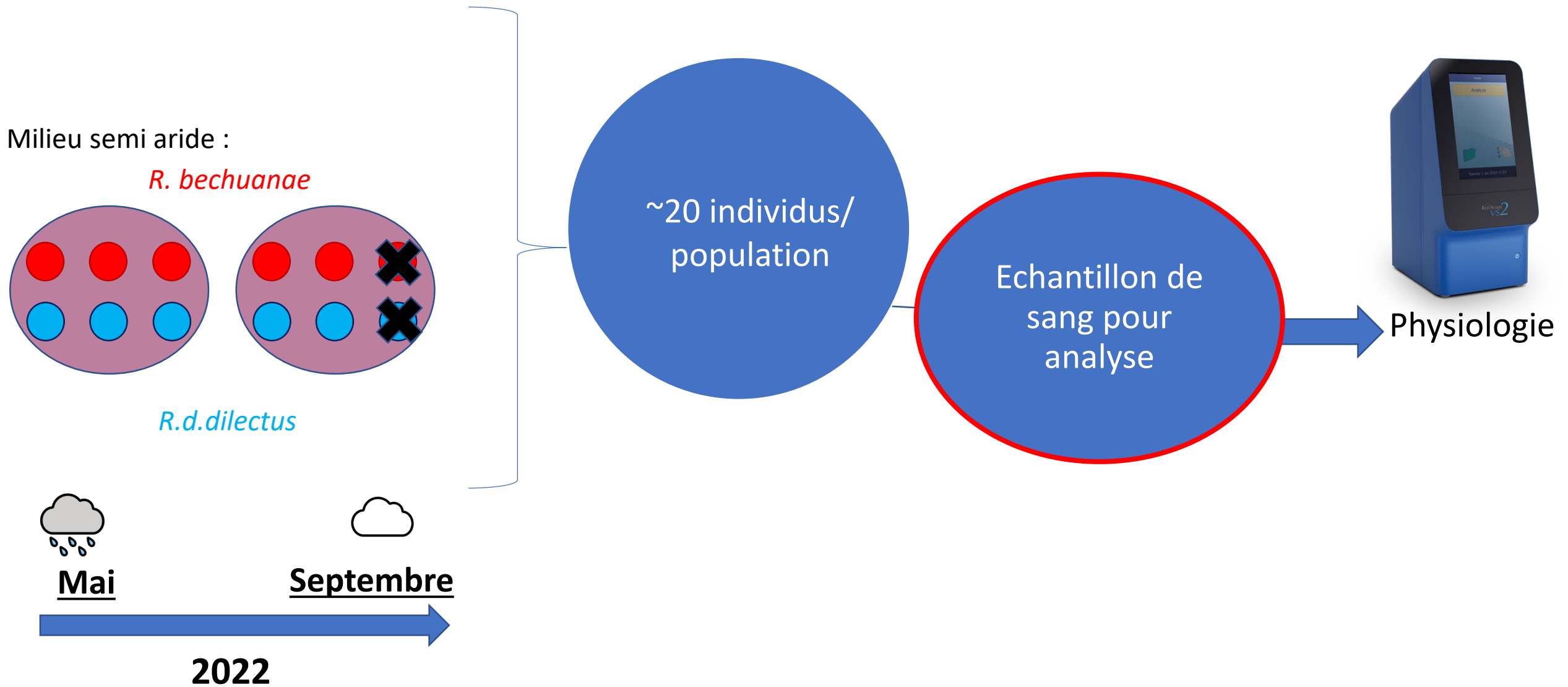
Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (phase El Niño : 2014-2016, 2019)

phase La Niña



Précipitations mensuelles moyennes dans la zone semi-aride (phase La Niña : 2011-2012, 2017-2018, 2020-2021)

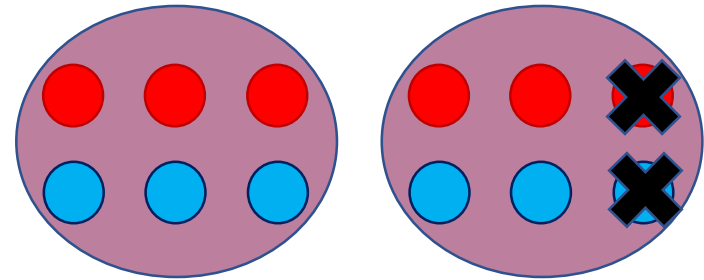
# Protocole expérimental



# Protocole expérimental

Milieu semi aride :

