



# Régulation naturelle des populations de la mineuse de la chandelle de mil, *Heliocheilus albipunctella* (Lepidoptera, Noctuidae)



# Contexte

2

## Mil (*Pennisetum glaucum*)

- ❑ 3<sup>e</sup> céréale la plus importante en Afrique (FAO, 2016)
- ❑ Base alimentaire de 60 millions d'habitants au Sahel
- ❑ Rendement moyen faible: **0,5 à 0,8 t/ha** (DAPSA, 2011)



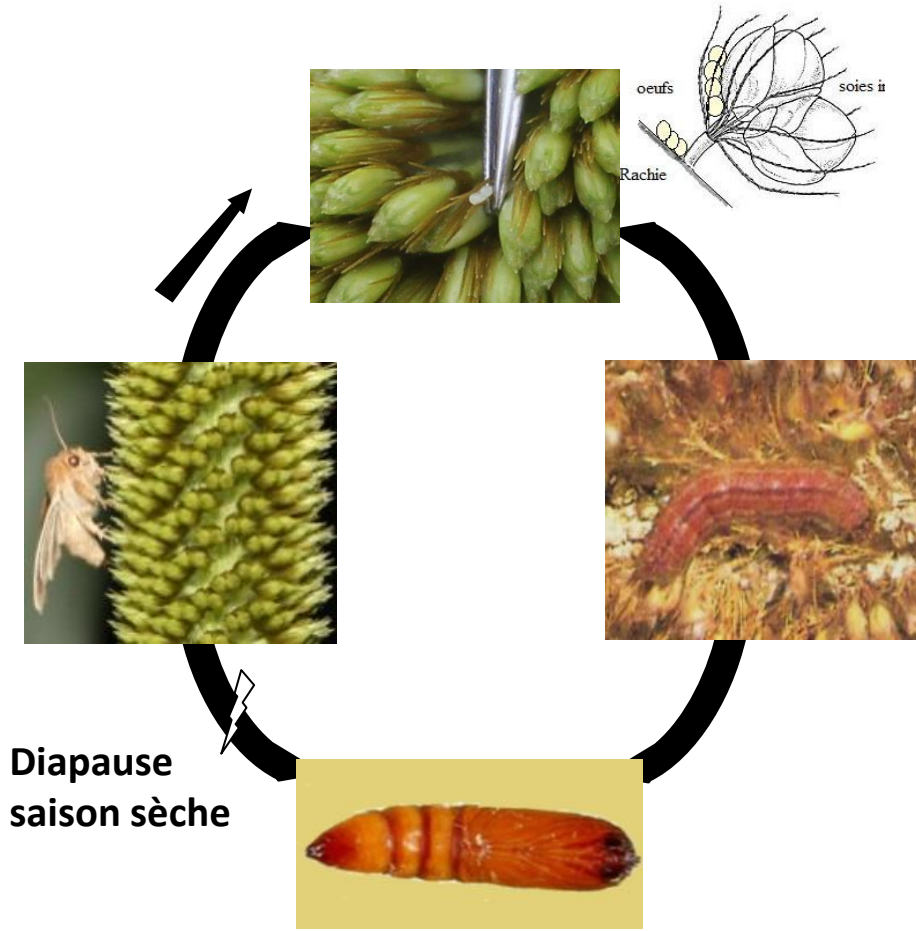
**Une des contraintes majeures : les insectes ravageurs**

**> *La mineuse de l'épi de mil (MEM)***

# La mineuse de la chandelle de mil

*Heliocheilus albipunctella*  
(Lepidoptera, Noctuidae)

