

# Répartition du risque d'infestation au sein d'un troupeau de petits ruminants au pâturage tournant



# INTRODUCTION

- Chèvres au pâturage et parasitisme



oeufs



Larves L3



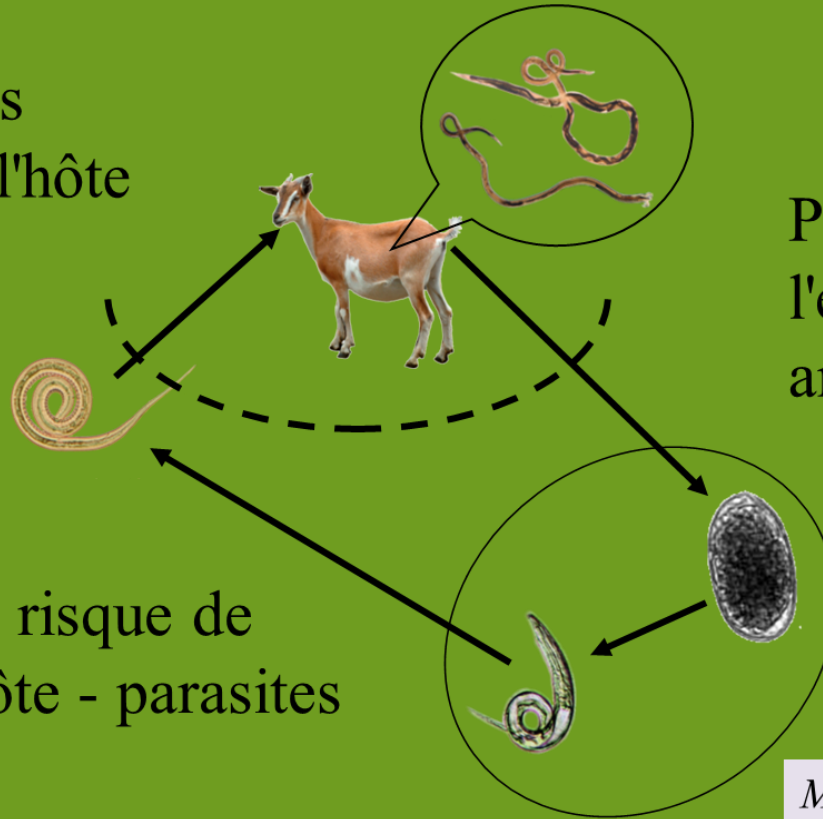
- Les parasites gastro-intestinaux ralentissent la croissance, stressent l'animal... le tuent.
- Présent à peu près partout depuis à peu près tout le temps.
- Pose un problème dans le cadre de l'élevage intensif.
- Utilisation trop systématique des anthelminthiques.

► **Résistance aux traitements**

# INTRODUCTION

- La gestion intégrée du parasitisme

Renforcer les défenses de l'hôte



*Mahieu et al, 3R 2009*

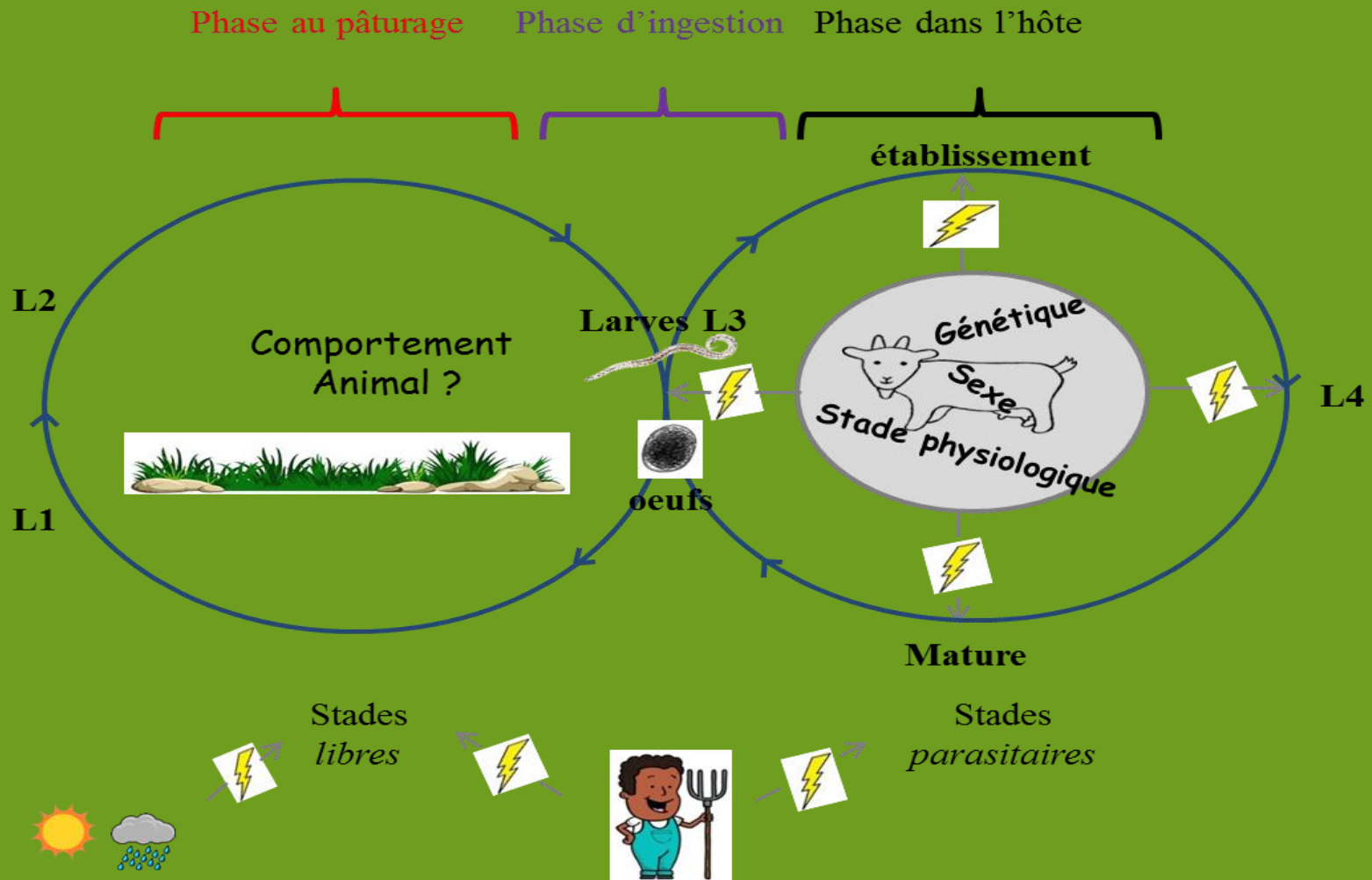
# INTRODUCTION

## Le pâturage tournant



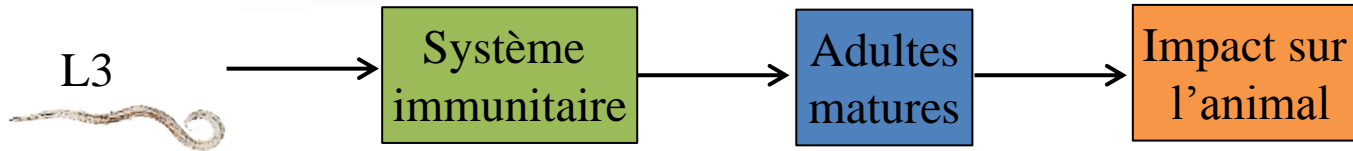
# INTRODUCTION

- Modélisation de la gestion intégrée



# Ingestion de Larves

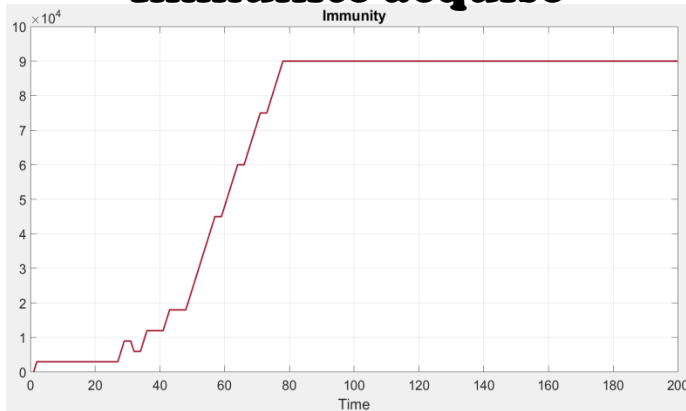
Pourquoi c'est important?



**Input Variable**

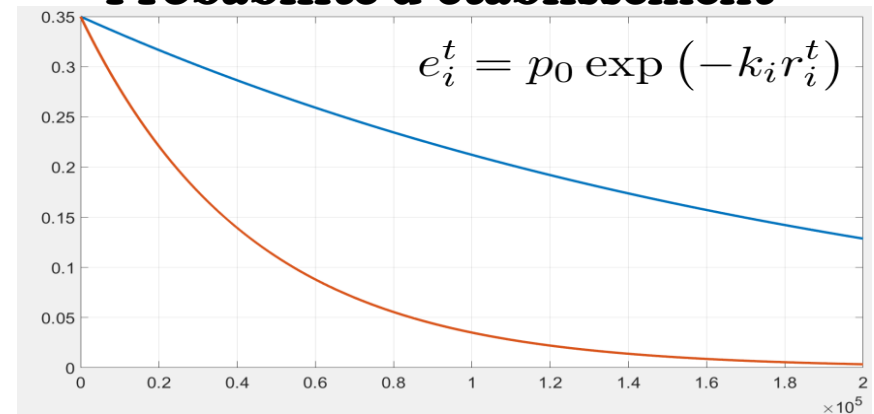
**Timing et quantité de larves ingérées influencent le système immunitaire**

## Immunité acquise



Nombre de larves Ingérées

## Probabilité d'établissement



Immunité acquise

# Ingestion de Larves

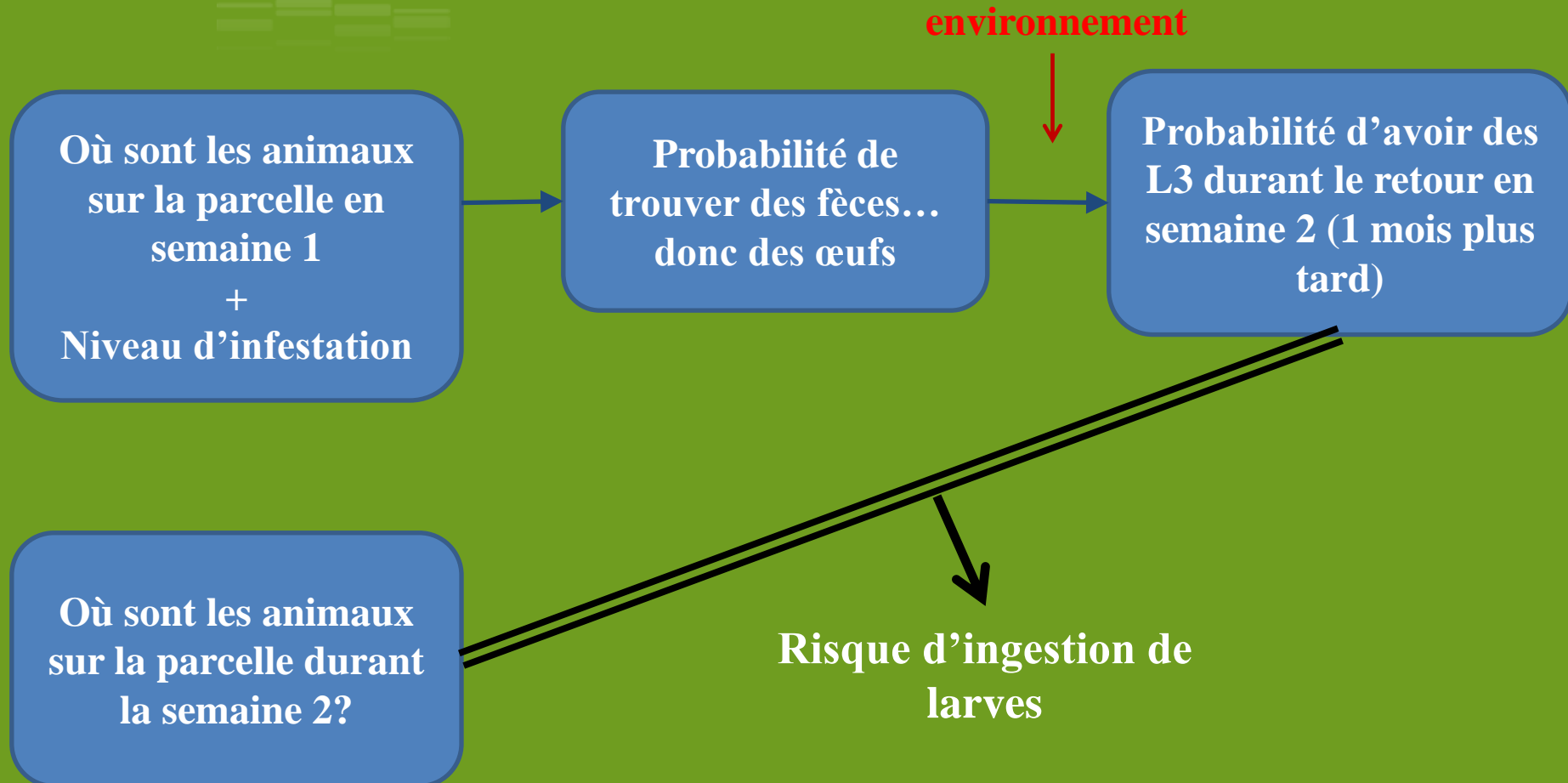
Pourquoi c'est compliqué?



Difficile de compter directement les larves ingérées lors du pâturage....

Difficile d'estimer la distribution des larves sur le pâturage....