*R. bechuanae*



*R. d. dilectus*

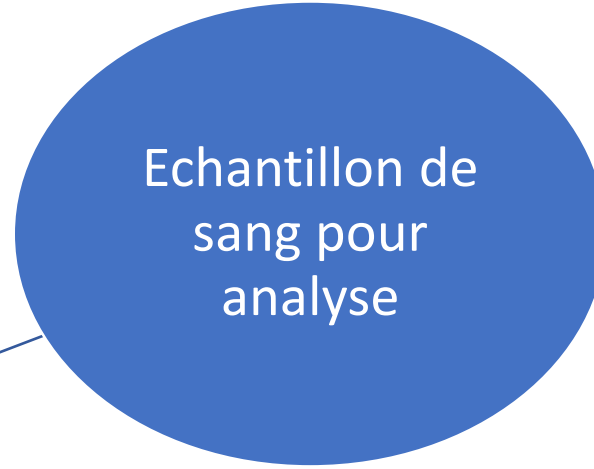
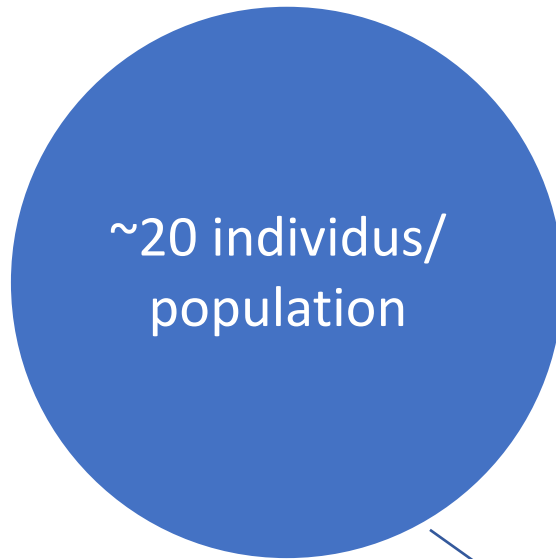