3

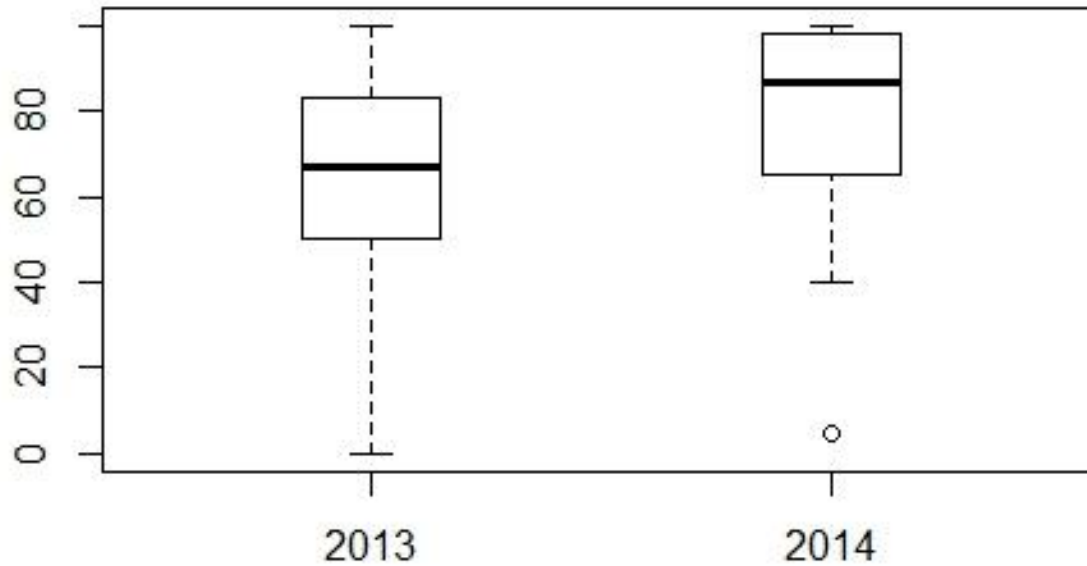


Monophage, univoltine

# Une forte régulation naturelle

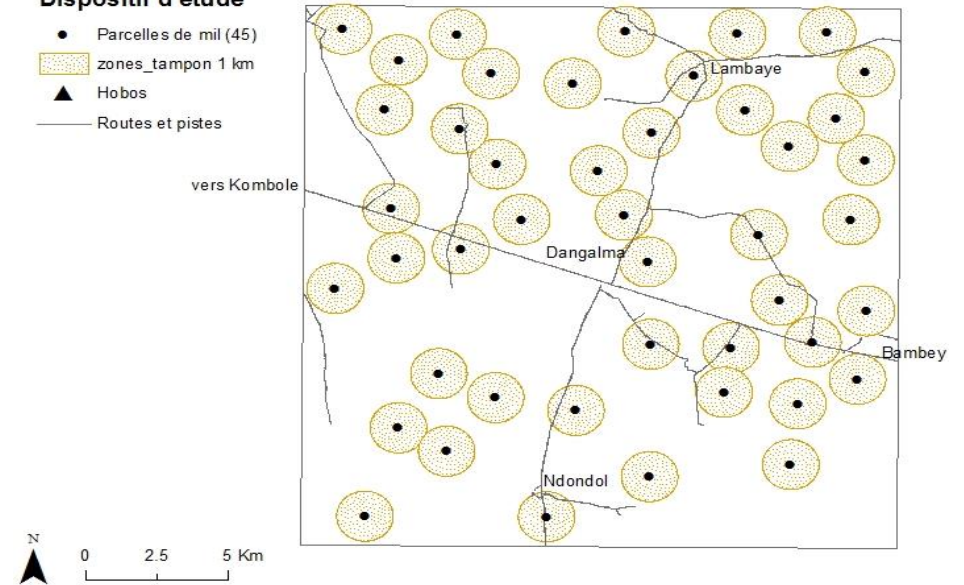
4

## Régulation naturelle (%)



### Dispositif d'étude

- Parcelles de mil (45)
- zones\_tampon 1 km
- ▲ Hobos
- Routes et pistes



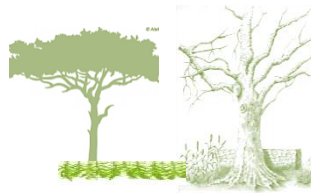
Thiaw et al. (2016)