# Plan





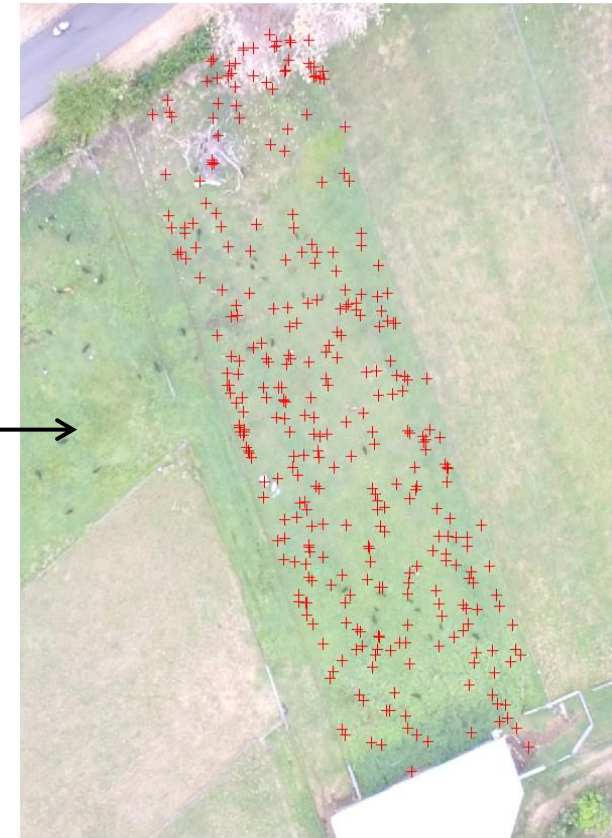
# Occupation de la parcelle

## Utilisation d'images drone

- 1 photo / 15 min
- 8H -> 17H
- 2 \* (4 jours)
- 2 troupeaux



Pointage  
manuel

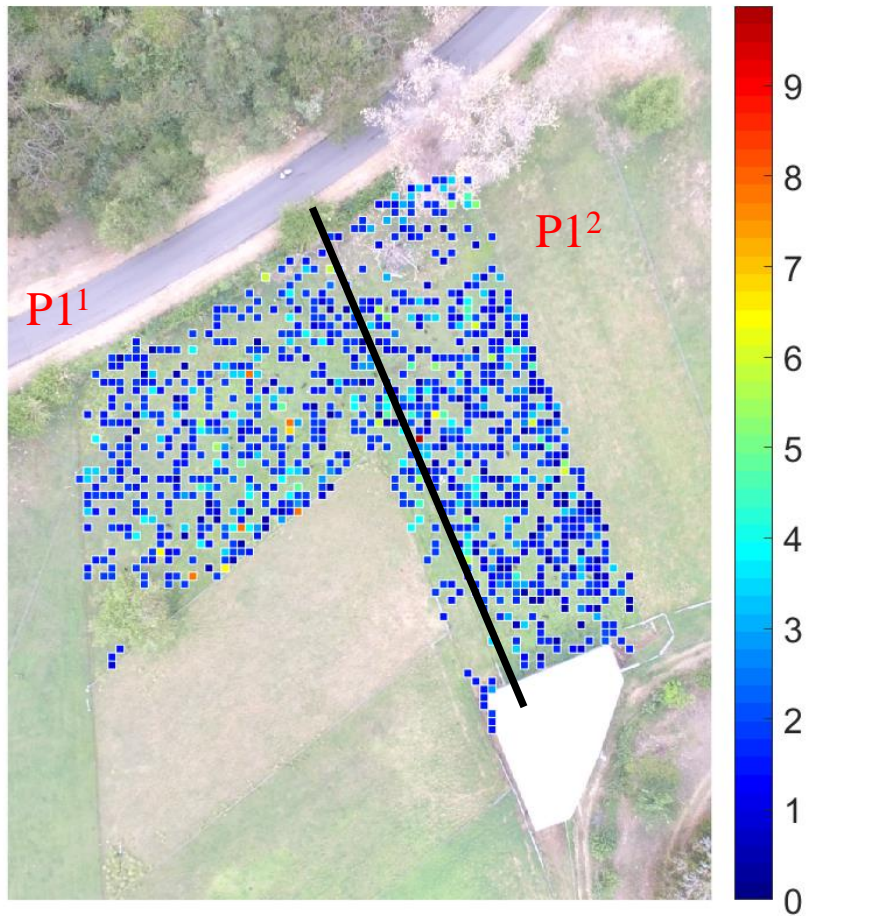


Exemple  
Jours 1 – Parcelle 2

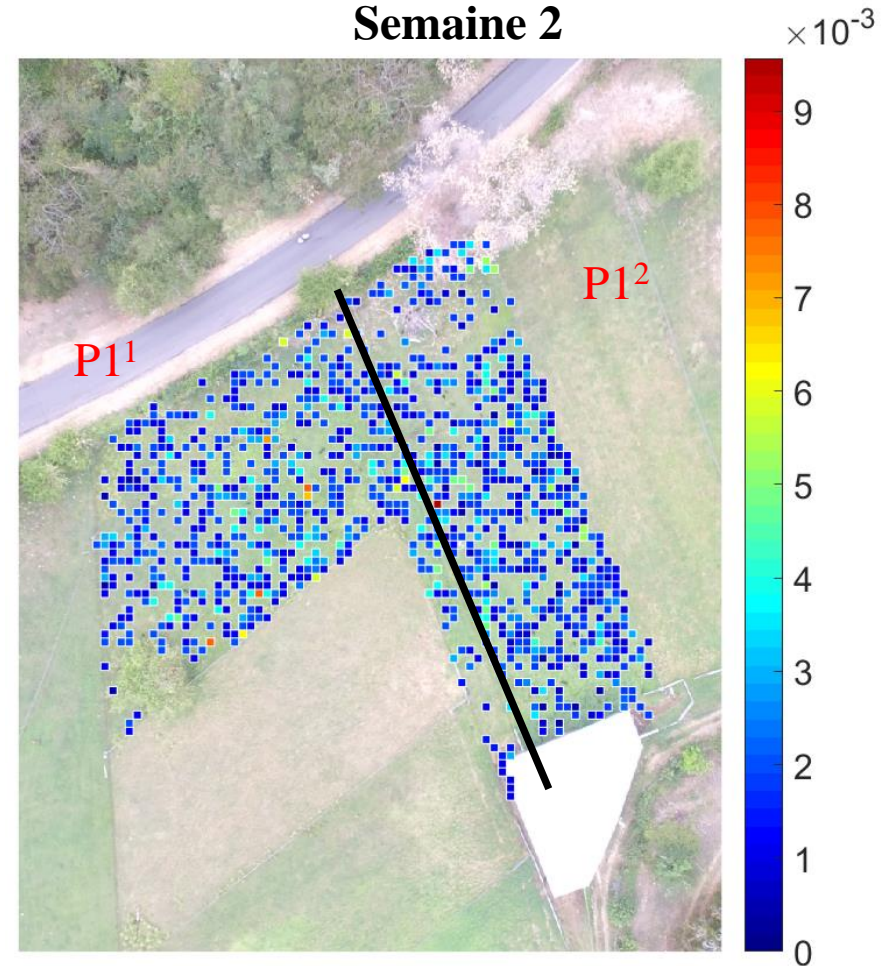
# Occupation de la parcelle

Analyse images drone

Fréquences occupation  
Semaine 1

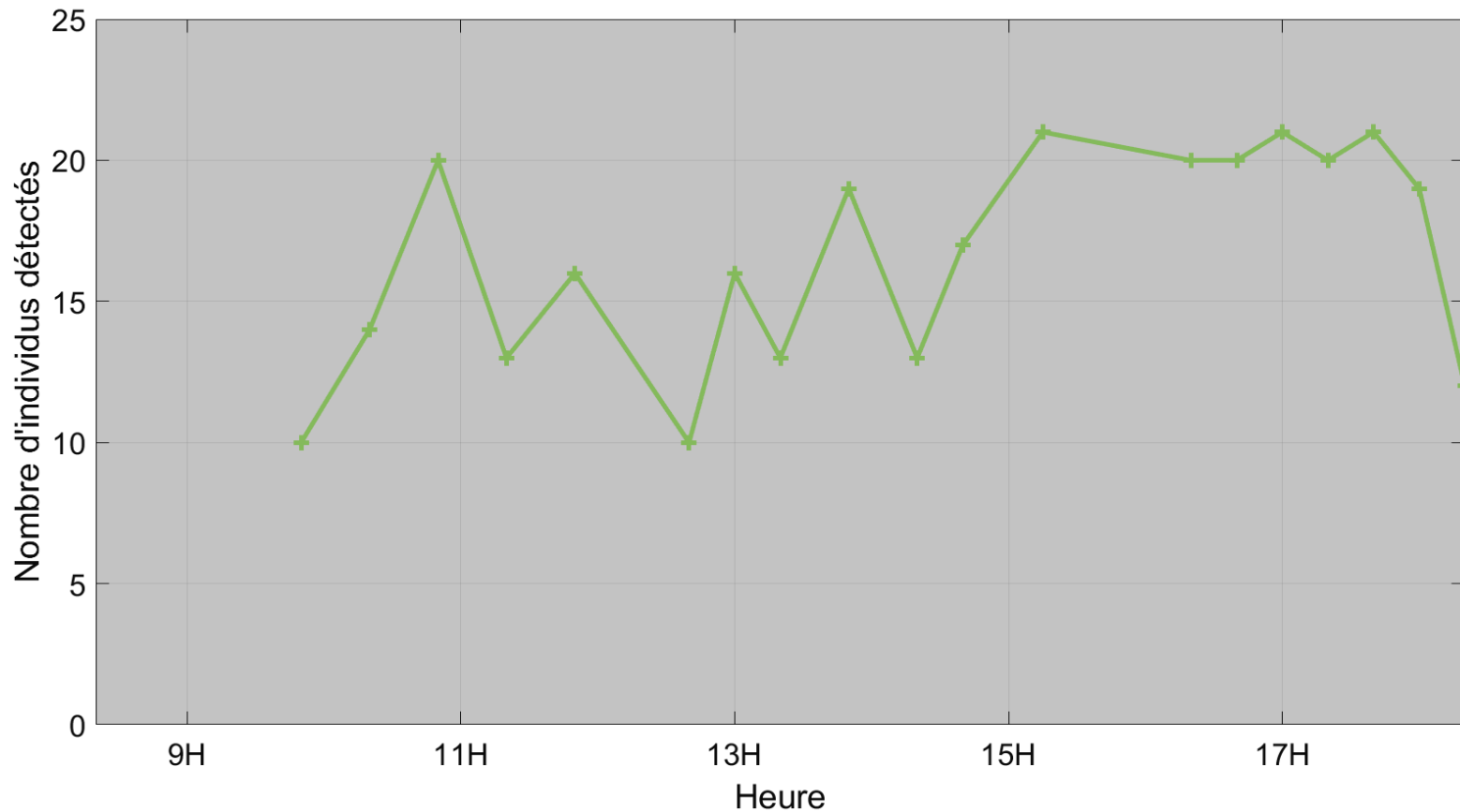


Fréquences occupation  
Semaine 2



# Occupation de la parcelle

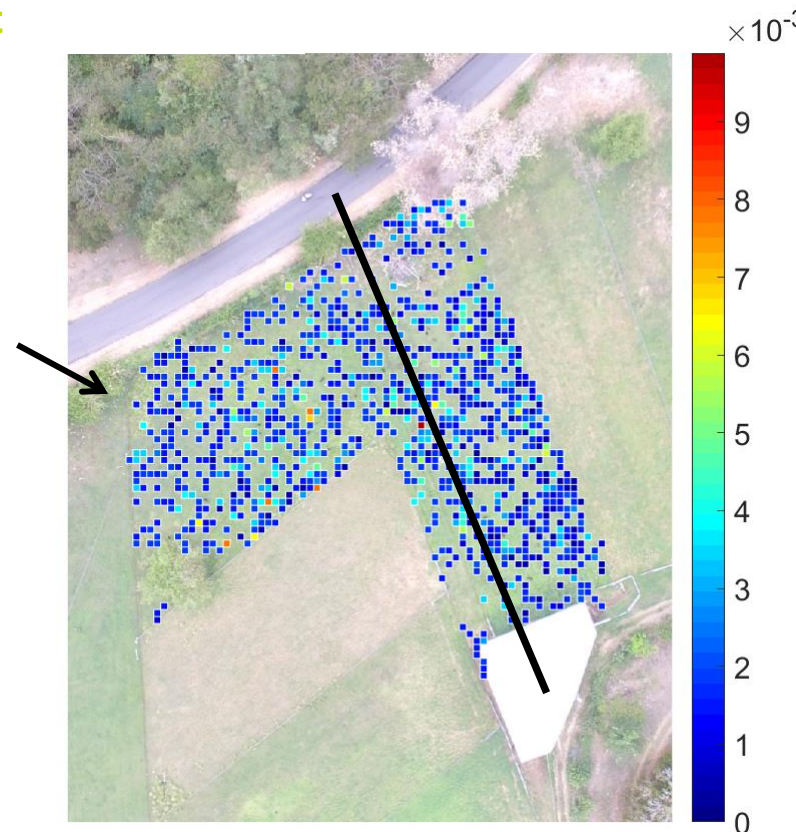
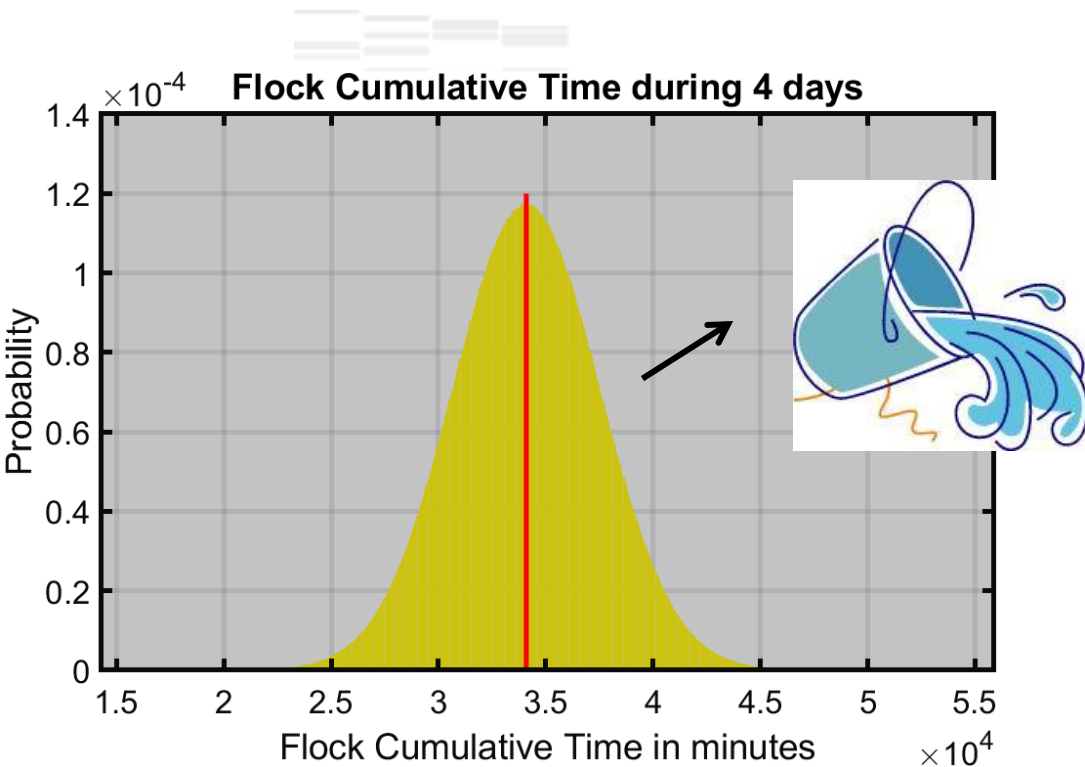
## Analyse images drone



Estimation de la distribution du temps de pâturage journalier individuel et du troupeau.

# Occupation de la parcelle

Du temps cumulé sur la parcelle au temps par quadrat



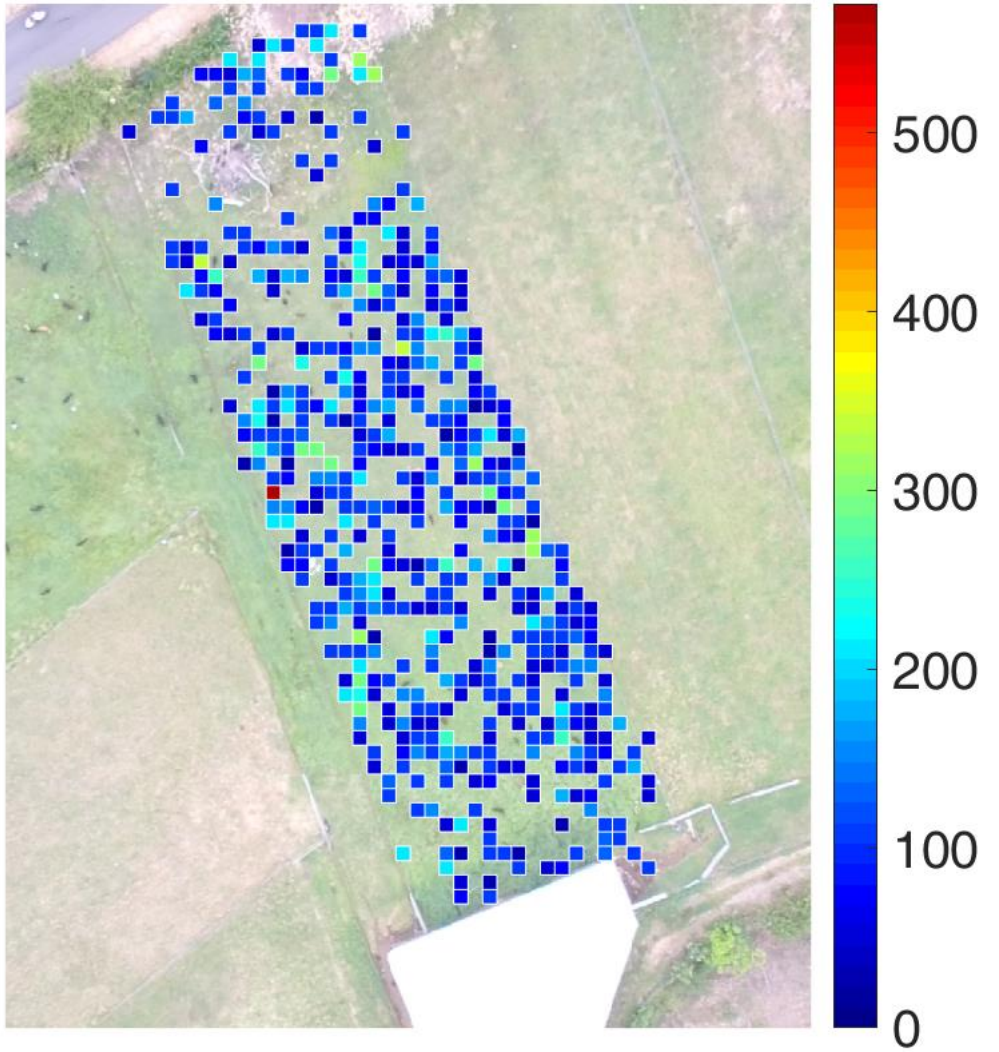
**Fréquence = proportion**

- On tire au sort un temps cumulé sur le pâturage pour le troupeau.
- On répartit sur les quadrats en respectant les fréquences.