Mai

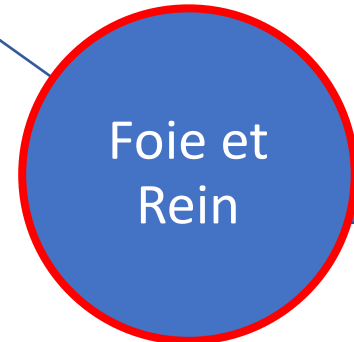


Septembre

2022

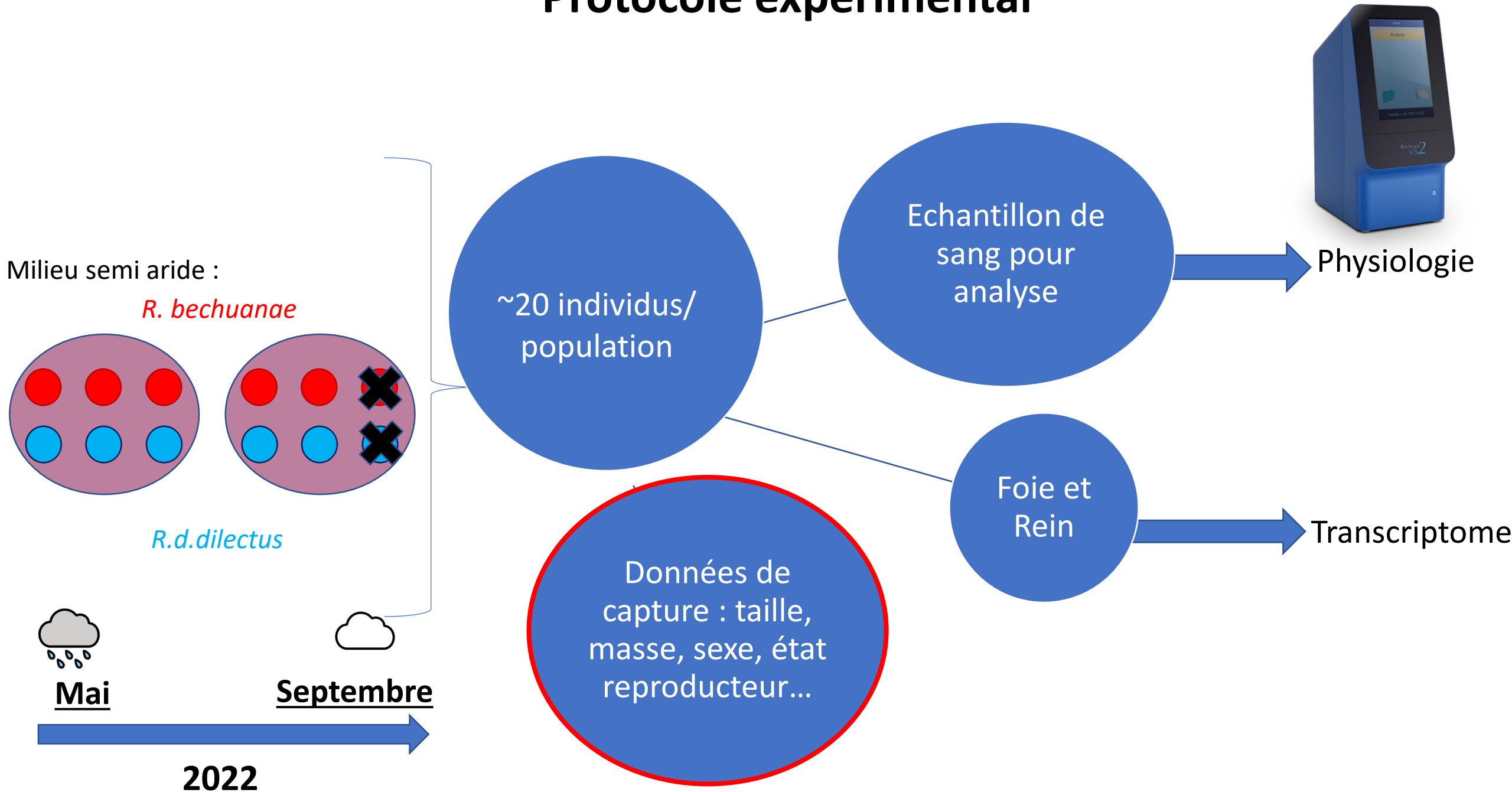


Physiologie



Transcriptome

# Protocole expérimental

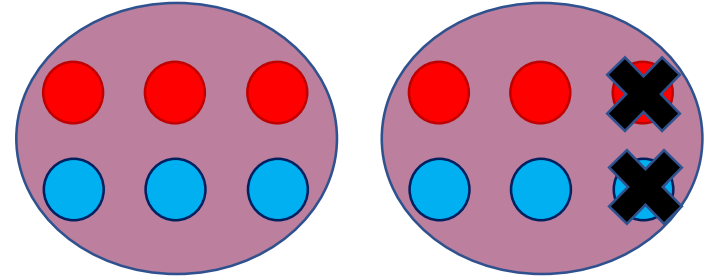




# Protocole expérimental

Milieu semi aride :