***Forte régulation naturelle...***

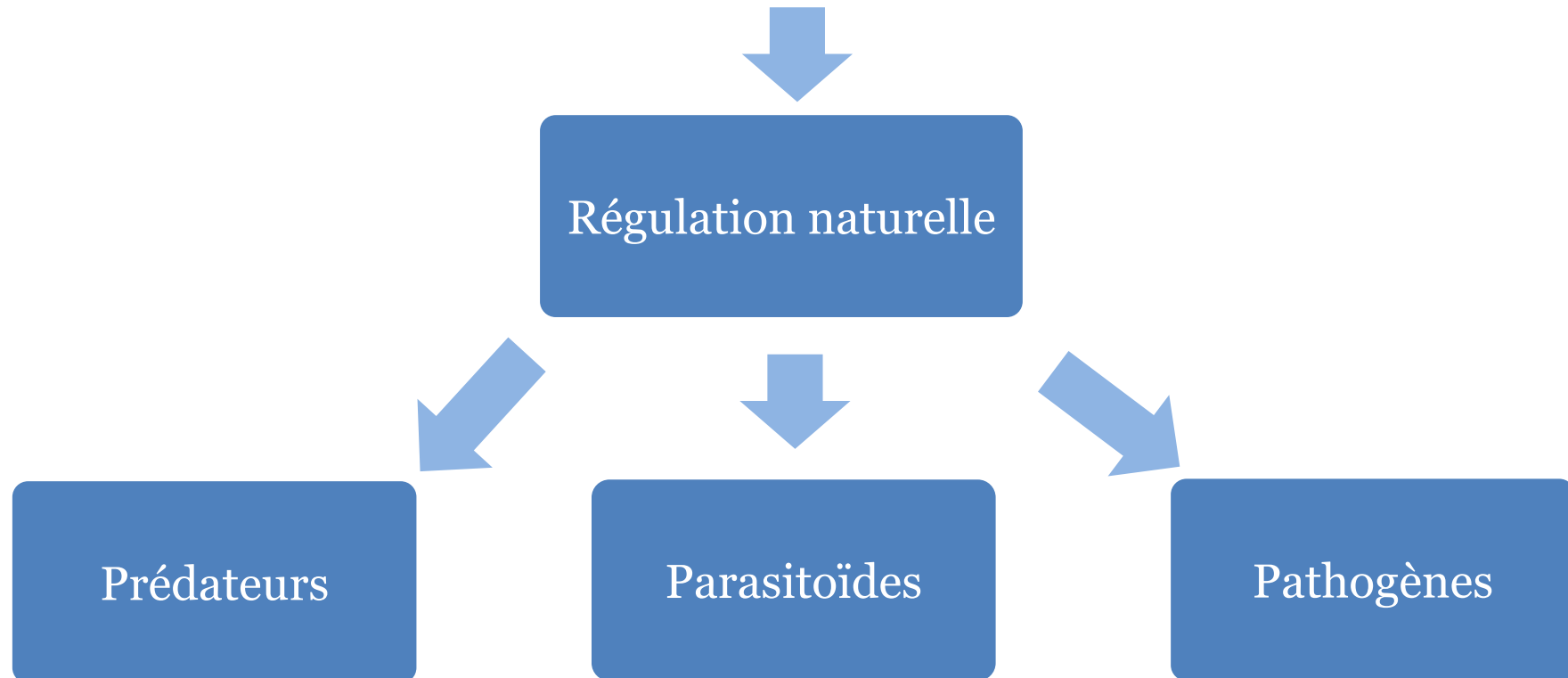
***Qui augmente avec la complexité du paysage et la densité d'arbres***

# Hypothèses

5



Habitats semi-naturels  
dans le paysage



# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

6

## 1. Caractérisation de la biodiversité



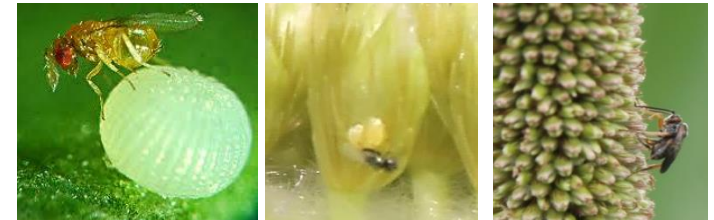
## 2. Ravageurs et dégâts associés



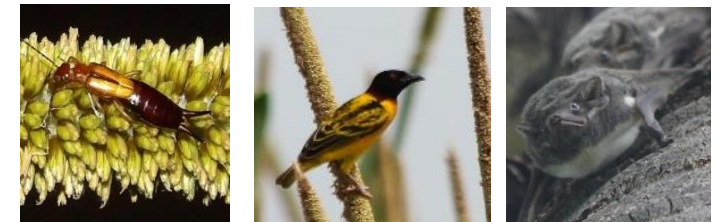
## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes

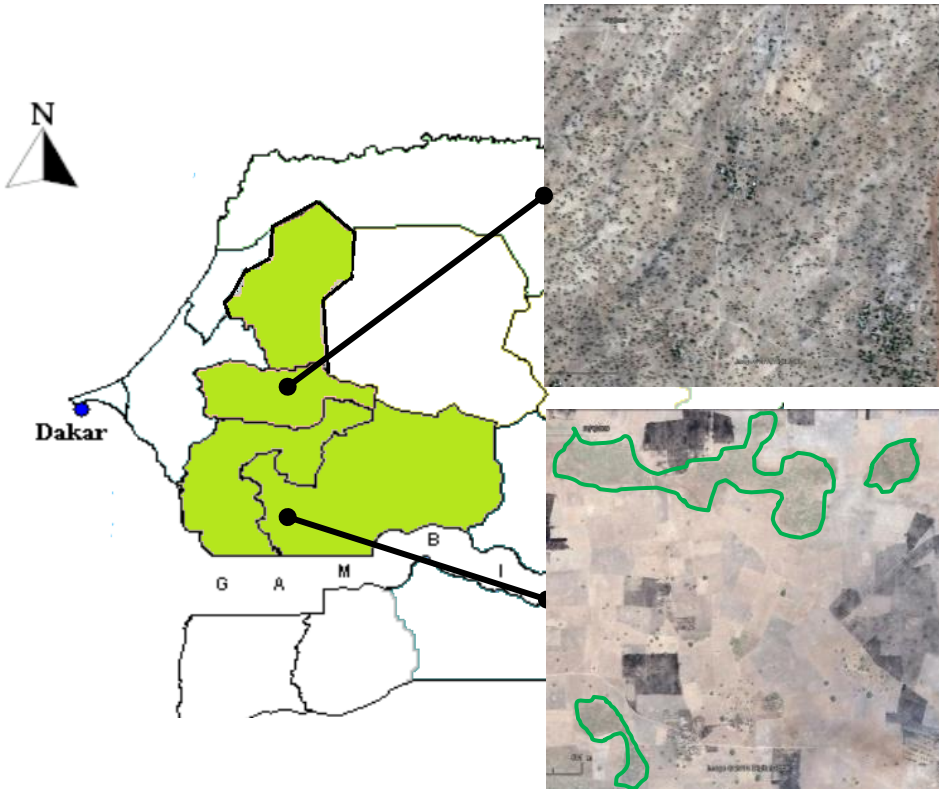


## 5. Prédateurs



# Sélection de deux zones d'étude

7



## ❑ Bambey (n=30)

Pluies (400-500 mm, juil.-oct.)

Mosaïque arachide-mil, niébé

**Parc agroforestiers**

## ❑ Nioro du Rip (n=30)

Pluies (700-800 mm, juin-oct.)

Mosaïque arachide-mil, niébé, maïs

**Parcours et reliquats de forêt claire**

**H1:** complexité du paysage (densité/proximité d'habitats semi-naturels)

**H2:** type de champ (case vs brousse)

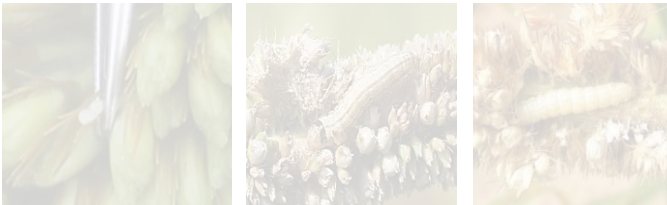
# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

8

## 1. Caractérisation de la biodiversité



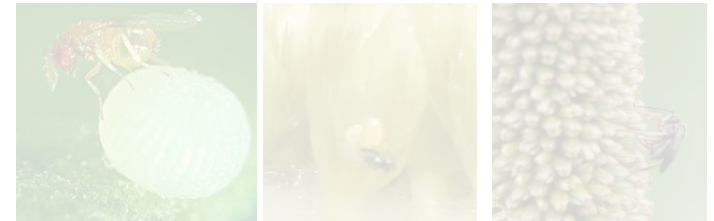
## 2. Ravageurs et dégâts associés



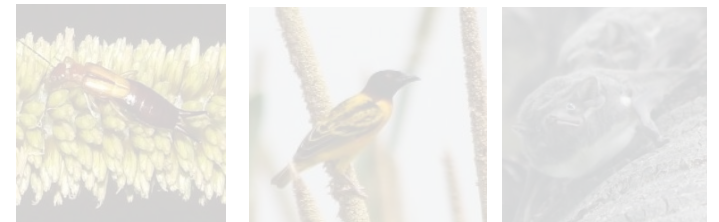
## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes



## 5. Prédateurs



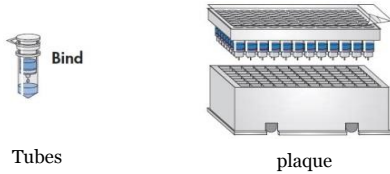


# 1. Caractérisation de la biodiversité

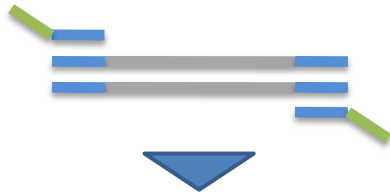
9

## Métabarcoding two step PCR

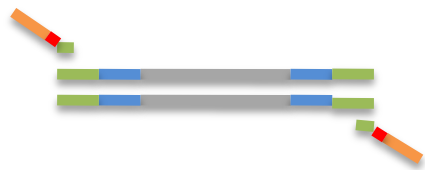
Extraction



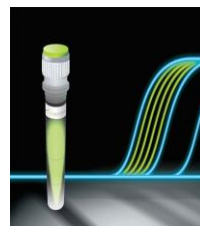
PCR1: Amplification du fragment CO1 (133pb) Gillet et al. 2015



PCR2: Ajout par PCR des index et adaptateurs



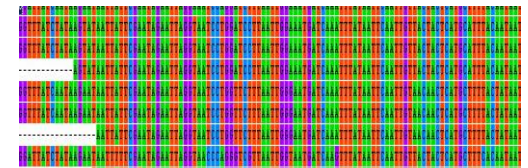
Pooling & Gel excision KAPA quantification (qPCR)



Illumina MiSeq



Base de données de référence



Mammalian Biology 80 (2015) 505–509  
Contents lists available at ScienceDirect  
Mammalian Biology  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/mambio](http://www.elsevier.com/locate/mambio)  
Original Investigation  
A new method to identify the endangered Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) and to study its diet, using next generation sequencing from faeces  
François Gillet<sup>a,b,c,\*</sup>, Marie-Laure Tiouchichine<sup>d</sup>, Maxime Galan<sup>d</sup>, Frédéric Blanc<sup>c</sup>, Mélanie Némoz<sup>c</sup>, Stéphane Aulagnier<sup>b</sup>, Johan R. Michaux<sup>a,e</sup>

# 1. Caractérisation de la biodiversité

10

## 1. Collecte et ID



## 2. Full-barcode COI- Sanger (658 pb)



*n*= 234 specimens

## 3. Mini-barcode COI- NGS (133 pb)



*Re-séquençage* (*n*= 234)

*De novo* (*n*= 349)

Tableau récapitulatif des Classes d'insectes récoltés au champ.

Ordres	Statut	Nb taxons	Nb individus
Lepidoptera (Insecta)	Ravageurs	12	872
Hymenoptera (Insecta)	Parasitoïdes/Prédateurs	26	692
Coleoptera (Insecta)	Prédateurs/Ravageurs	7	282
Dermaptera (Insecta)	Prédateurs ?	1	269
Heteroptera (Insecta)	Prédateurs/Ravageurs	9	282
Arachnida (Insecta)	Prédateurs	9	72
Nematoda (Adenophorea)	Parasites	1	17
Diptera (Insecta)	-	2	16
Thysanoptera (Insecta)	Ravageurs	1	2
		<b>68</b>	<b>2494</b>

- 97% seq. Miseq = seq. Sanger
- 3% Miseq ≠ Sanger

# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

11

## 1. Caractérisation de la biodiversité



## 2. Ravageurs et dégâts associés



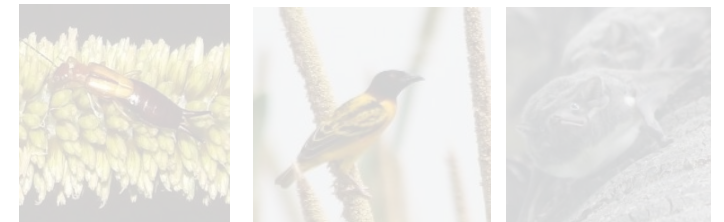
## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes



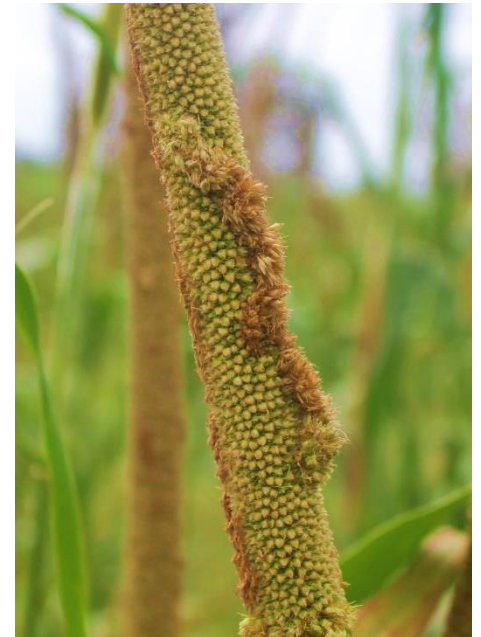
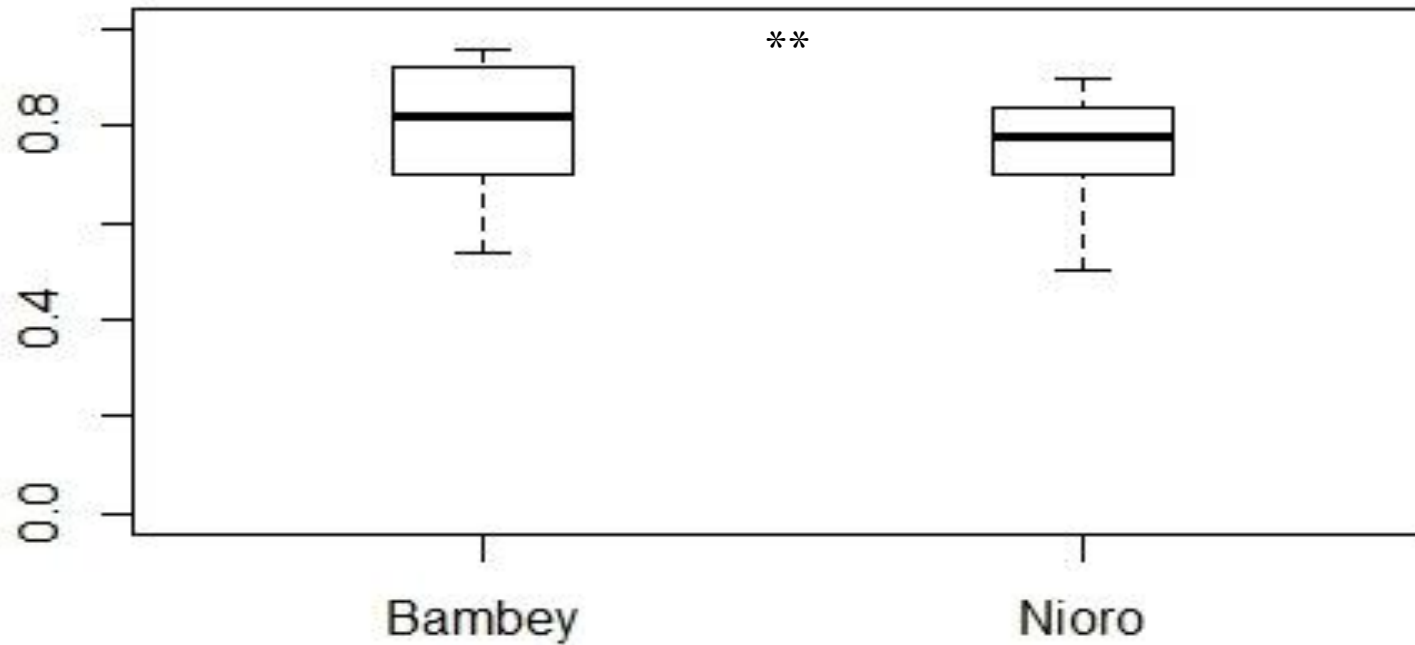
## 5. Prédateurs