# Occupation de la parcelle



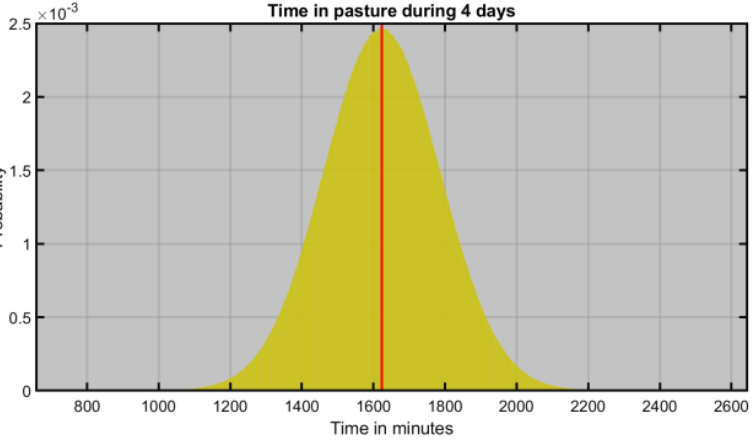
## Temps de pâturage cumulé du troupeau



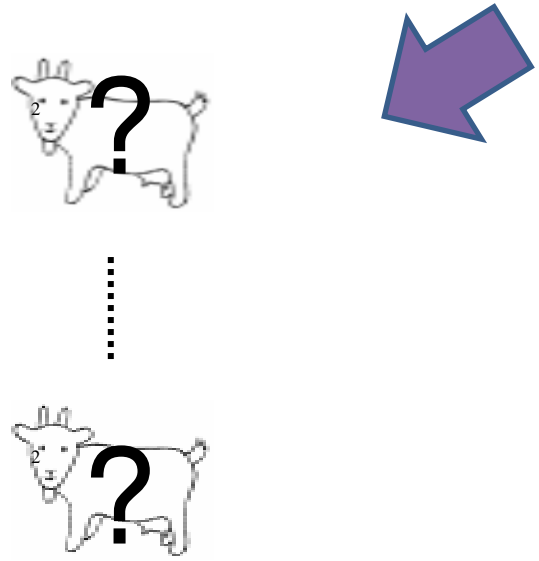
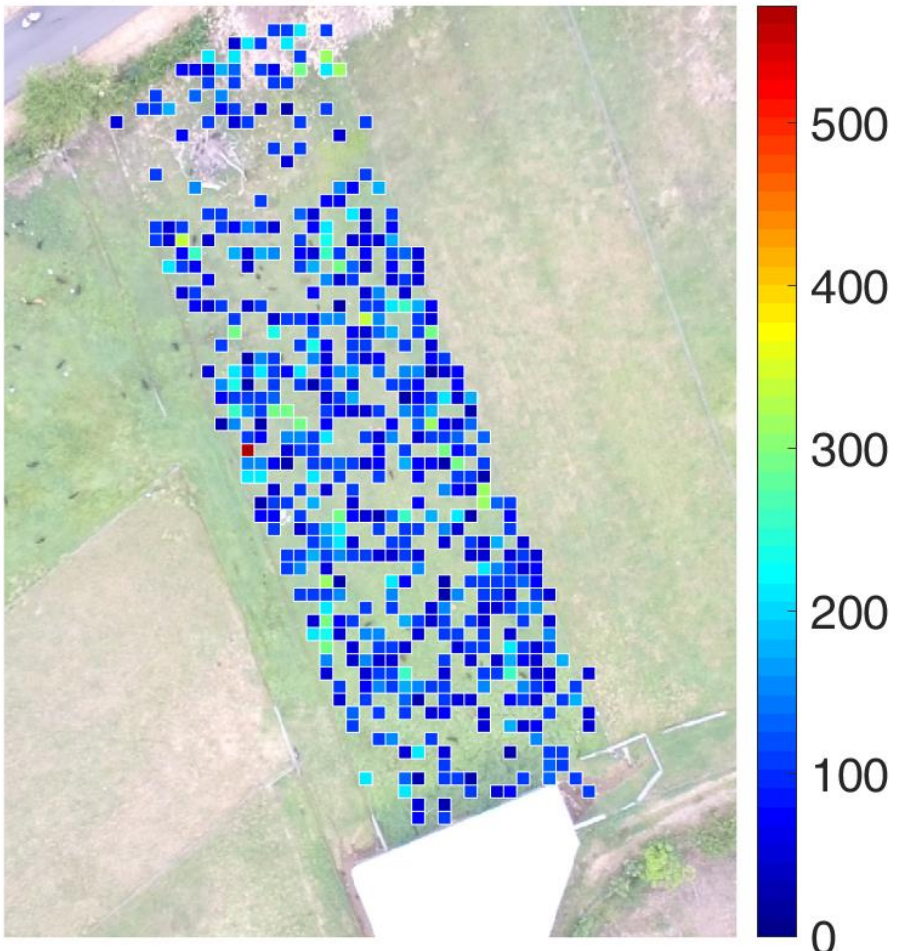
**Exemple Parcelle 2**

# Occupation de la parcelle

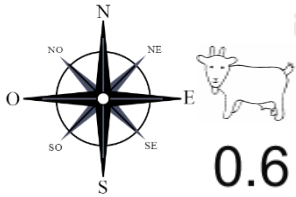
## Tps pâturage individuel



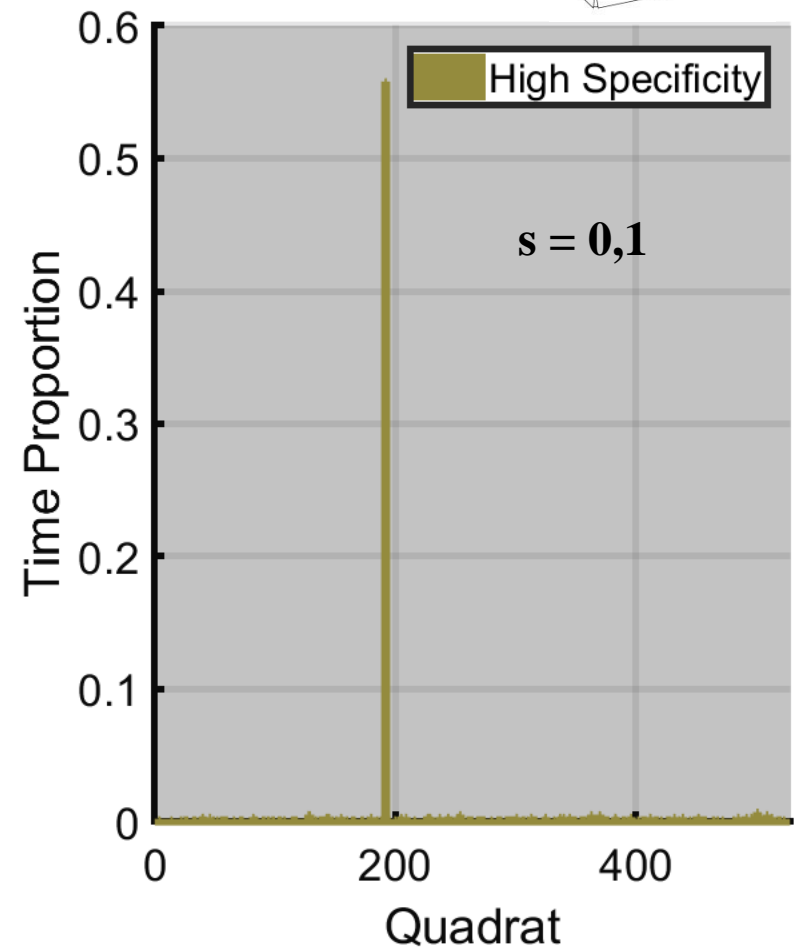
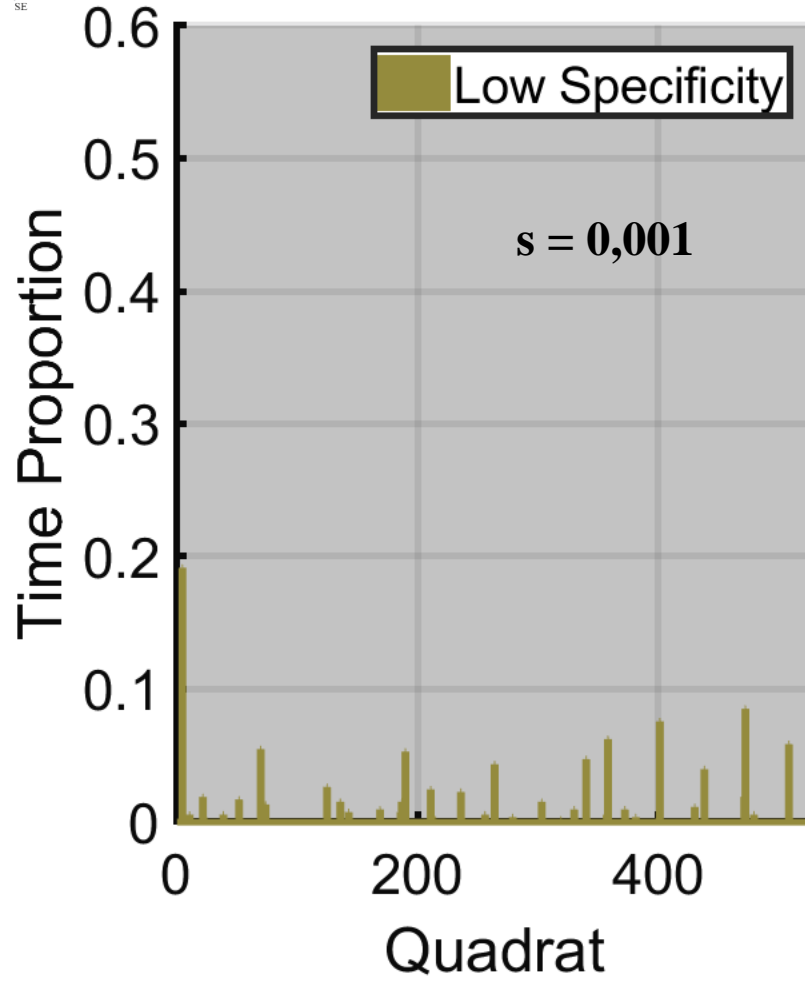
## Temps de pâturage cumulé du troupeau



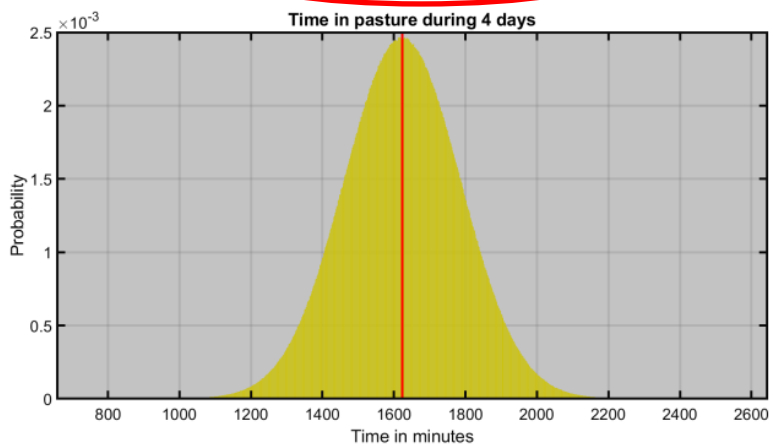
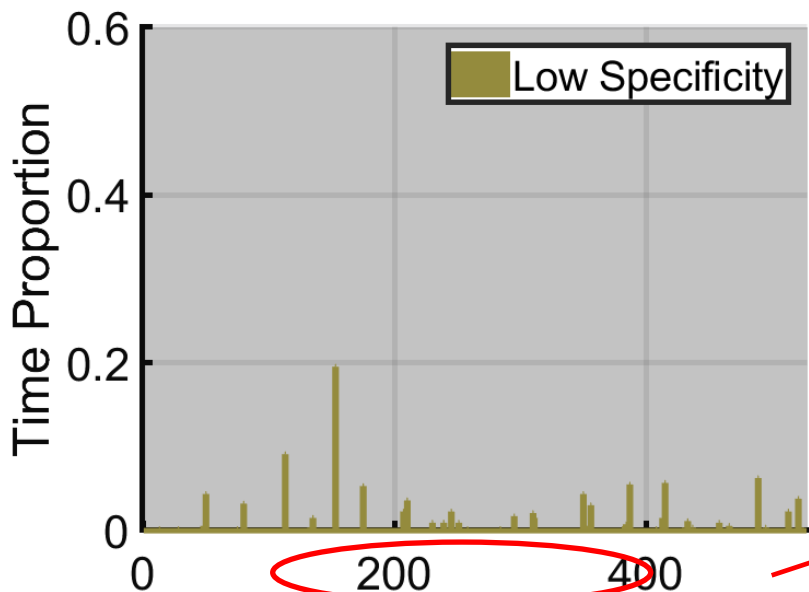
# Temps par quadrat : spécificité s



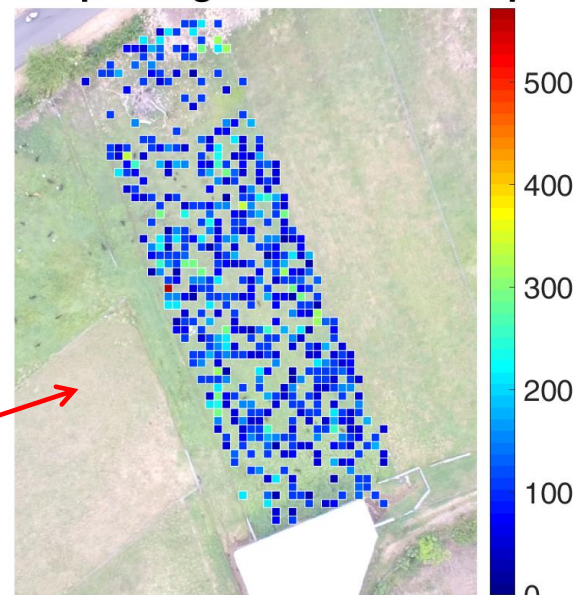
Utilisation d'une loi géométrique  
pour simuler la répartition sur les quadrats



# Répartition du temps par quadrat



Temps de pâturage cumulé du troupeau

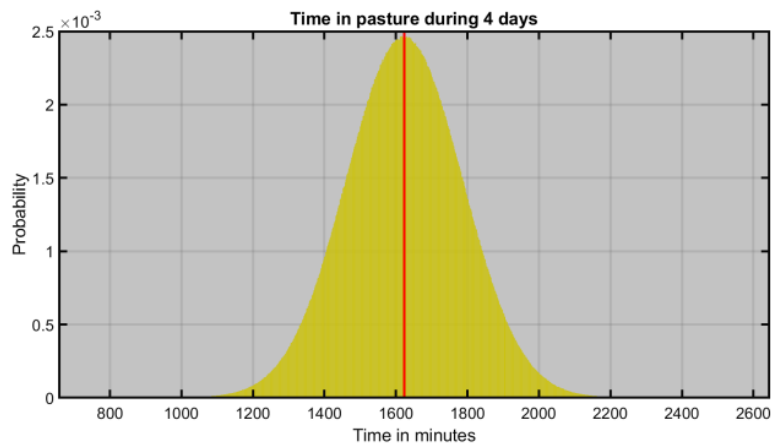
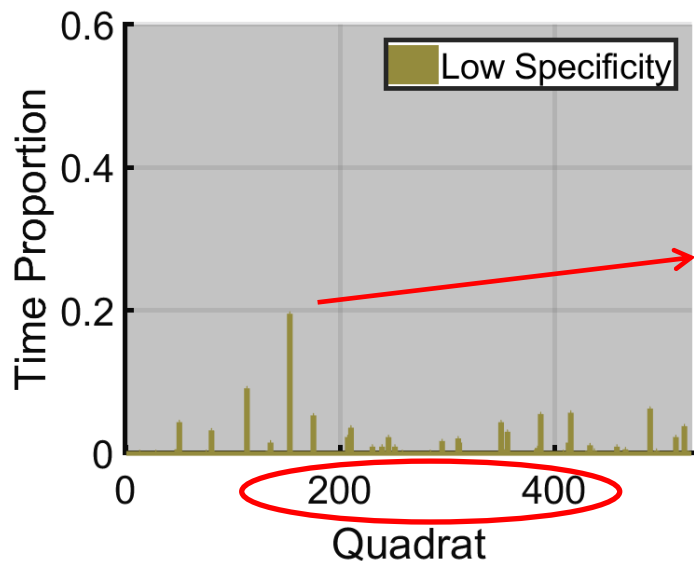


?

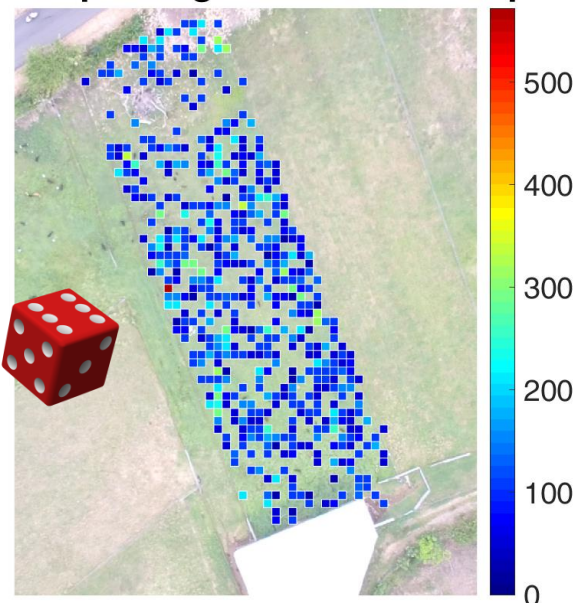
Quel quadrats?