*R. bechuanae*



*R.d.dilectus*



Mai



Septembre

2022

Caractérisation de la végétation, données météorologiques

~20 individus/  
population

Echantillon de sang pour analyse



Physiologie

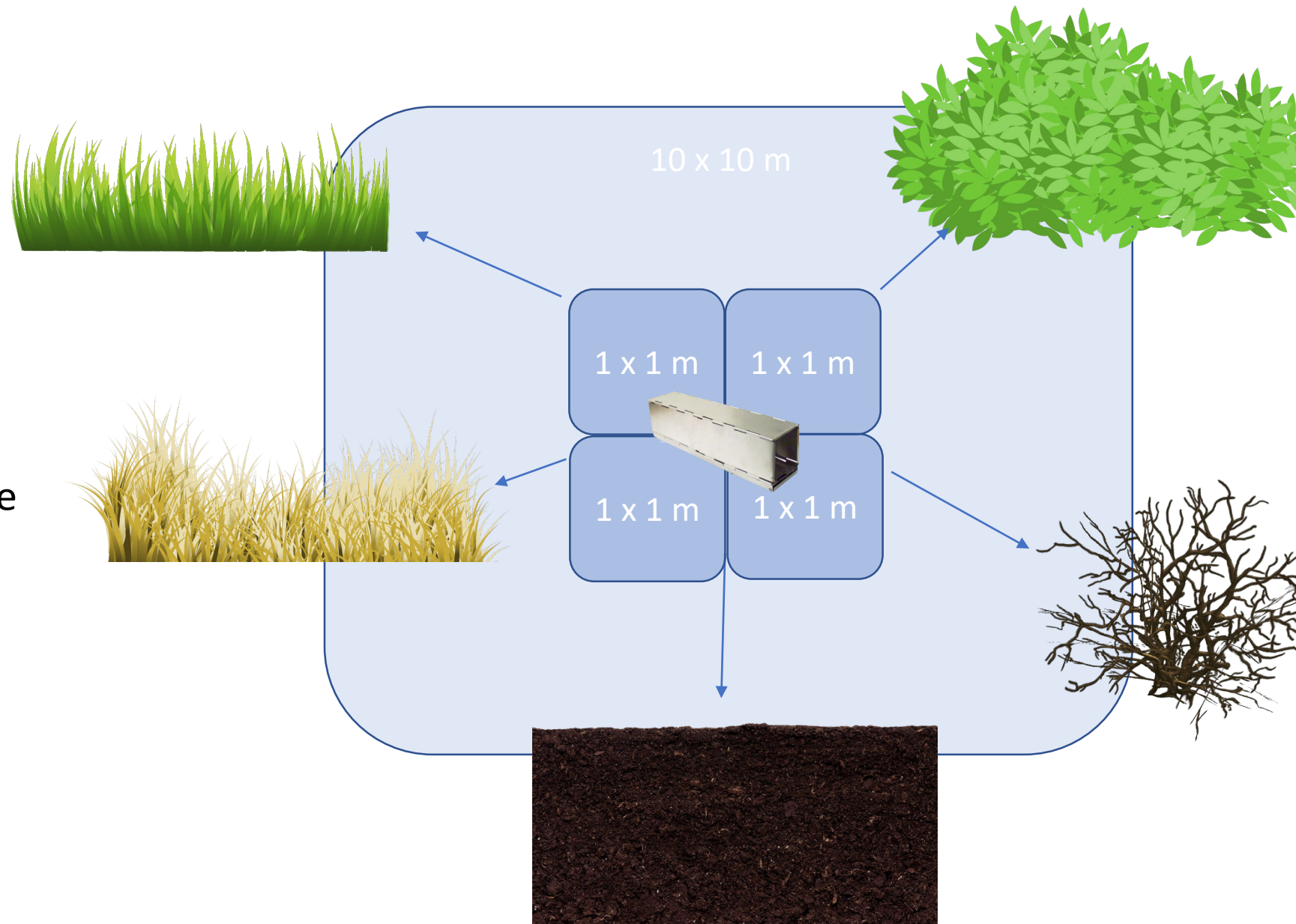
Foie et Rein

Transcriptome

Données de capture : taille, masse, sexe, état reproducteur...

# Habitat : analyses préliminaires

- Analyse de la couverture végétale : indicateur des ressources nutritives/en abris de l'environnement
- 4 quadrats de 1x1 m autour de chaque piège moyennés
- 1 quadrat de 10x10 m



# Habitat : analyses préliminaires

*L'habitat diffère-t-il entre les sites et évolue-t-il avec la saison ?*

- Réduction des variables : ACP pour les quadrats de 1x1 m et les quadrats de 10x10 m
- PERMANOVA (package *adonis2*)

Habitat ~ Saison/Site

- Pas de différence détectée dans les habitats autour des pièges entre les sites et entre les saisons
  - ➔ Homogénéité des sites
  - ➔ Saisons non-différentes : variations saisonnières de l'habitat plus subtiles

# Données populationnelles : analyses préliminaires

*Comment la condition des individus capturés varie-t-elle en fonction de l'espèce, le sexe, et la saison ?*

- Condition des individus capturés : Variation de la taille du corps avec la masse => modèle linéaire mixte

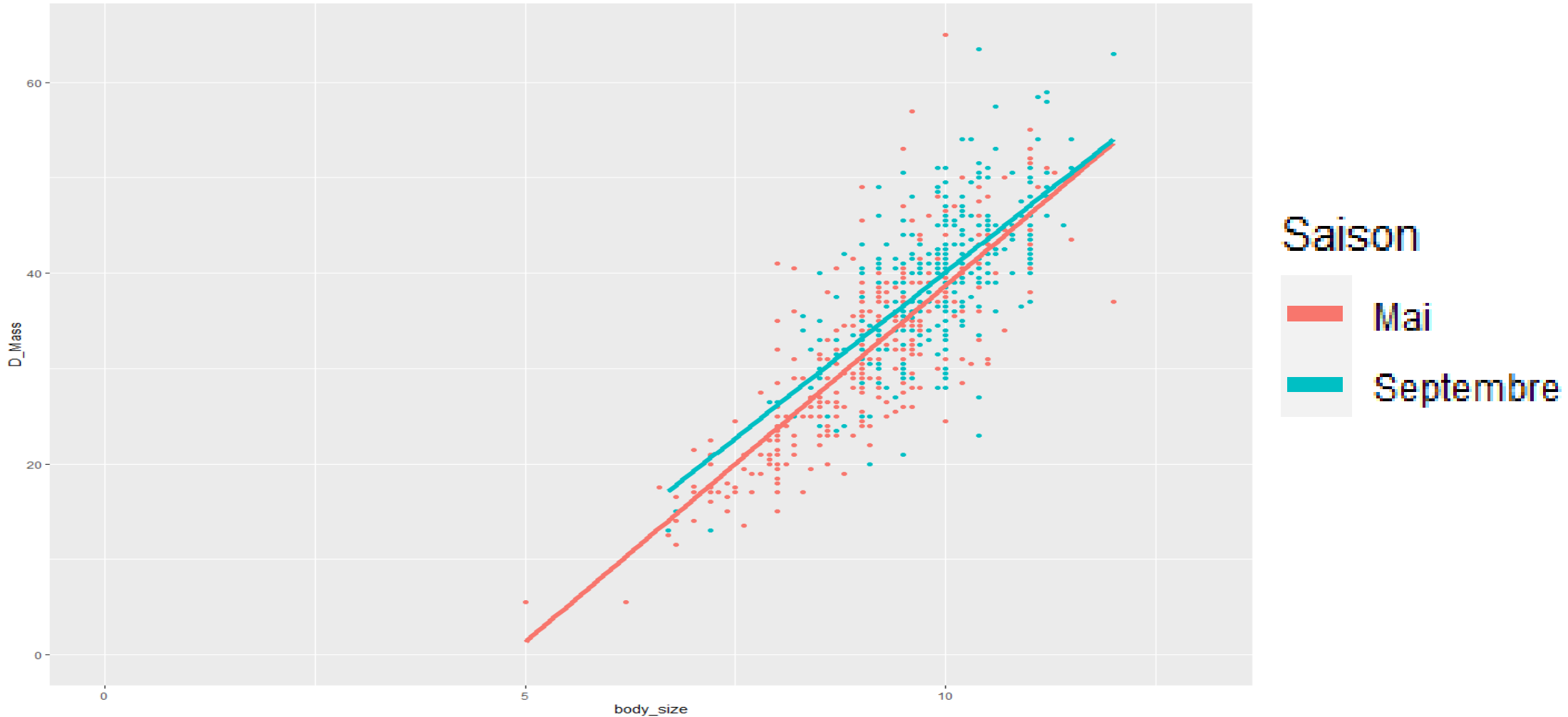
Taille du corps ~ ((Masse \* Espèce \* Sexe \* Saison) + (1 | site))

```
Type III Analysis of Variance Table with Satterthwaite's method
```