# Répartition du temps par quadrat



Temps de pâturage cumulé du troupeau

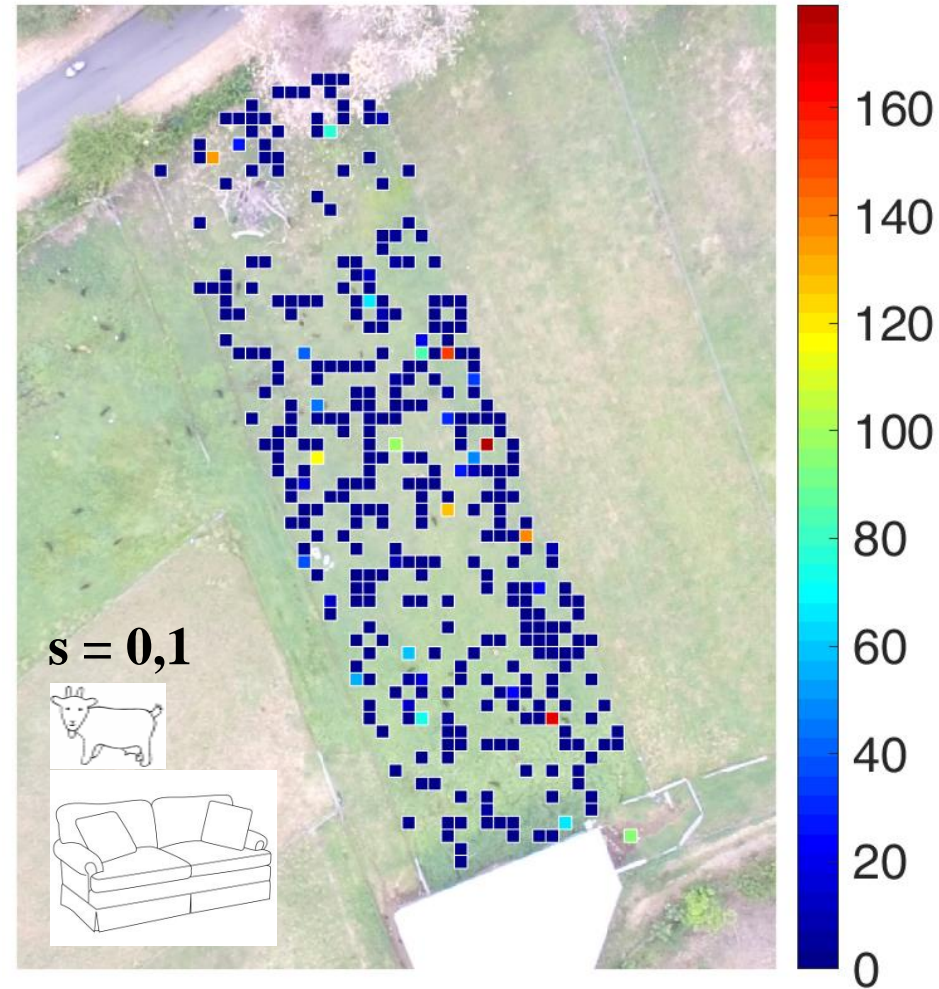
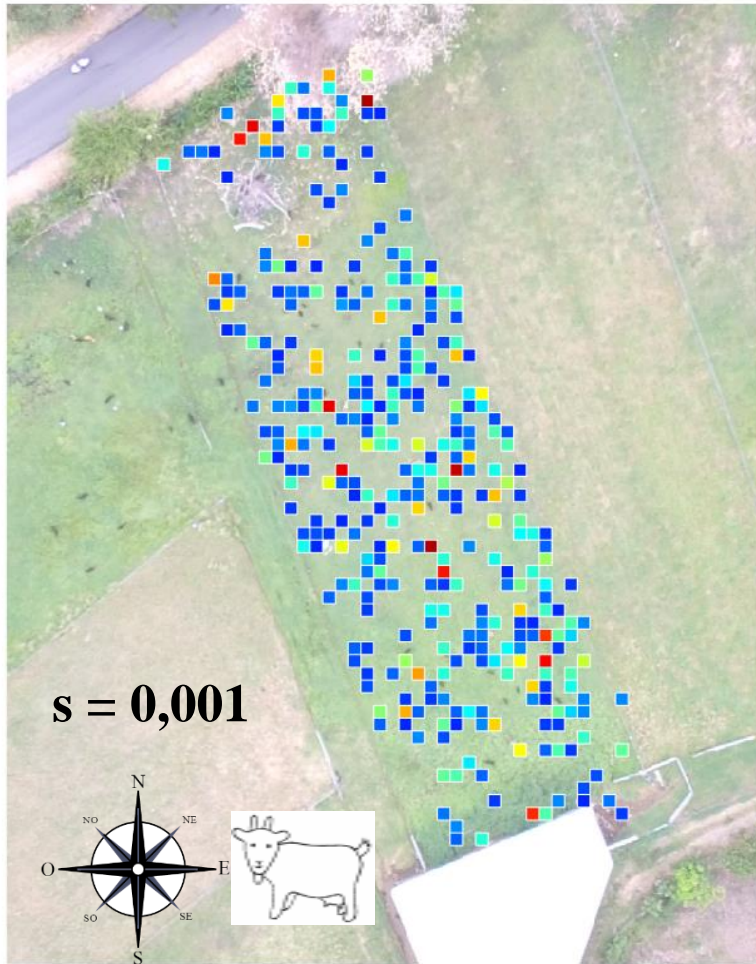


$t_{q1}$



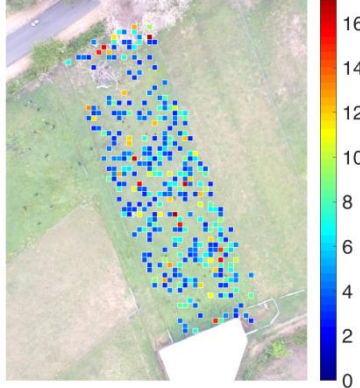
- Démarche itérative :**
1. Tirage au sort d'un quadrat en respectant les fréquences.
  2. Mise à jour du temps de pâturage cumulé du troupeau et individuel
  3. Go to 1.

# Répartition individuelle du temps par quadrat

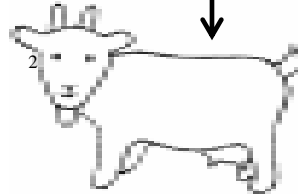
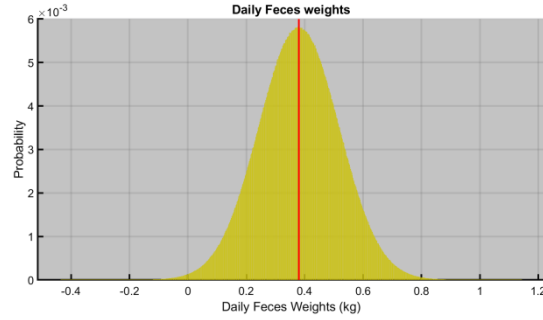


# Données individuelles

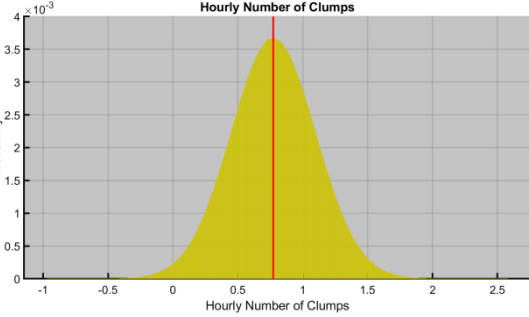
## Temps par quadrat



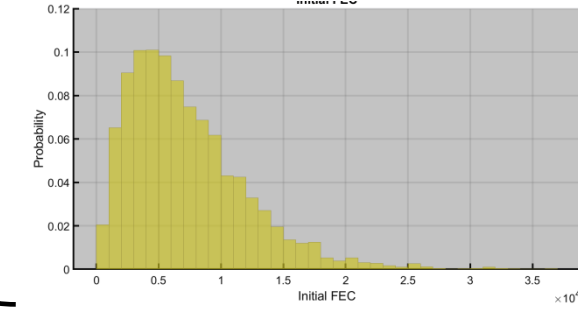
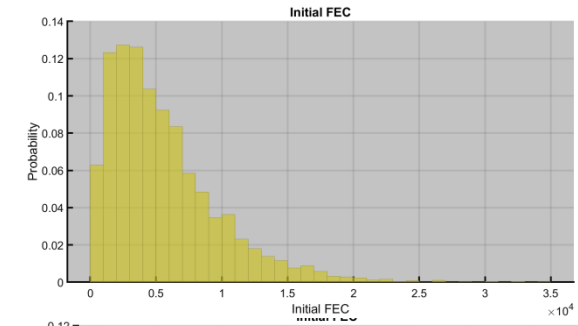
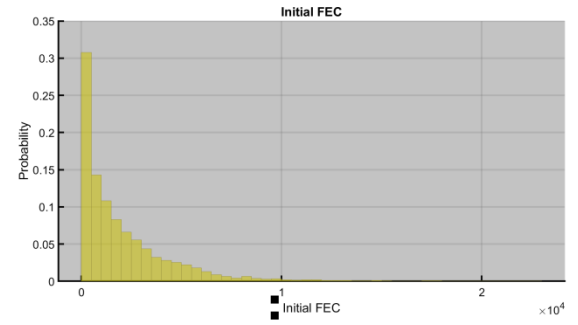
## Poids fèces



## Nombre défécation



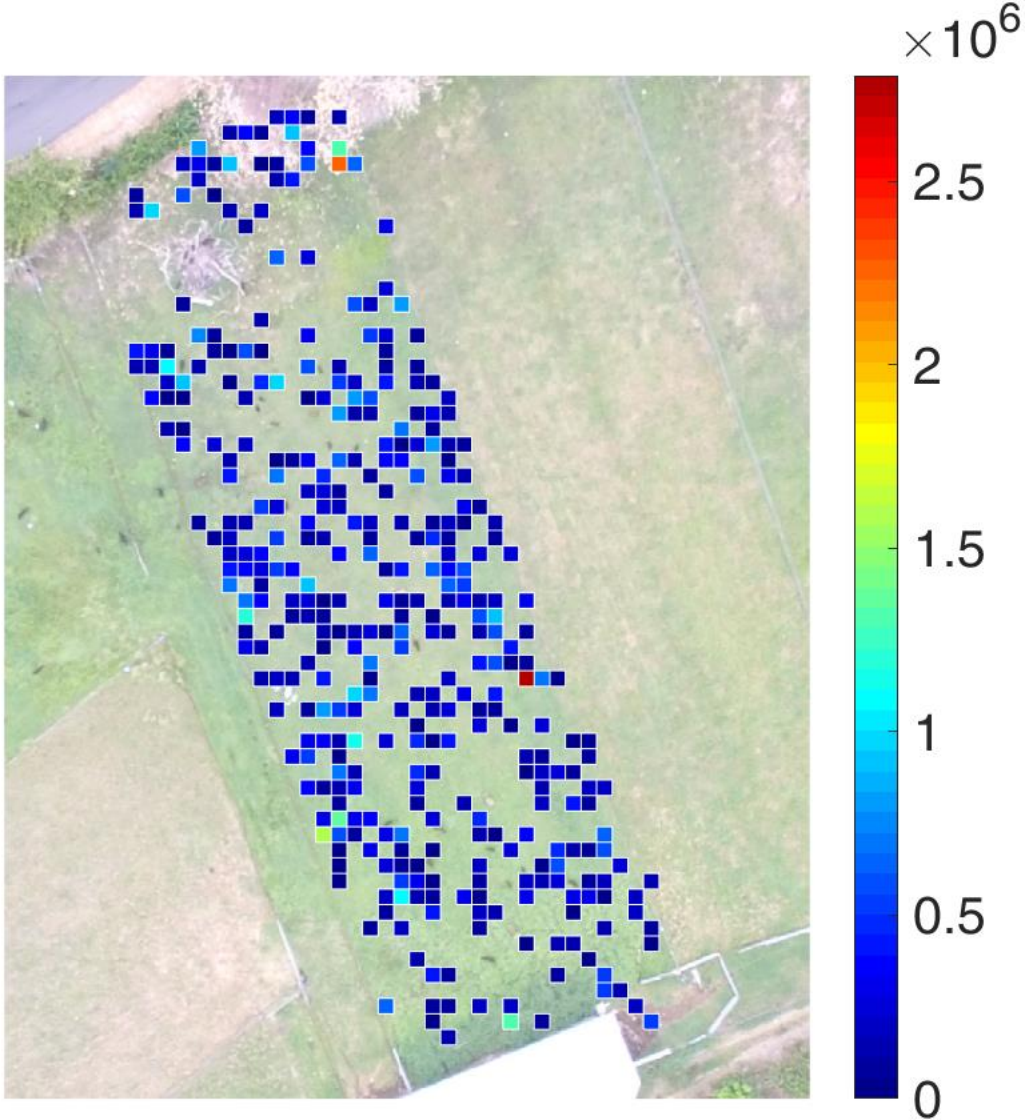
## Nombre initial d'œufs par gramme de fèces



# Répartition des œufs sur la parcelle



Exemple Parcelle 2



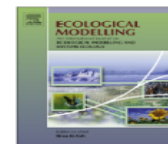
# Répartition des L3 sur la parcelle

Ecological Modelling 297 (2015) 232–245

Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Modelling

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolmodel](http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel)



GLOWORM-FL: A simulation model of the effects of climate and climate change on the free-living stages of gastro-intestinal nematode parasites of ruminants



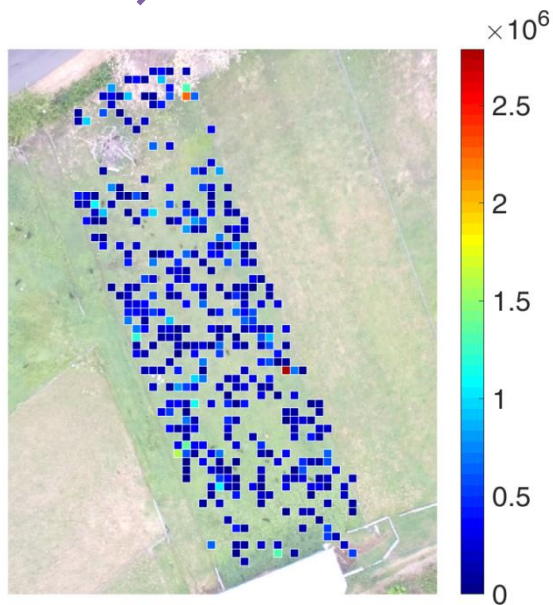
Hannah Rose<sup>a,b,\*</sup>, Tong Wang<sup>a</sup>, Jan van Dijk<sup>c</sup>, Eric R. Morgan<sup>b,d</sup>

<sup>a</sup> School of Biological Sciences, Life Sciences Building, University of Bristol, Tyndall Avenue, Bristol BS8 1TQ, UK

<sup>b</sup> Cabot Institute, University of Bristol, Cantocks Close, Bristol BS8 1TS, UK

<sup>c</sup> Department of Epidemiology and Population Health, Institute of Infection and Global Health, University of Liverpool, Leahurst, Neston, Cheshire CH64 7TE, UK

<sup>d</sup> School of Veterinary Sciences, University of Bristol, Langford House, Langford, Bristol BS40 5DU, UK



Données Météo

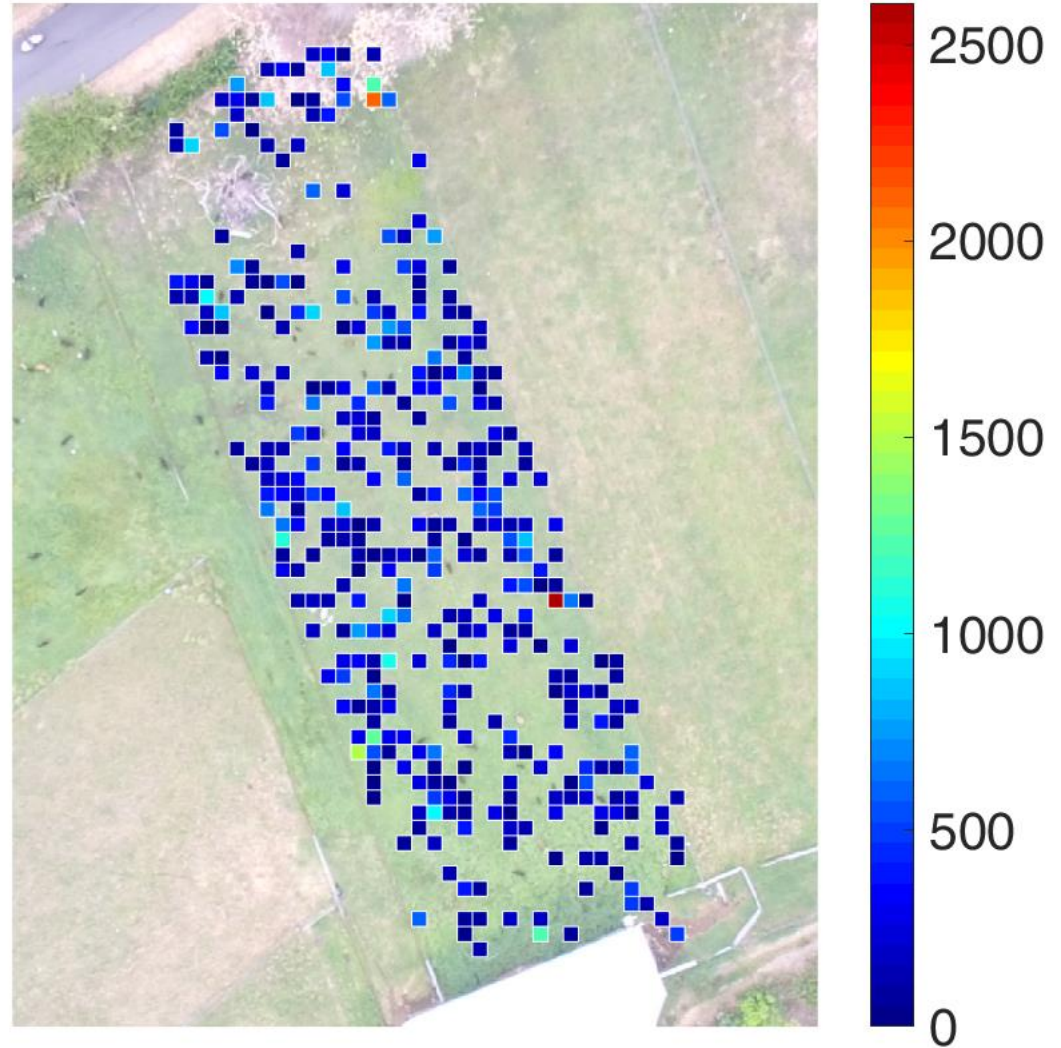
Simulation du passage d'œufs à L3 infestantes en fonction de l'environnement (précipitations, évapotranspiration, températures).

# Répartition des L3 sur la parcelle



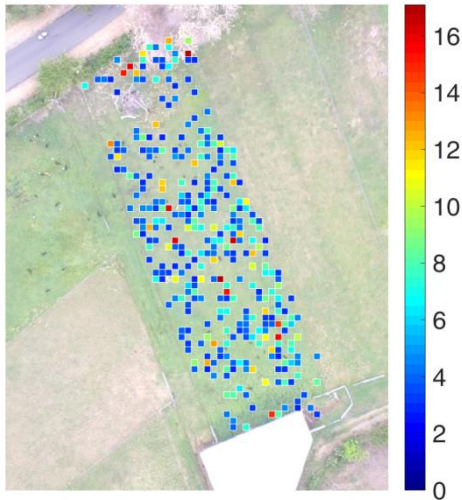
**Exemple Parcelle 2**

**0,1% des œufs deviennent des L3**

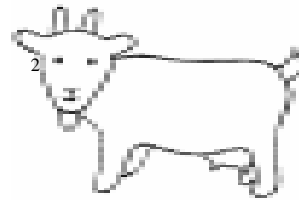
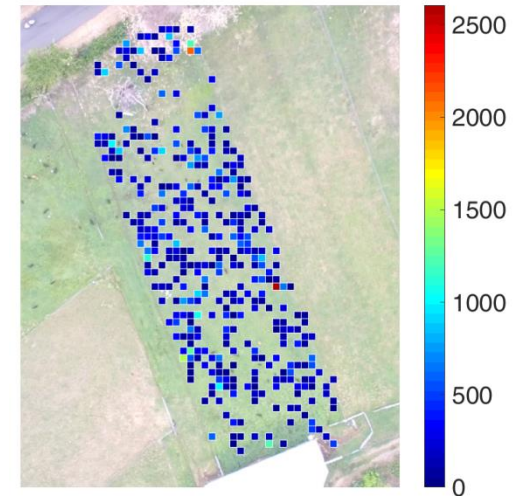


# Ingestion de Larves, semaine 2

Temps par quadrat



Répartition des L3

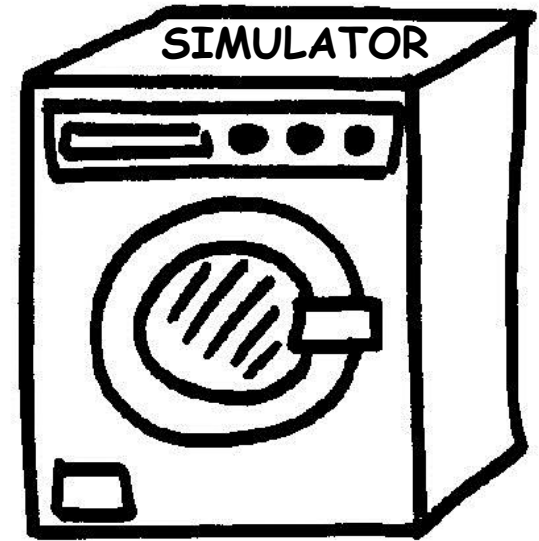
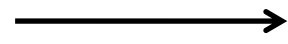
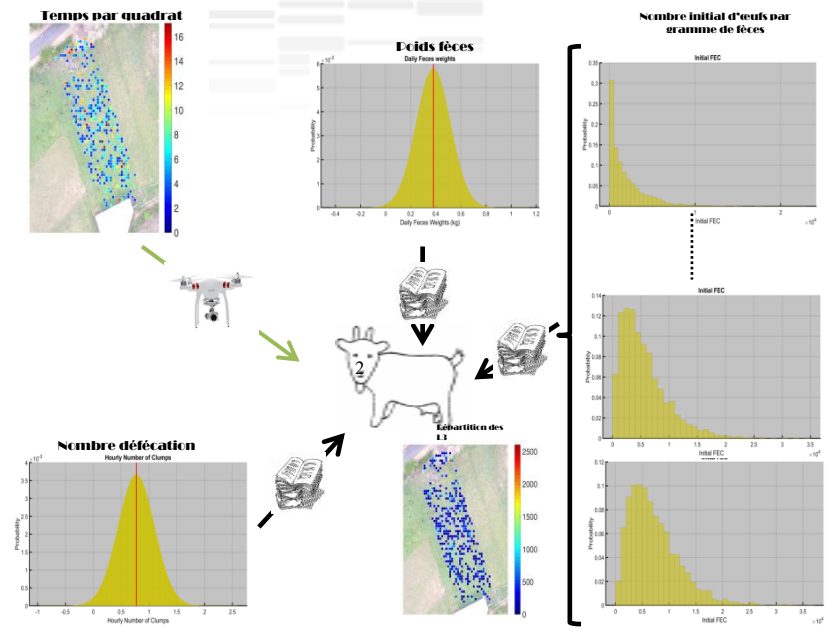


Risque proportionnel :

- Au temps passé sur le quadrat et
- au nombre de L3 présentes.

$$\text{Risque d'Ingestion} = \sum_{q=1}^{nQ} t_q * nL3_q$$

# Données individuelles



Risque d'ingestion individuel  
Distribution des L3 au pâturage

Distribution spatiale  
des fréquences  
d'occurrences

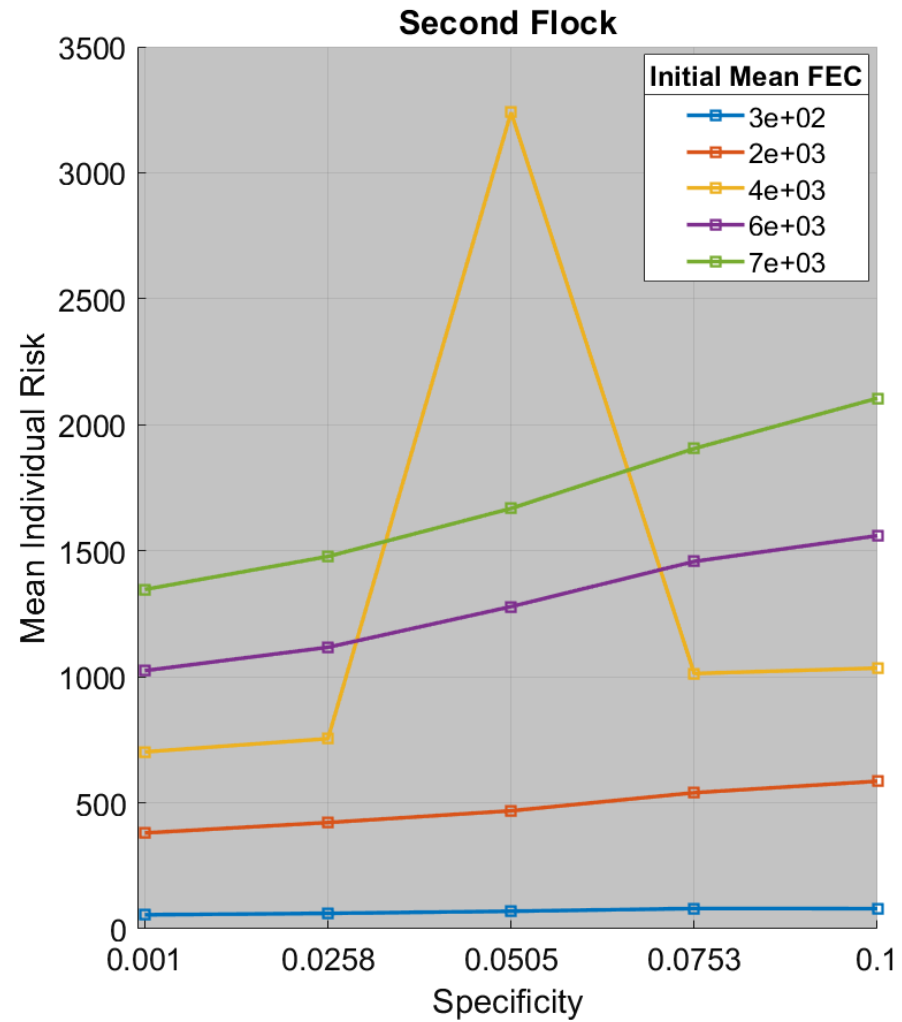
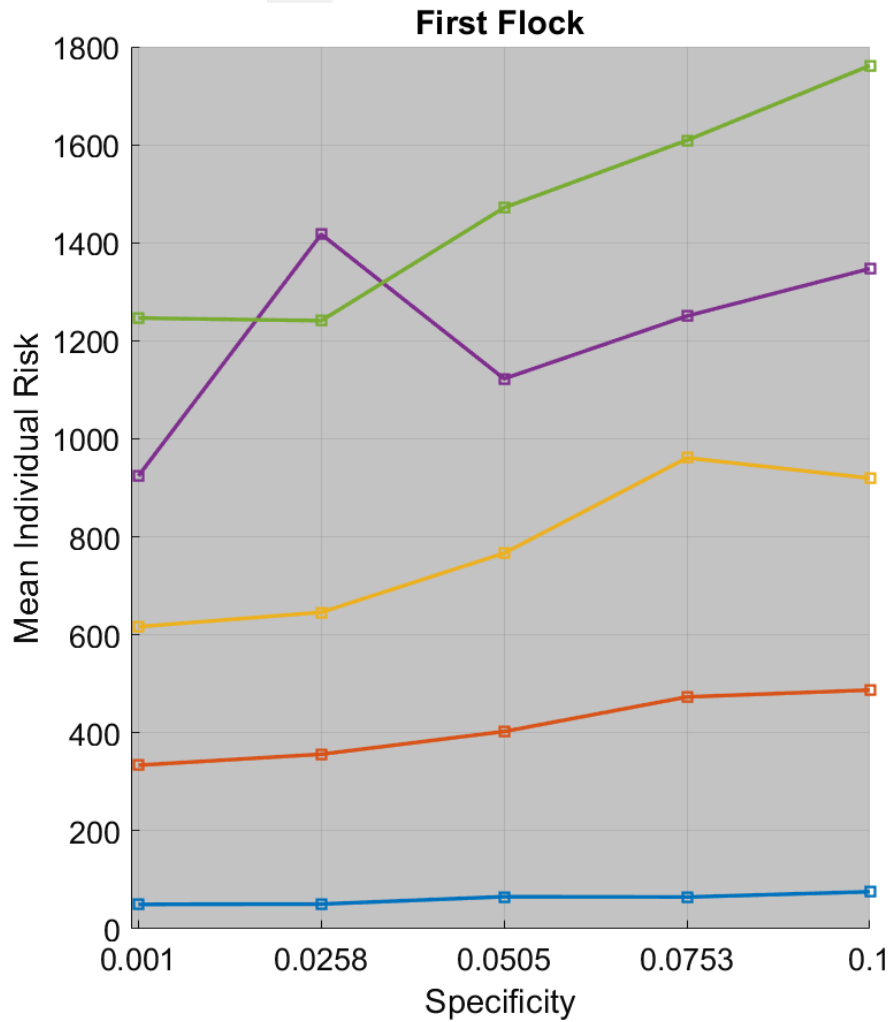
Nombre de chèvres

Spécificité

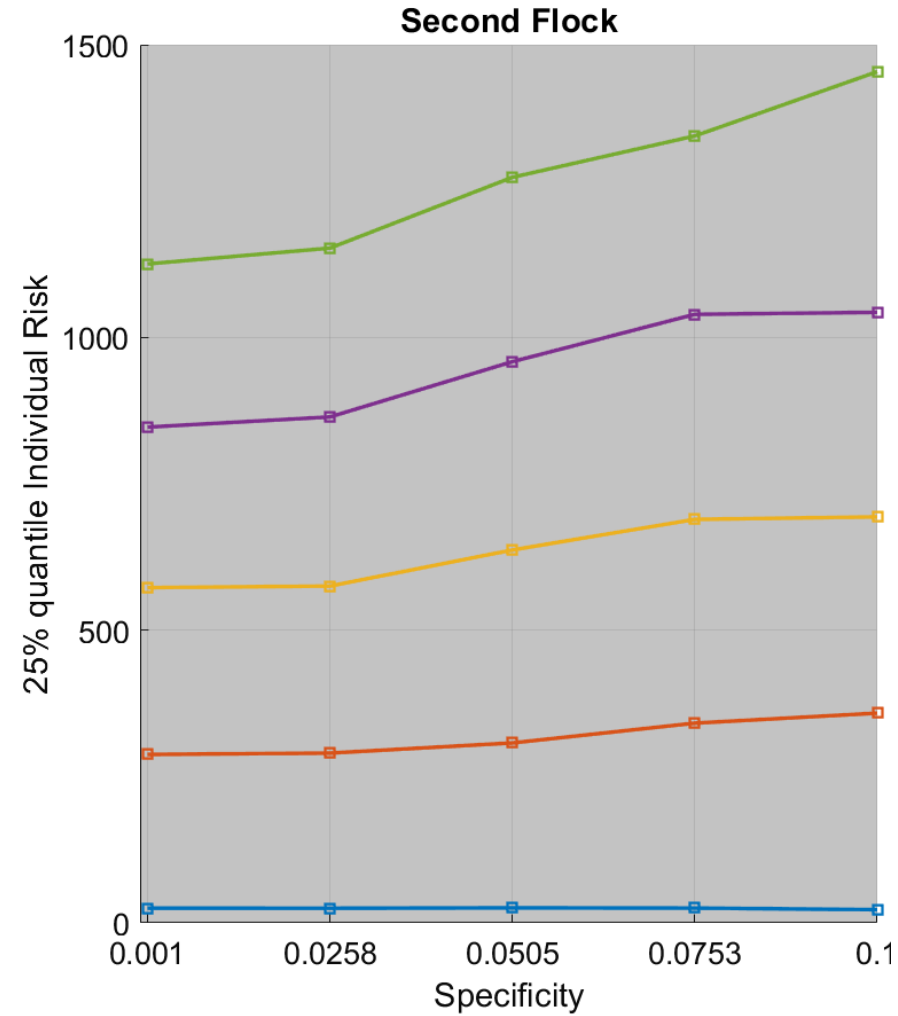
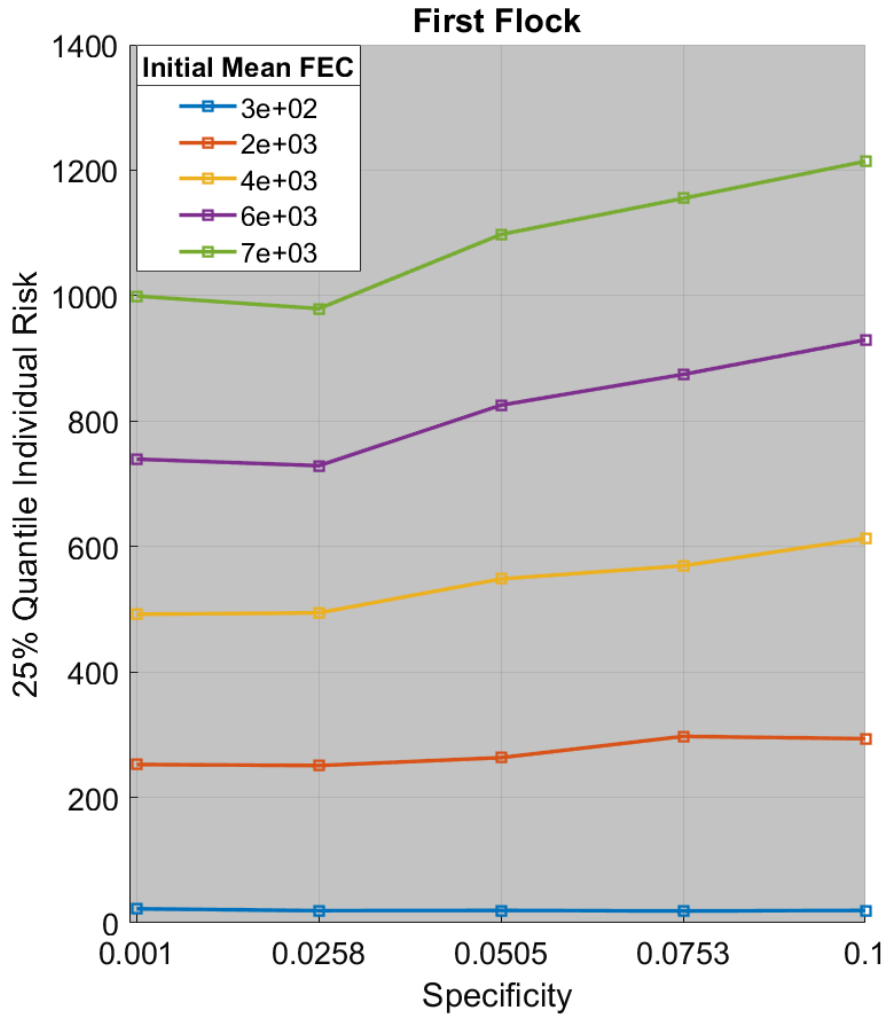
Initial OPG du troupeau