|                    | Sum Sq  | Mean Sq | NumDF | DenDF  | F value  | Pr(>F)    |     |
|--------------------|---------|---------|-------|--------|----------|-----------|-----|
| D_Mass             | 214.782 | 214.782 | 1     | 676.03 | 717.7672 | < 2.2e-16 | *** |
| Species            | 0.000   | 0.000   | 1     | 225.67 | 0.0000   | 0.9951022 | .   |
| sex                | 0.950   | 0.950   | 1     | 678.15 | 3.1732   | 0.0753052 | .   |
| Saison             | 8.706   | 8.706   | 1     | 680.00 | 29.0926  | 9.533e-08 | *** |
| D_Mass:Species     | 0.007   | 0.007   | 1     | 678.49 | 0.0231   | 0.8791882 | .   |
| D_Mass:sex         | 0.014   | 0.014   | 1     | 677.11 | 0.0456   | 0.8308968 | .   |
| Species:sex        | 0.964   | 0.964   | 1     | 677.12 | 3.2204   | 0.0731712 | .   |
| D_Mass:Saison      | 7.017   | 7.017   | 1     | 677.22 | 23.4497  | 1.590e-06 | *** |
| sex:Saison         | 3.904   | 3.904   | 1     | 676.44 | 13.0453  | 0.0003265 | *** |
| Species:Saison     | 0.257   | 0.257   | 1     | 562.45 | 0.8579   | 0.3547159 | .   |
| D_Mass:Species:sex | 1.082   | 1.082   | 1     | 676.27 | 3.6148   | 0.0576921 | .   |
| D_Mass:sex:Saison  | 3.590   | 3.590   | 1     | 675.85 | 11.9973  | 0.0005664 | *** |