# Impact de la spécificité



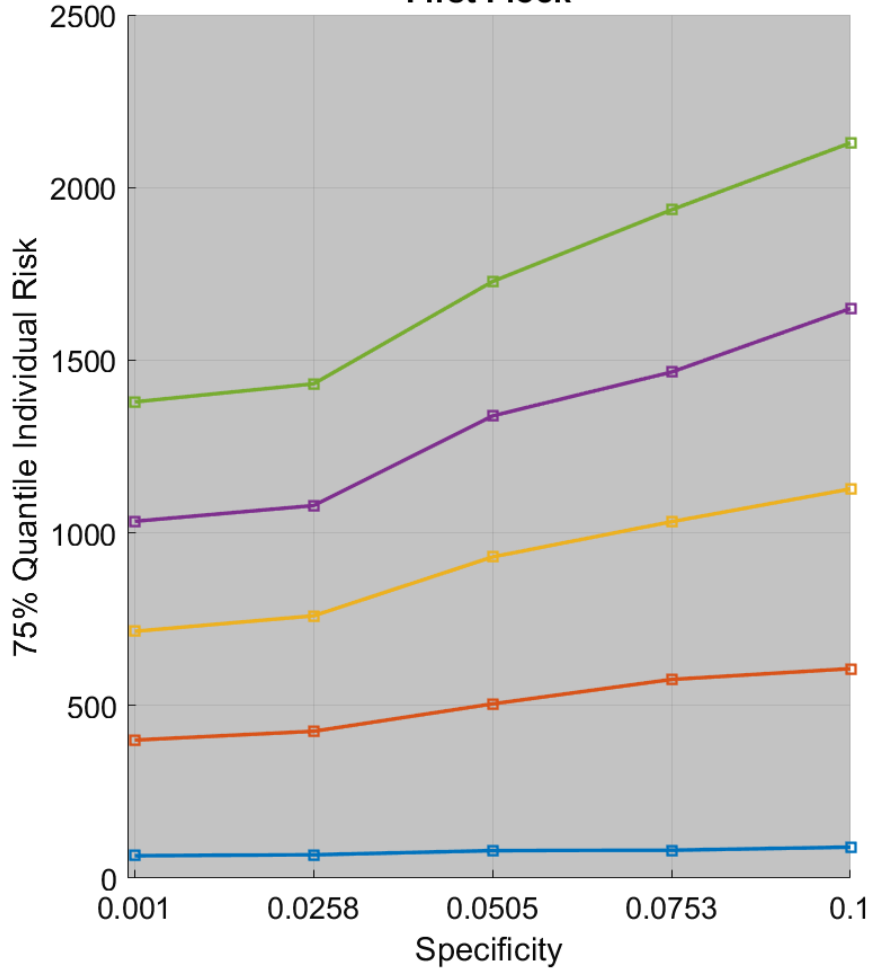
# Impact de la spécificité



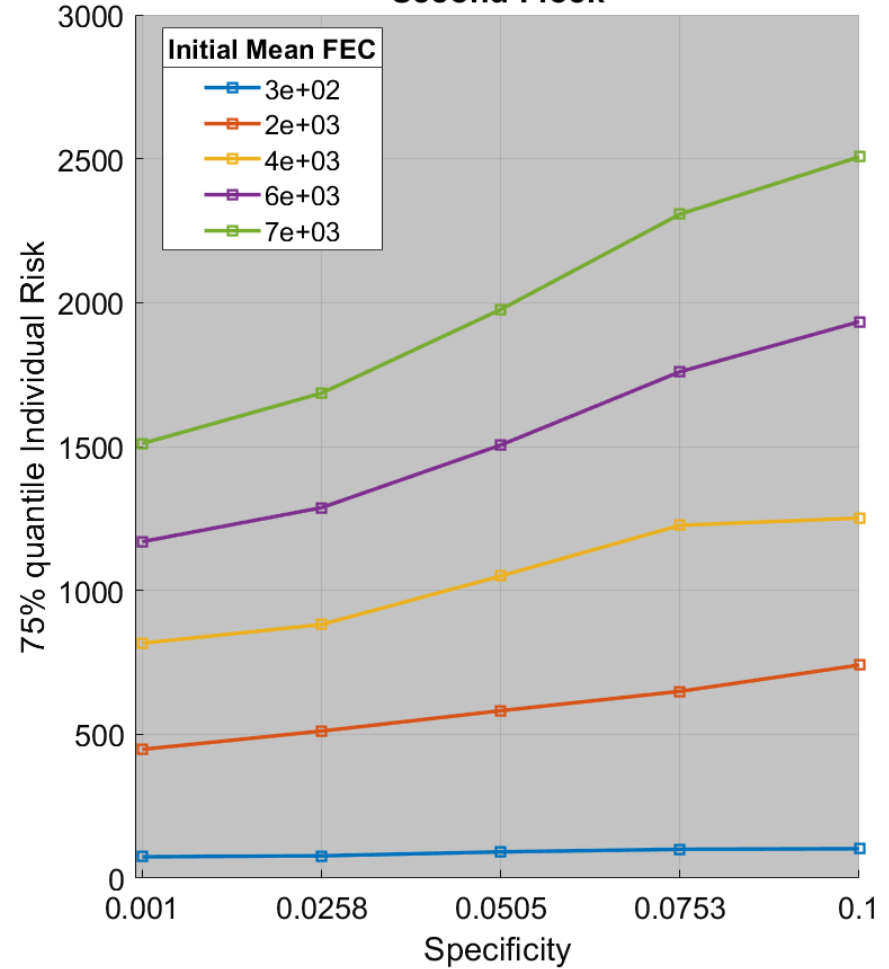
# Impact de la spécificité



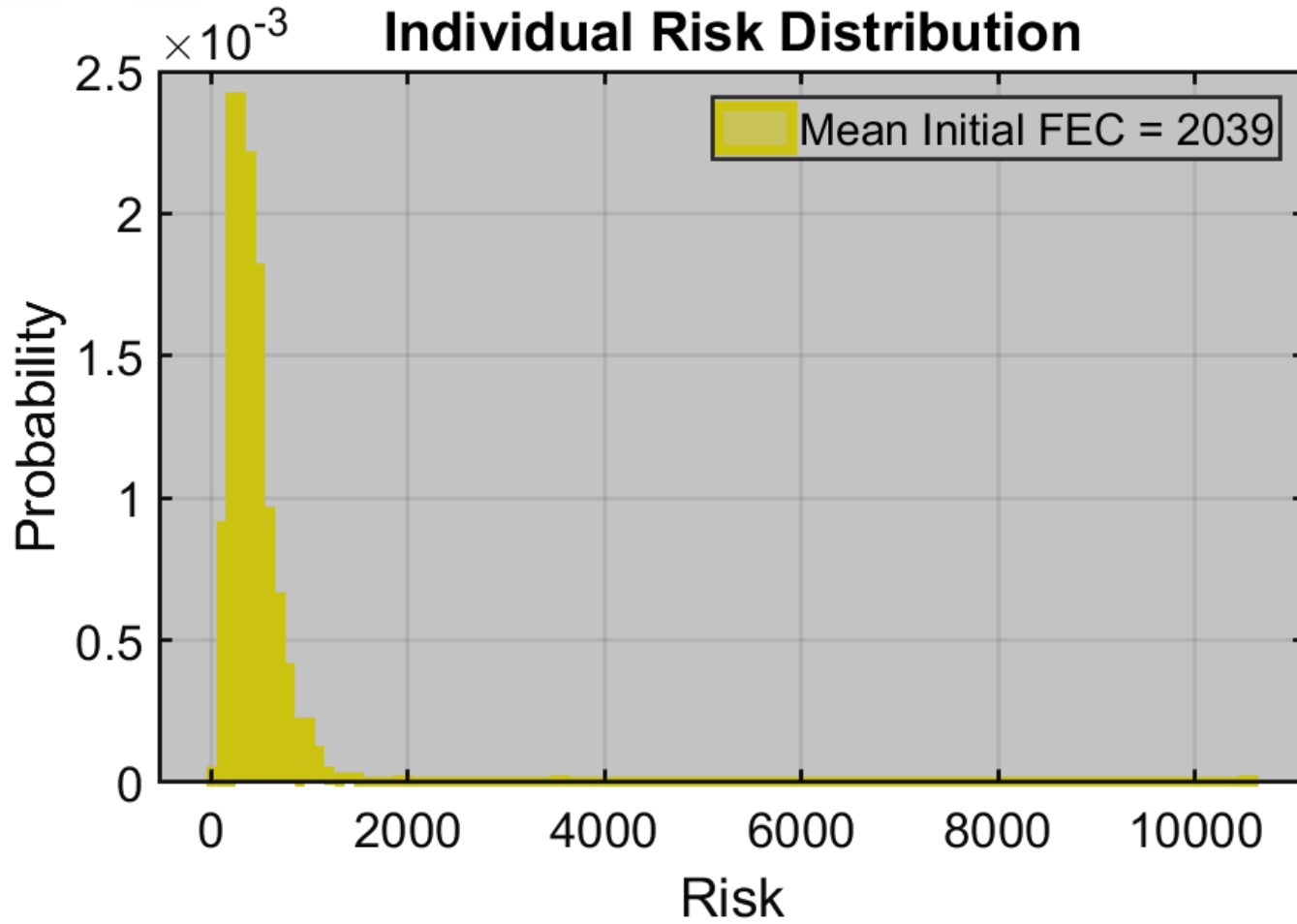
### First Flock



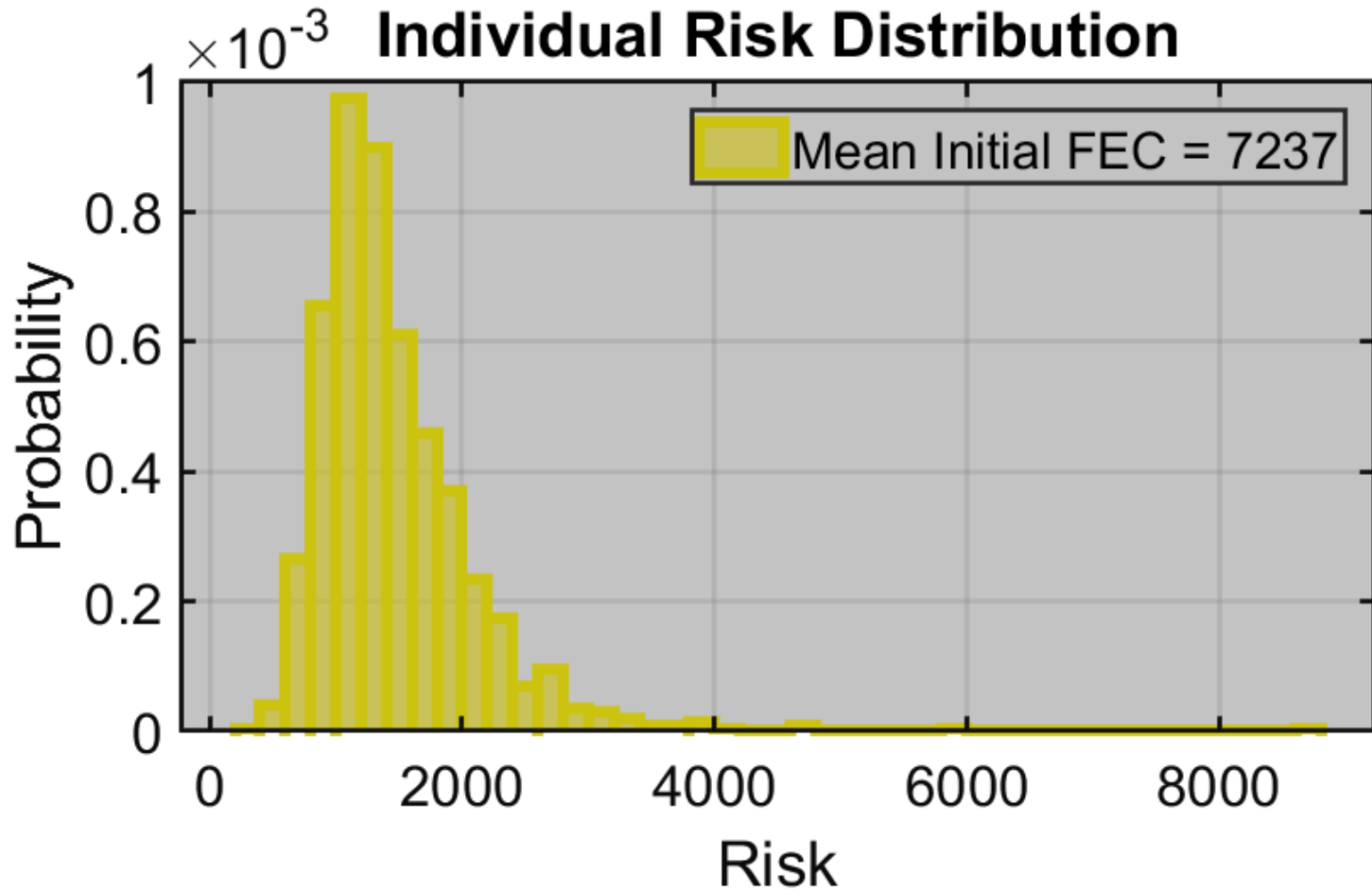
### Second Flock



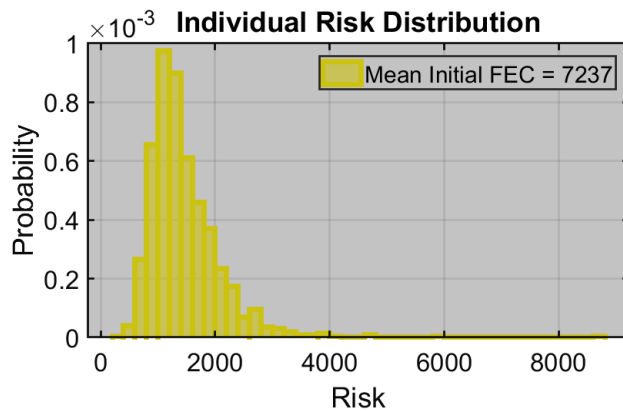
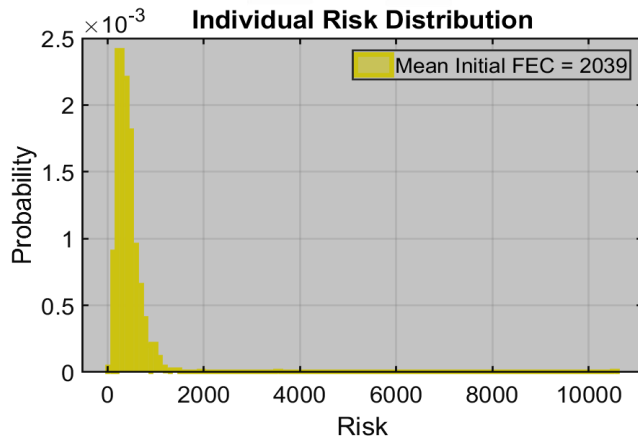
# Distribution Individuelle du risque



# Distribution Individuelle du risque



# Distribution Individuelle du risque

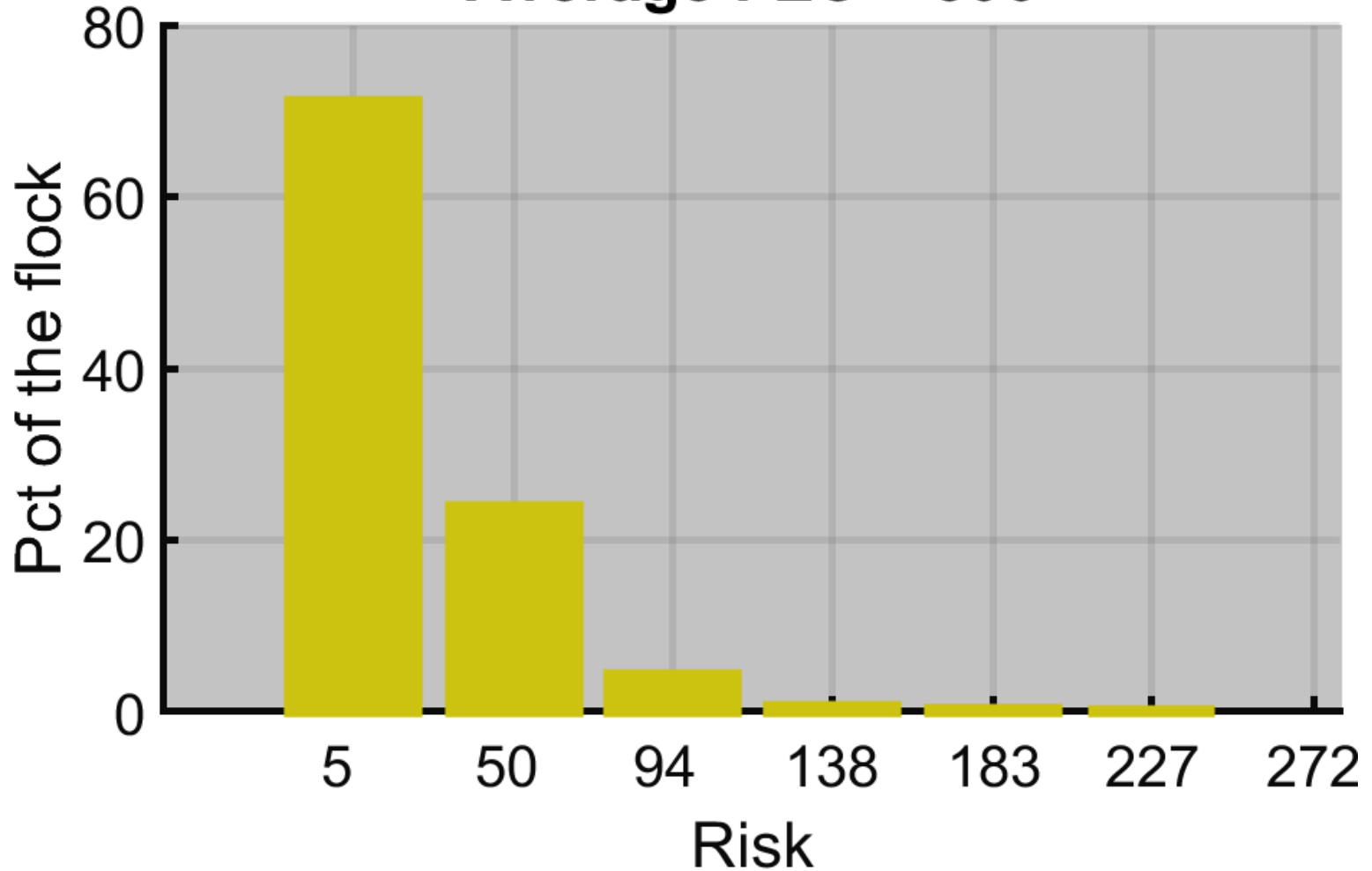


## Conclusions

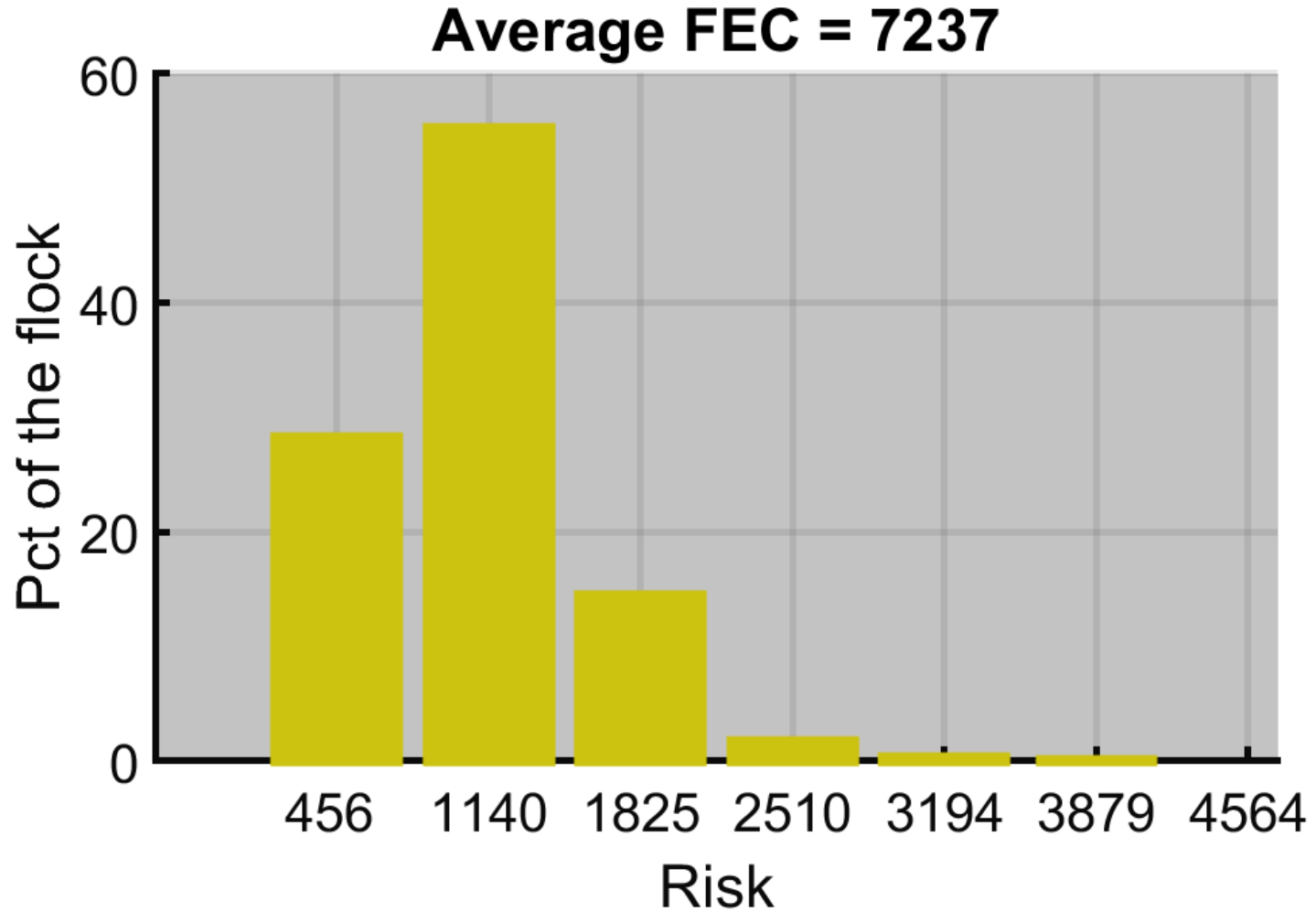
- Distribution fortement asymétrique.
- Le risque augmente linéairement avec le FEC initial du troupeau.

# Distribution du risque au sein du troupeau

Average FEC = 306

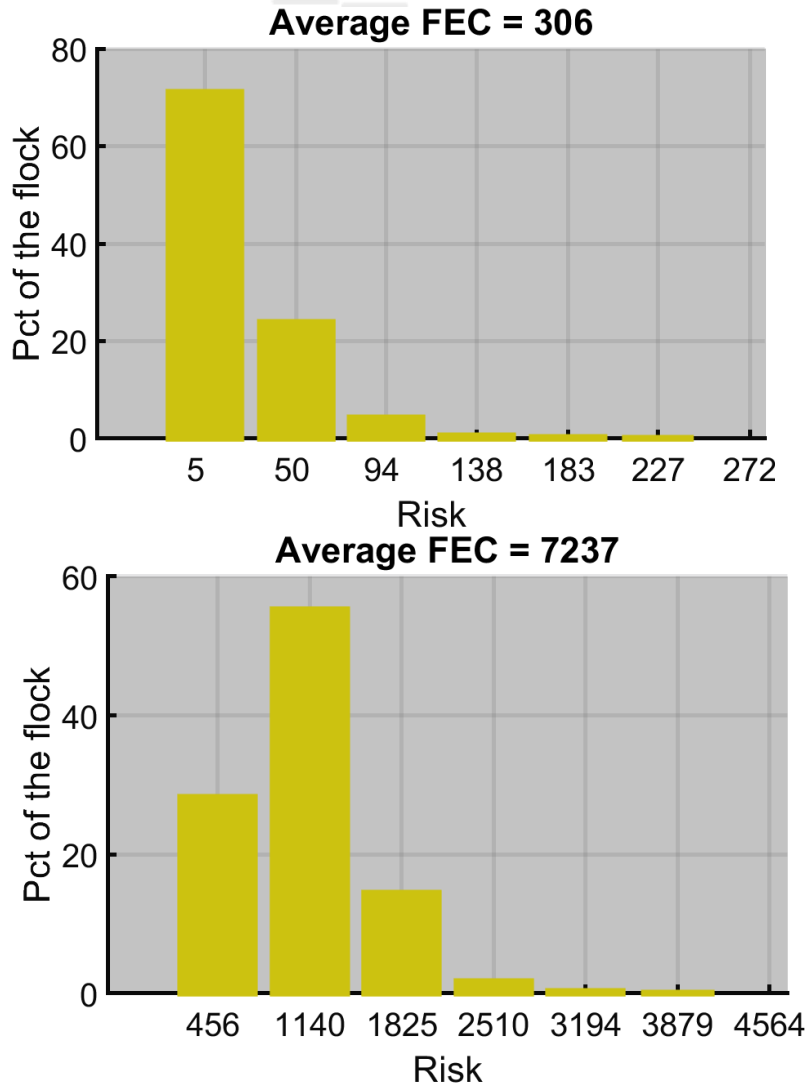


# Distribution du risque au sein du troupeau





# Distribution du risque au sein du troupeau

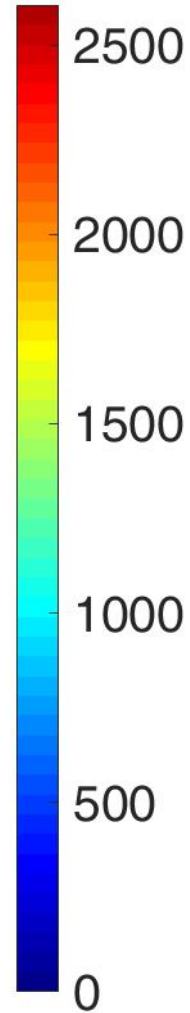
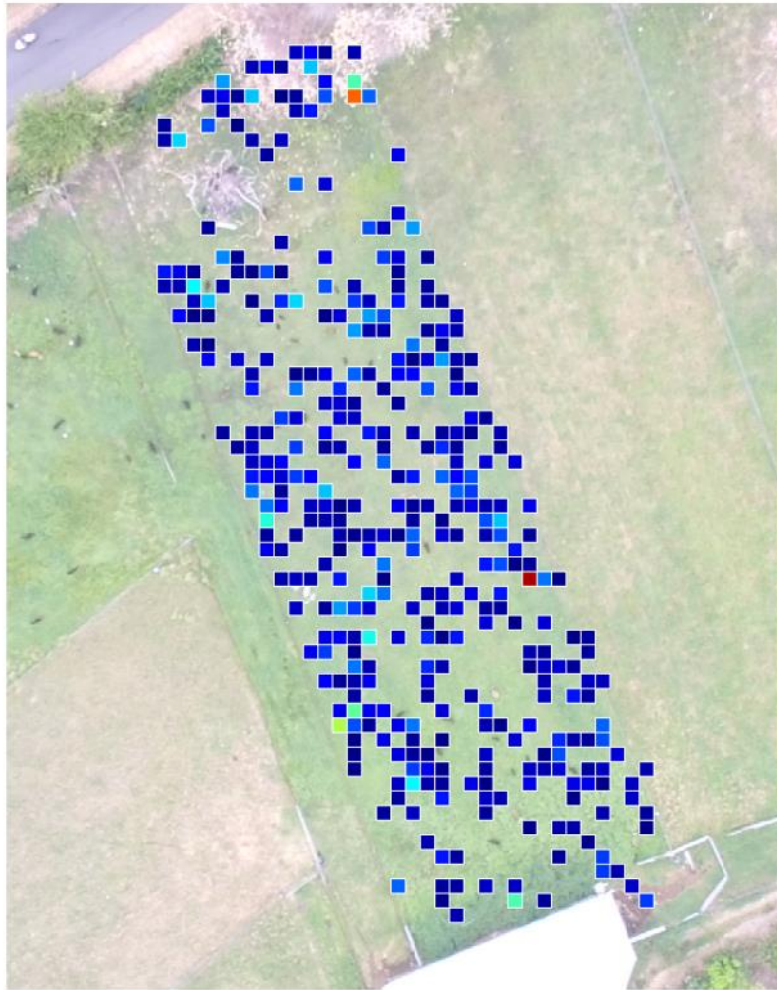


## Conclusions

- Distribution fortement asymétrique.
- Distribution log-normale
- Le risque augmente linéairement avec le FEC initial du troupeau.



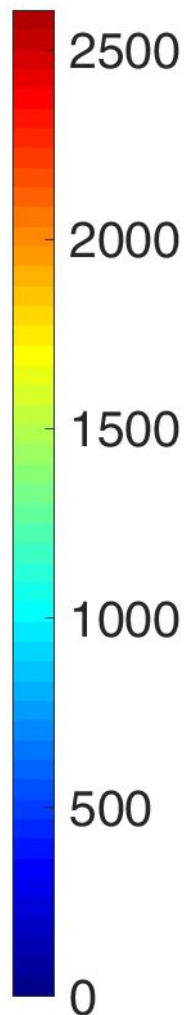
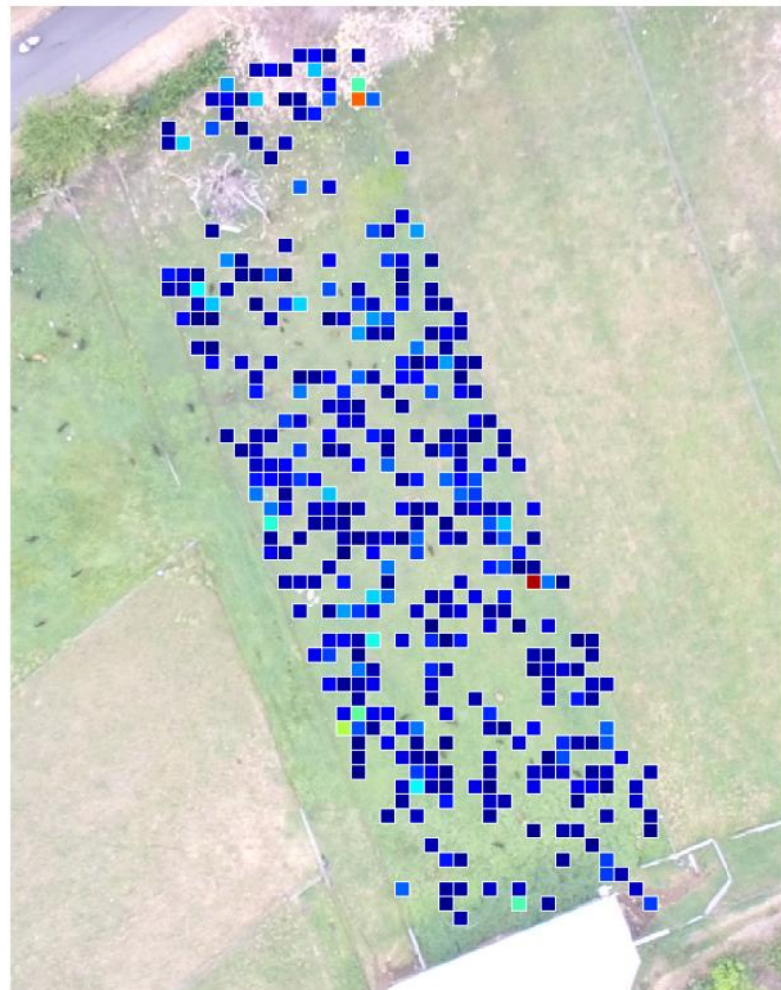
# Distribution spatiale des L3



## Conclusions

- Distribution fortement agrégée

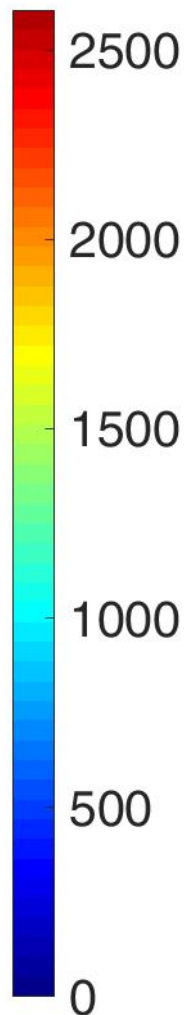
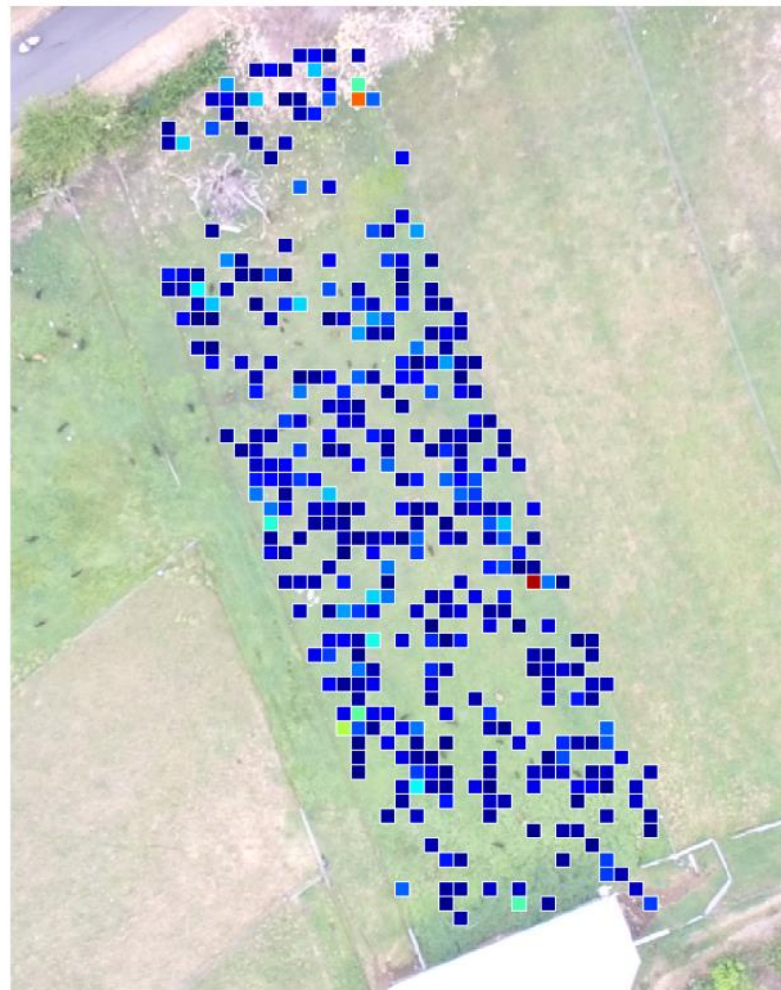
# Echantillonner les L3 au pâturage?



## Conclusions

- 25, 50, 75, 100 échantillons.
- Environ 96% d'erreur sur l'estimation du nombre moyen de L3 par m<sup>2</sup>.
- Erreur ne baisse que très peu avec le nombre d'échantillon.