# Données populationnelles : analyses préliminaires

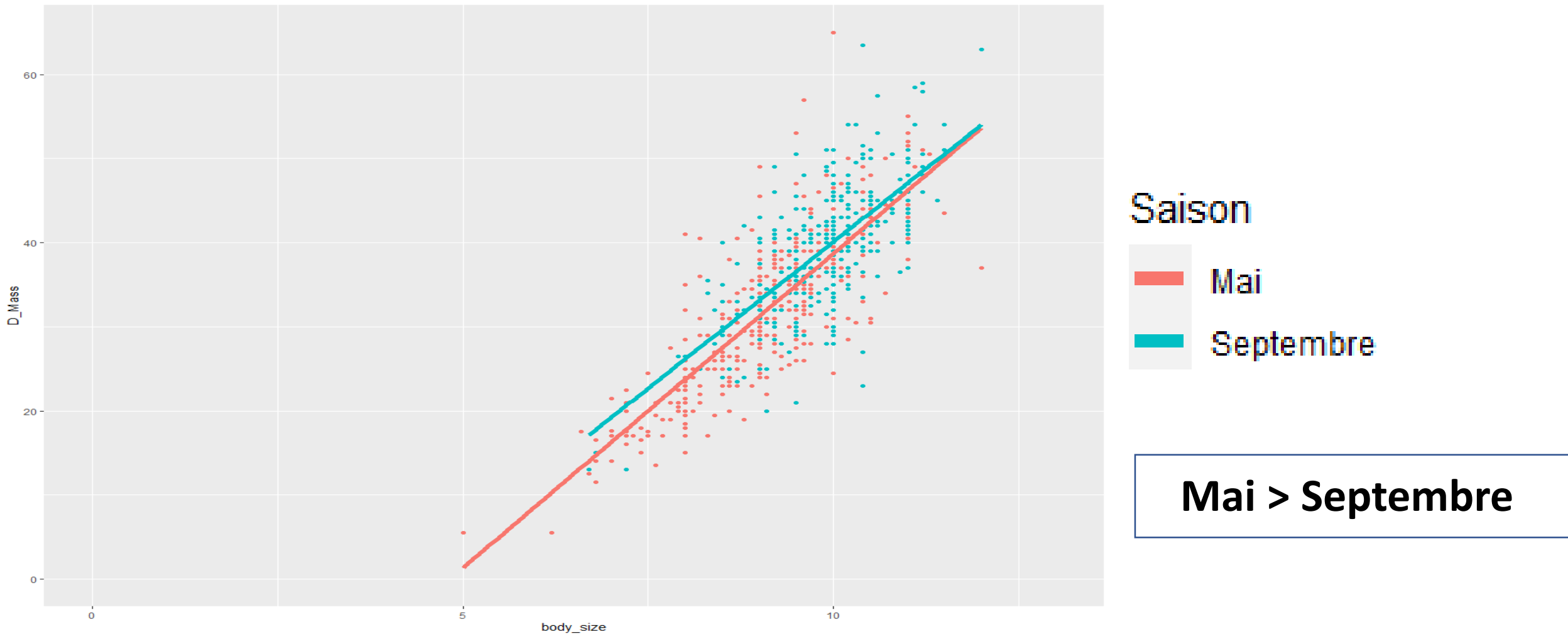
- Condition des individus capturés :



Masse (g) en fonction de la taille du corps (cm) et de la saison

# Données populationnelles : analyses préliminaires

- Condition des individus capturés :

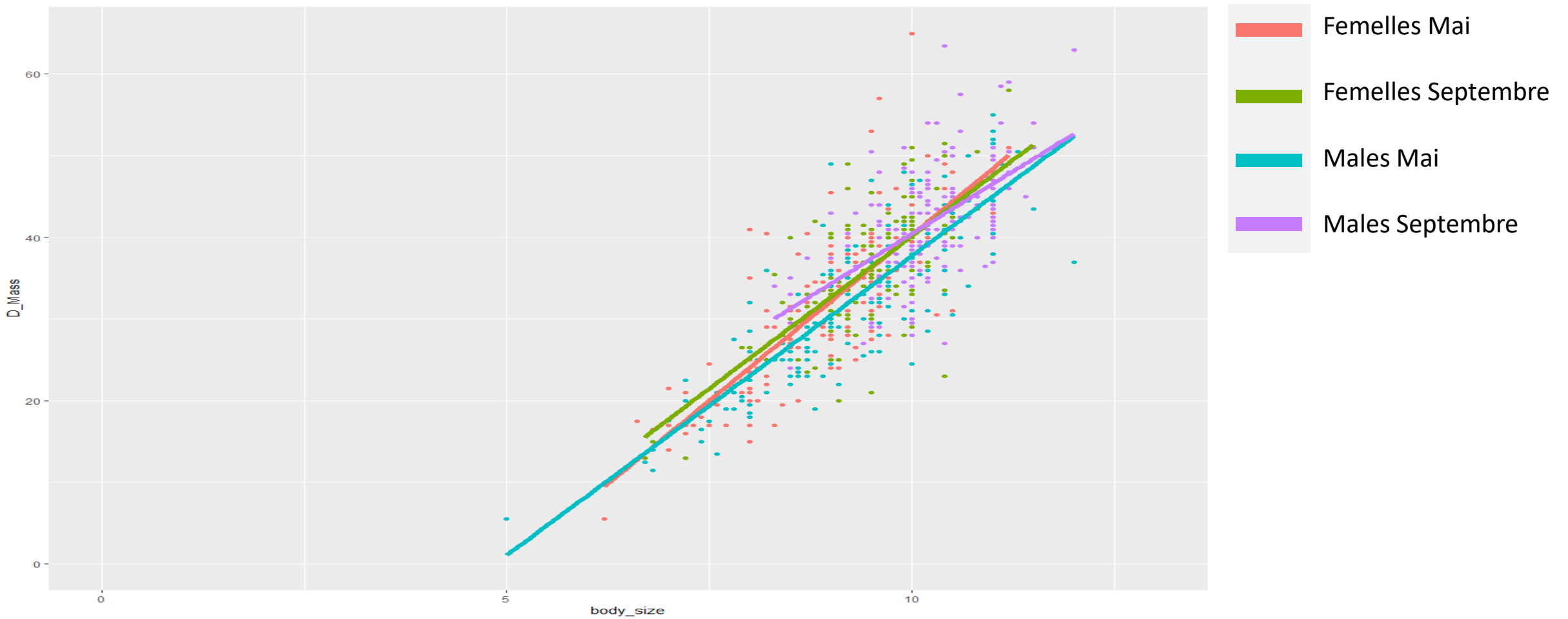


Masse (g) en fonction de la taille du corps (cm) et de la saison

**Mai > Septembre**

# Données populationnelles : analyses préliminaires

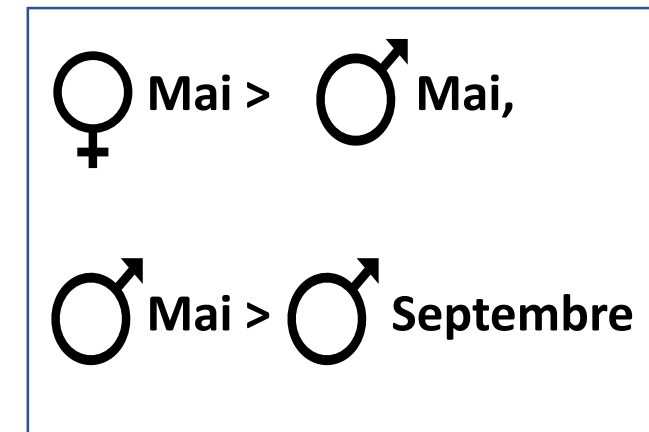
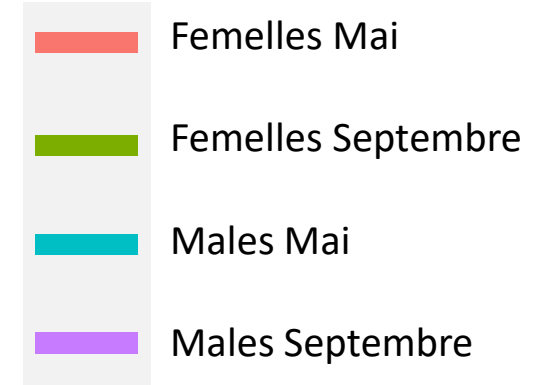
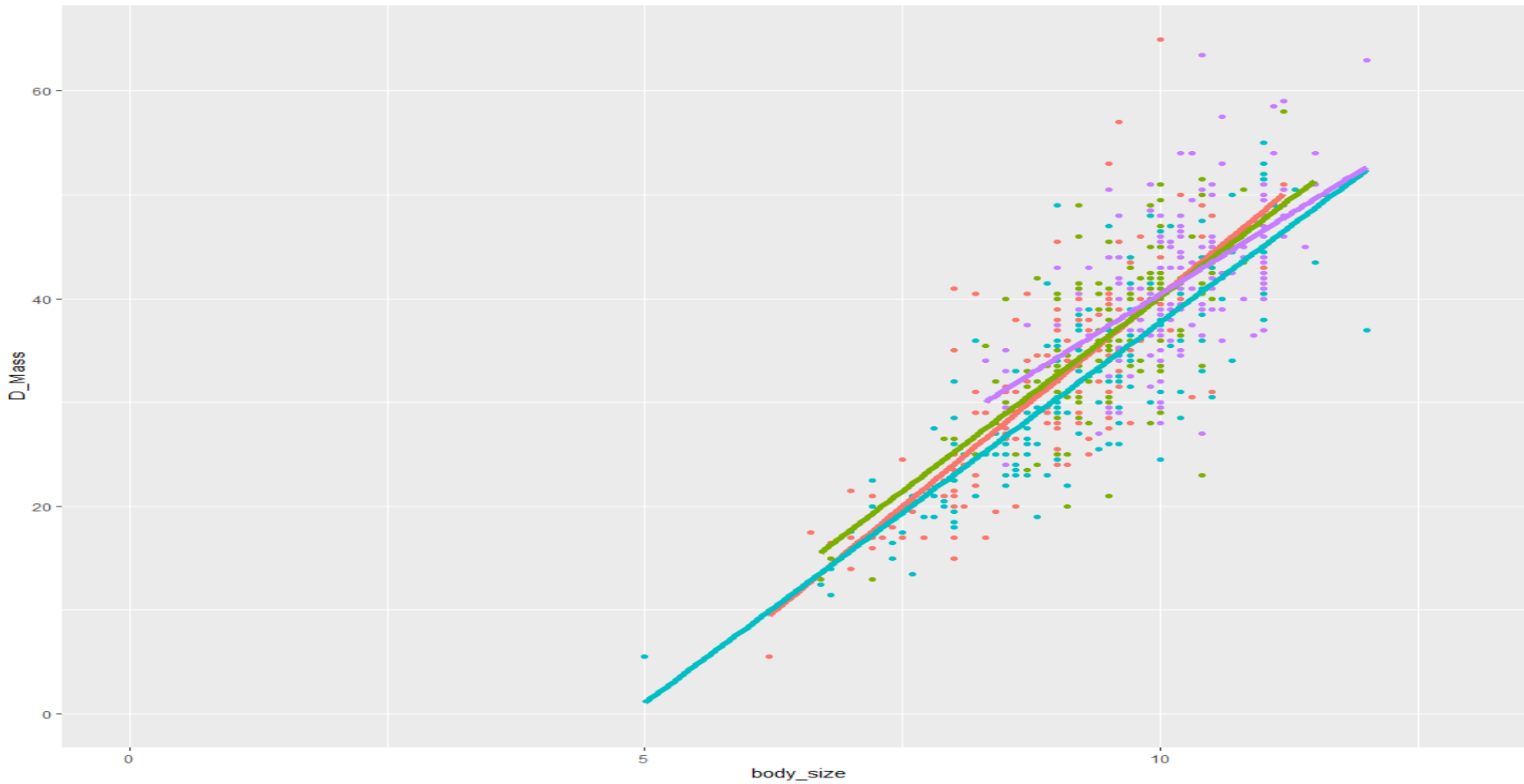
- Condition des individus capturés :