# Echantillonner les L3 au pâturage?

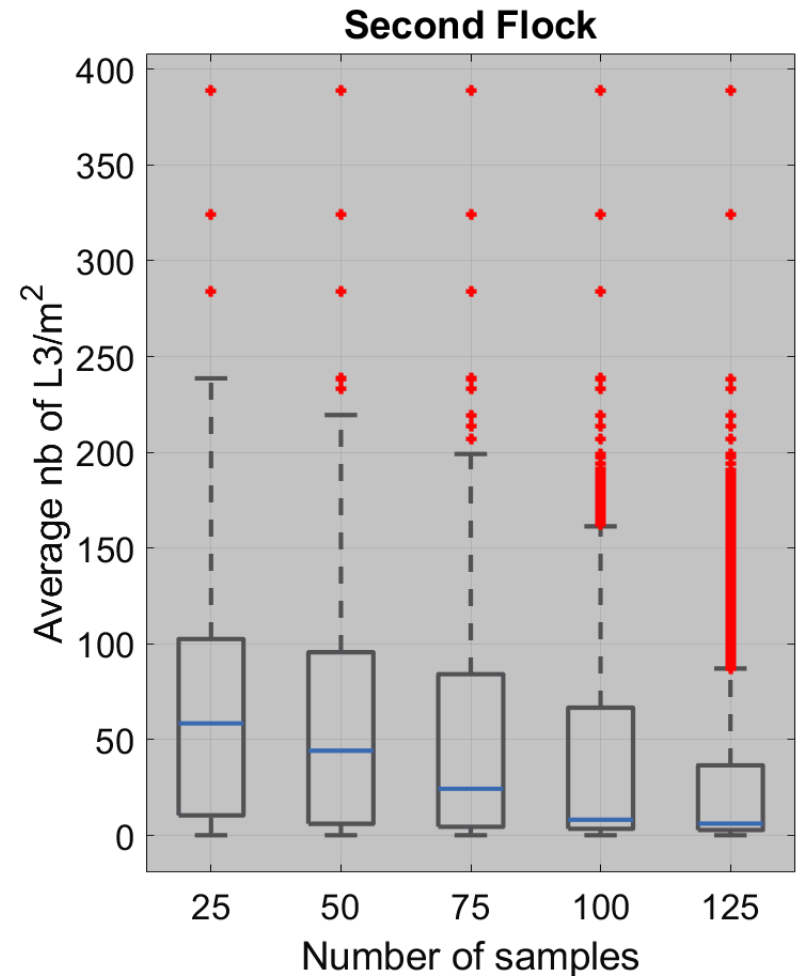
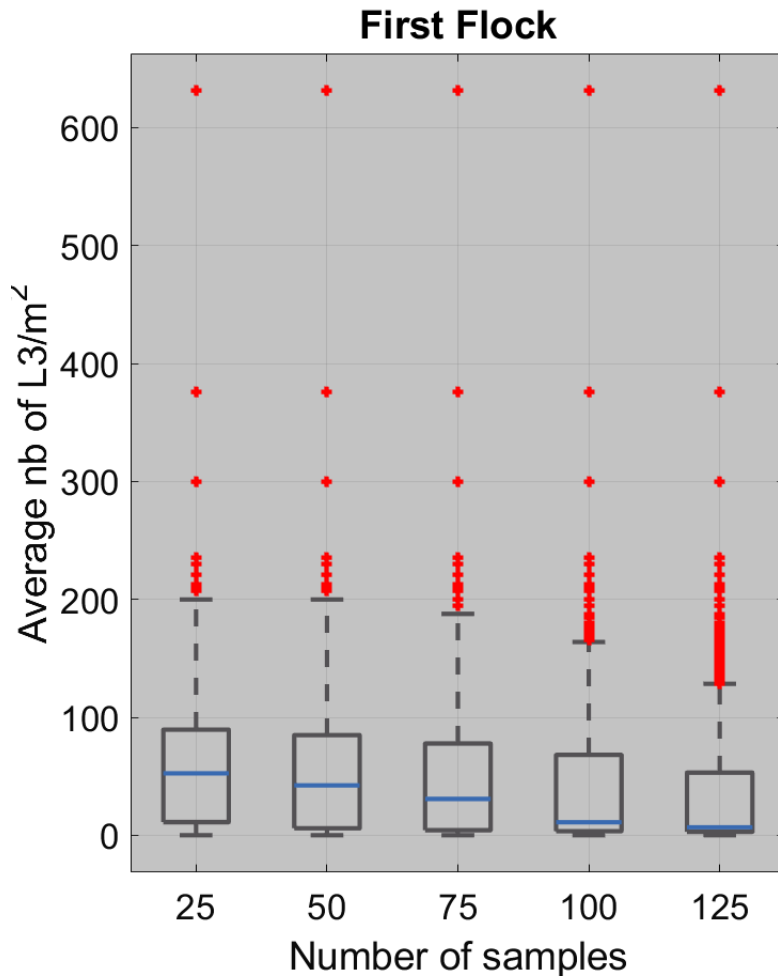


## Conclusions

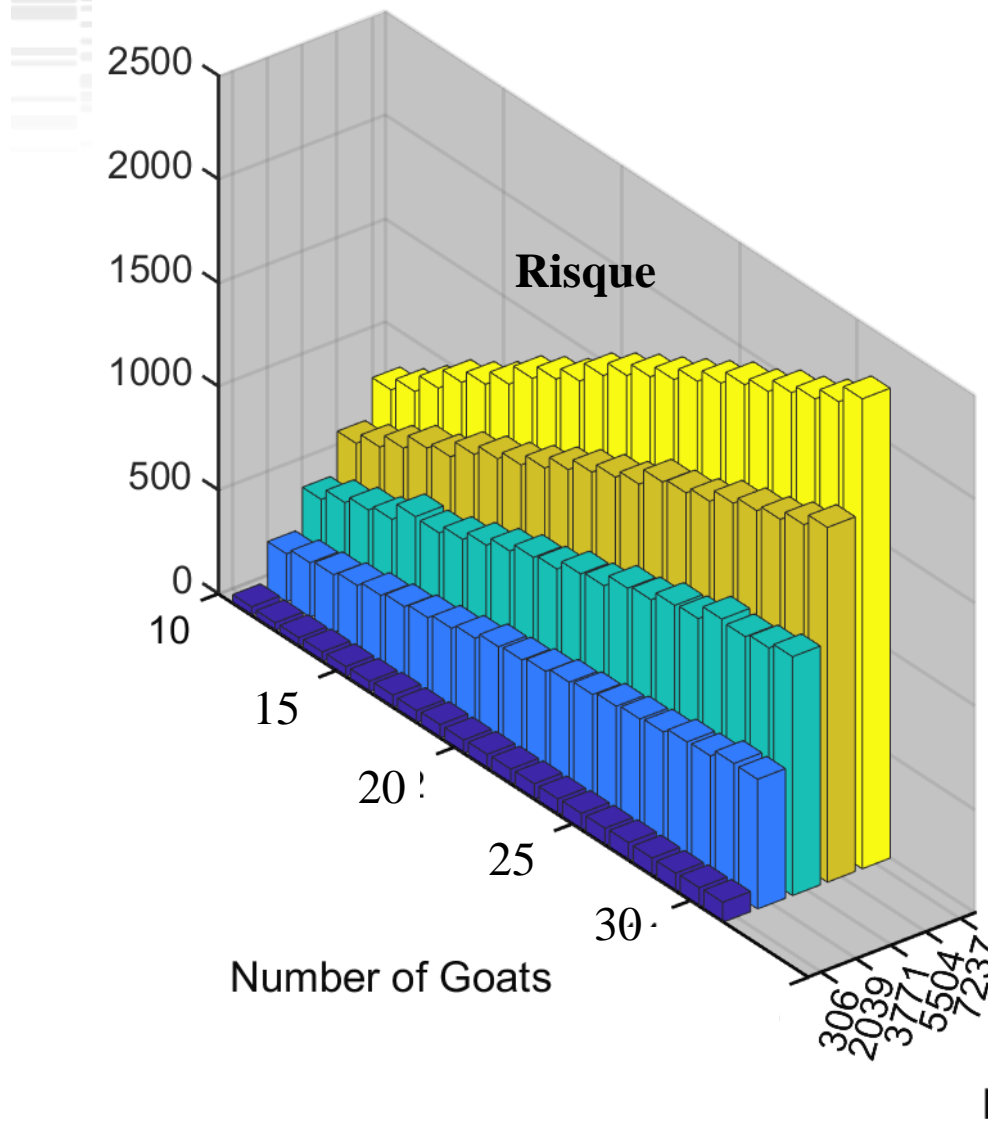
- 25, 50, 75, 100 échantillons.
- Environ 96% d'erreur sur l'estimation du nombre moyen de L3 par m<sup>2</sup>.
- Erreur baisse que très peu avec le nombre d'échantillon.
- Dans beaucoup de cas, aucune larve n'est échantillonnée.



# Echantillonner les L3 au pâturage?



# Effet du nombre de chèvres



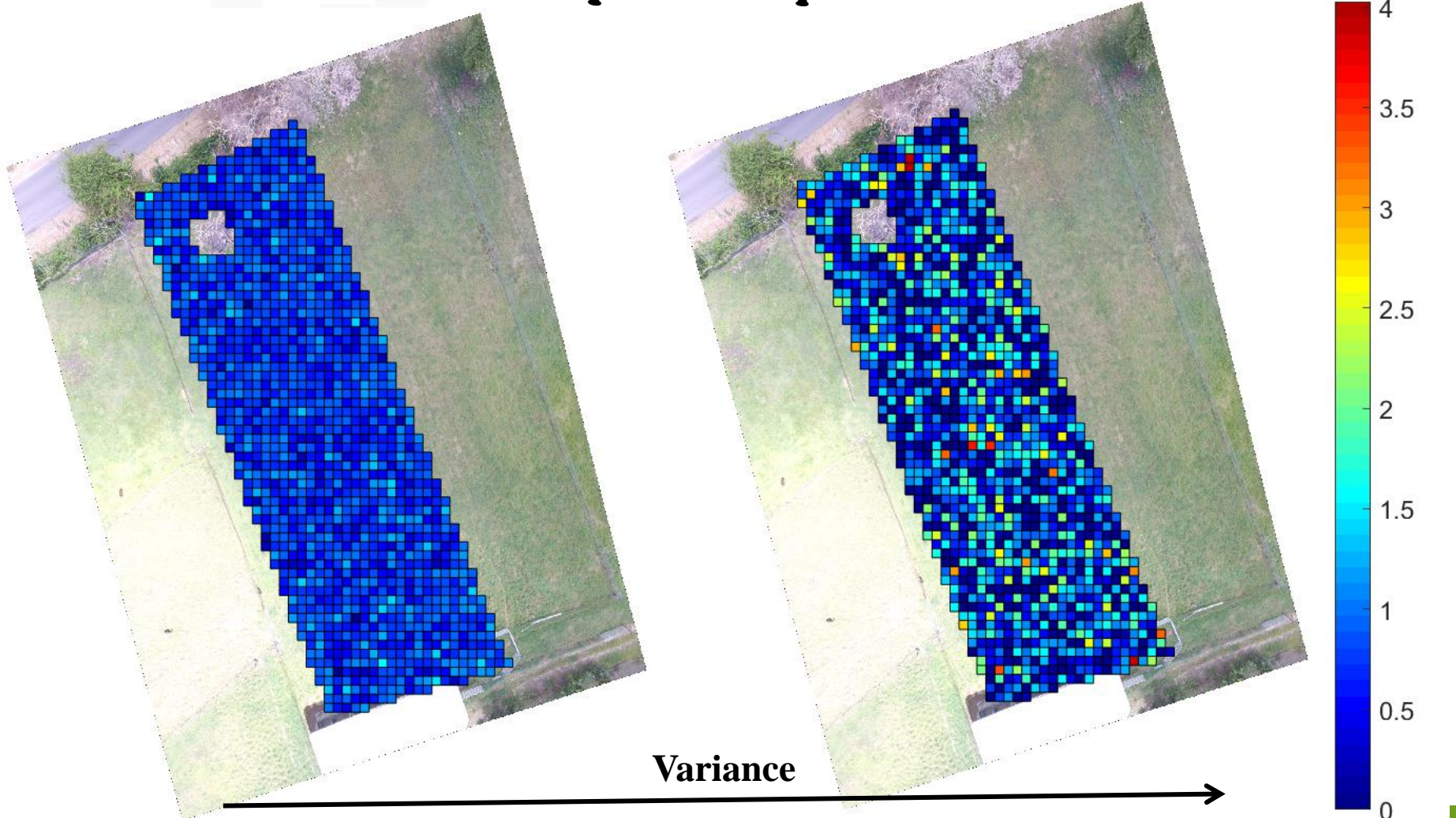
## Conclusions

- Le risque augmente linéairement avec la moyenne initiale des FEC du troupeau et le nombre de chèvres par unité de surface.

Mean Initial FEC

# Effet de la distribution spatiale des chèvres

## Exemples de fréquences simulées



Variance

$\times 10^{-3}$

4

3.5

3

2.5

2

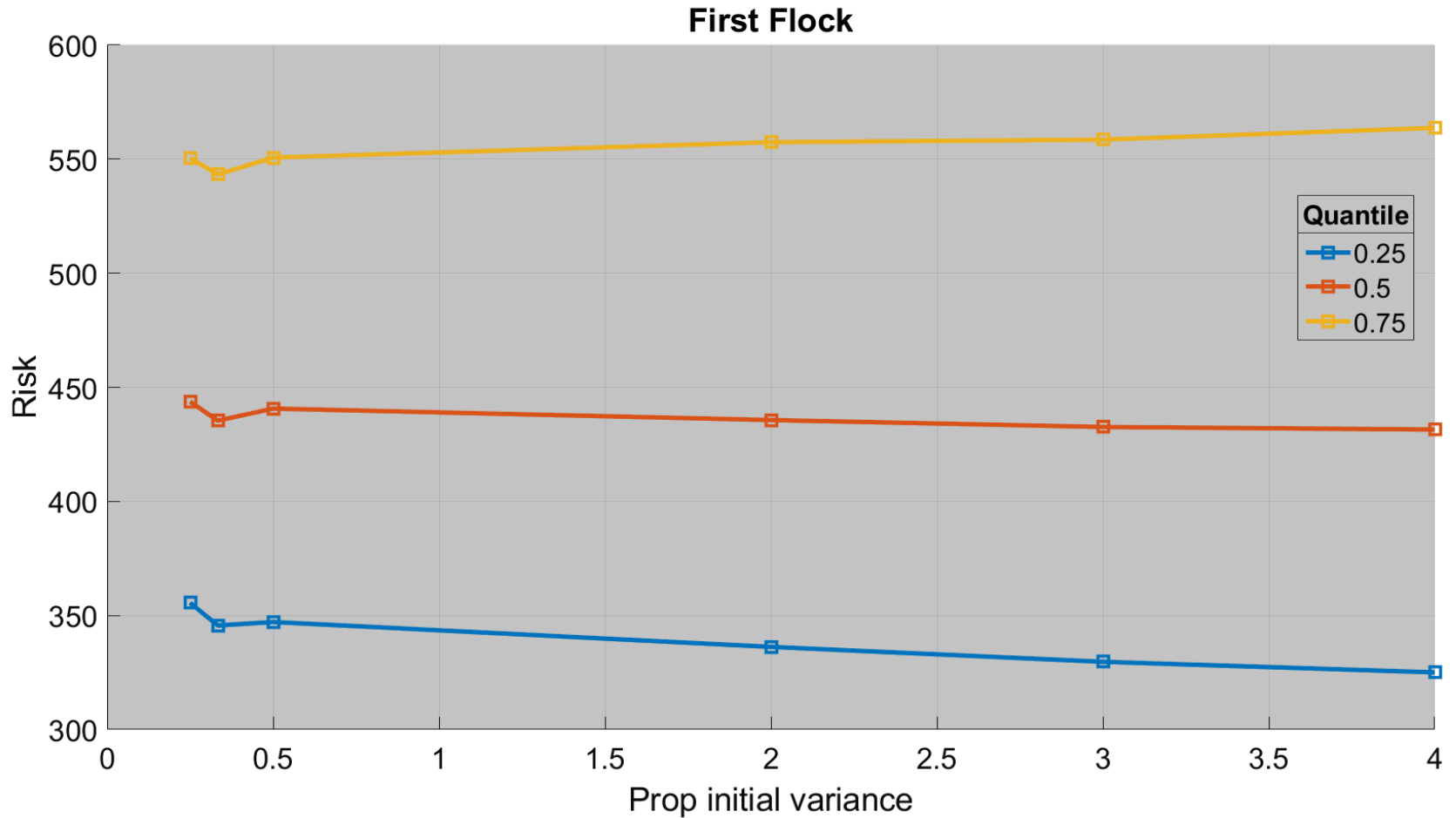
1.5

1

0.5

0

# Effet de la distribution spatiale des chèvres







# Conclusion 1

- Un risque d'ingestion largement asymétrique.
- Un risque d'ingestion qui augmente avec la moyenne initiale des FEC du troupeau et le nombre de chèvres dans la parcelle.
- Une distribution des larves hautement agrégée, ce qui ne facilite pas l'échantillonnage.
- La structure spatiale des ressources sur la parcelles influence la distribution du risque.
- Un risque d'infestation également influencé par le comportement (spécificité).

## Conclusion 2

- Un risque d'ingestion largement asymétrique.
  - Remise en cause d'une ingestion de larves plus ou moins constante au sein des animaux d'un même troupeau?
  - Responsable de la distribution très asymétrique des FEC?
  - Prise en compte dans les modèles d'interactions hôtes-parasites?
- Un risque d'ingestion qui augmente avec la moyenne initiale des FEC du troupeau et le nombre de chèvres dans la parcelle.
- Une distribution des larves hautement agrégée, ce qui ne facilite pas l'échantillonnage.
  - Responsable de la distribution asymétrique du risque?
  - Utilité des modèles !
- La structure spatiale des ressources sur la parcelles semble influencer la distribution du risque.
- Un risque d'infestation influencé par le comportement (spécificité).



# Perspectives

- Une meilleure acquisition de données.
  - Caméras time-lapse, radars, GPS...
- Vers un outil de gestion?
  - Détection animaux infestés?
  - Détection des zones fortement infestées?
- Vers des nouvelles pistes de recherche?
  - La variabilité individuelle au niveau des FEC peut-elle aussi s'expliquer par le comportement dans la parcelle?
  - Tous les animaux sont-ils égaux face au risque d'infestation?