Masse (g) en fonction de la taille du corps (cm), de la saison et du sexe

# Données populationnelles : analyses préliminaires

- Condition des individus capturés :



Masse (g) en fonction de la taille du corps (cm), de la saison et du sexe



# Données populationnelles : analyses préliminaires

- Condition physique : pas de différences entre les espèces
- Individus plus grands en septembre MAIS prise de poids plus importante avec la croissance en Mai qu'en Septembre → moins de ressources à disposition en Septembre ?
- Différences entre les sexes en Mai mais pas en septembre → moins de ressources allouées par les femelles à la reproduction en septembre ?

# Physiologie : analyses préliminaires

*Comment la physiologie du rein et du foie des individus capturés varie-t-elle en fonction de la condition physique, le sexe, l'espèce, la saison ?*

- Indice Poids/Taille de condition des individus
- Variation des concentrations de 14 marqueurs physiologiques en fonctions de la condition physique, le sexe, l'espèce et la saison, site (facteur en variable aléatoire)
- PERMANOVA (package *adonis2*)

*Physio ~ Condition\_physique\*Sexe\*Espece\*Saison + (1|Site)*

# Physiologie : analyses préliminaires

|                    | Df  | SumOfSqs | R2      | F       | Pr(>F)    |     |
|--------------------|-----|----------|---------|---------|-----------|-----|
| bodycondition      | 1   | 0.3186   | 0.03848 | 10.8071 | 9.999e-05 | *** |
| Sexe               | 1   | 0.0891   | 0.01076 | 3.0229  | 0.0330    | *   |
| Saison             | 1   | 0.2464   | 0.02976 | 8.3580  | 0.8075    |     |
| Especie            | 1   | 0.4422   | 0.05340 | 14.9984 | 9.999e-05 | *** |
| bodycondition:Sexe | 1   | 0.0859   | 0.01037 | 2.9130  | 0.0394    | *   |
| Residual           | 224 | 6.6040   | 0.79759 |         |           |     |
| Total              | 237 | 8.2800   | 1.00000 |         |           |     |

Le profil physiologique établi avec ces 14 marqueurs varie significativement avec **l'espèce**, le **sexe**, la **condition physique**, et la **condition physique en interaction avec le sexe** → à approfondir

# Physiologie : analyses préliminaires - interprétations

- Modèle global : différences constitutives entre espèces, mais pas d'interaction avec la saison ou d'effet saisonnier → hypothèse de divergence écartée ? Pas d'impact des conditions météorologiques/de l'habitat ? A approfondir pour chaque marqueur
- Effet de la condition physique → impact de la physiologie d'ensemble des individus sur les concentrations de marqueurs du fonctionnement du rein et du foie
- **Suite des analyses :**
  - Utilisation des dimensions de l'ACP de l'habitat comme variables d'habitat
  - Intégration de données de température et de précipitations pour chaque site d'échantillonnage dans l'analyse



Merci pour votre attention !