## 2. Ravageurs et dégâts associés

12

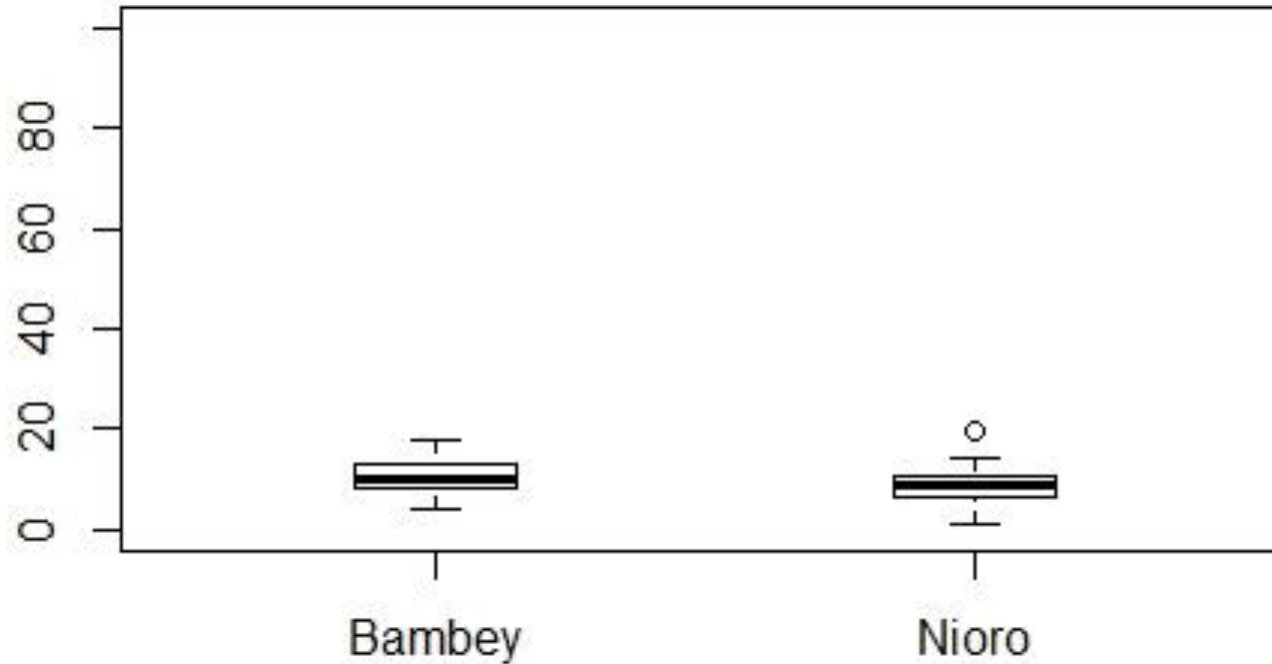
Proportion d'épi avec au moins une larve



## 2. Ravageurs et dégâts associés

13

Perte en grain (%)



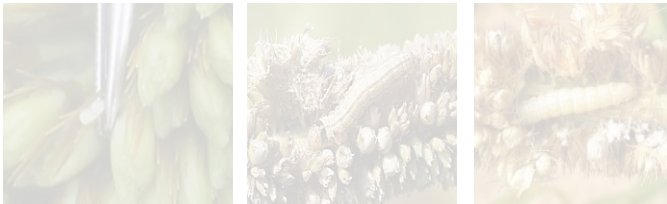
# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

14

## 1. Caractérisation de la biodiversité



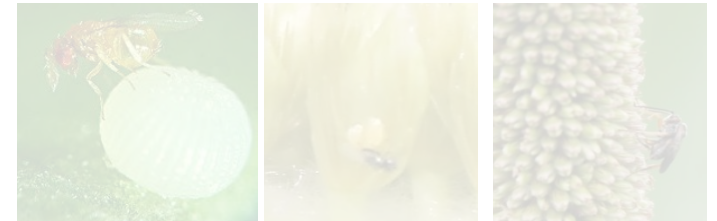
## 2. Ravageurs et dégâts associés



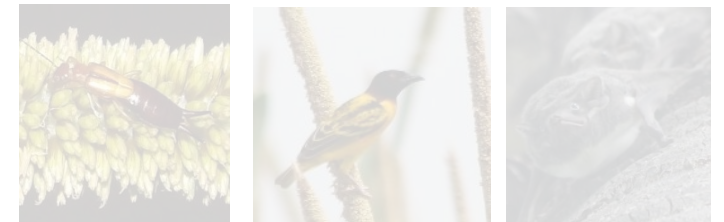
## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes

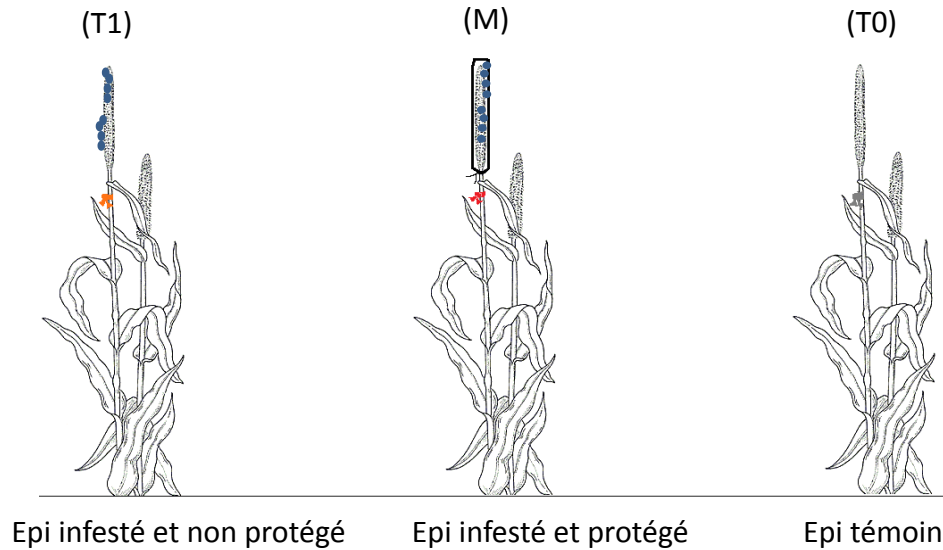


## 5. Prédateurs



# 3. Régulation naturelle BSI globale

15



- **540 épis** ont été suivis,
- **1 épi** /modalité
- **4 répétitions**/parcelle.
- Un comptage du nombre de larves **18 jours** après la pose du manchon.

$$BSI = \frac{M - (T1 - T0)}{M}$$

BSI varie entre 0 et 100%

- Si BSI = 0 % absence de contrôle
- Si BSI = 100% contrôle totale du ravageur.

*Ecological Applications*, 22(7), 2012, pp. 1936–1948  
© 2012 by the Ecological Society of America

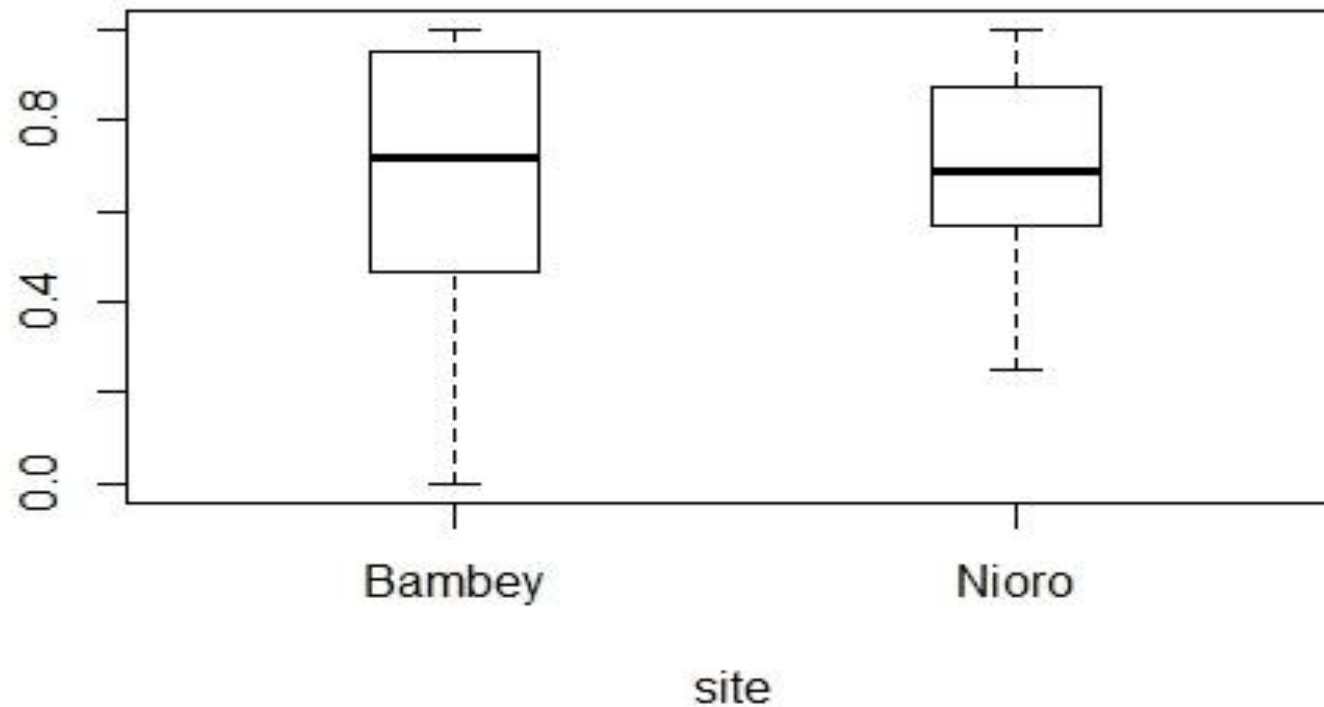
Pest control experiments show benefits of complexity  
at landscape and local scales

REBECCA CHAPLIN-KRAMER<sup>1</sup> AND CLAIRE KREMEN

# 3. Résultats BSI global

16

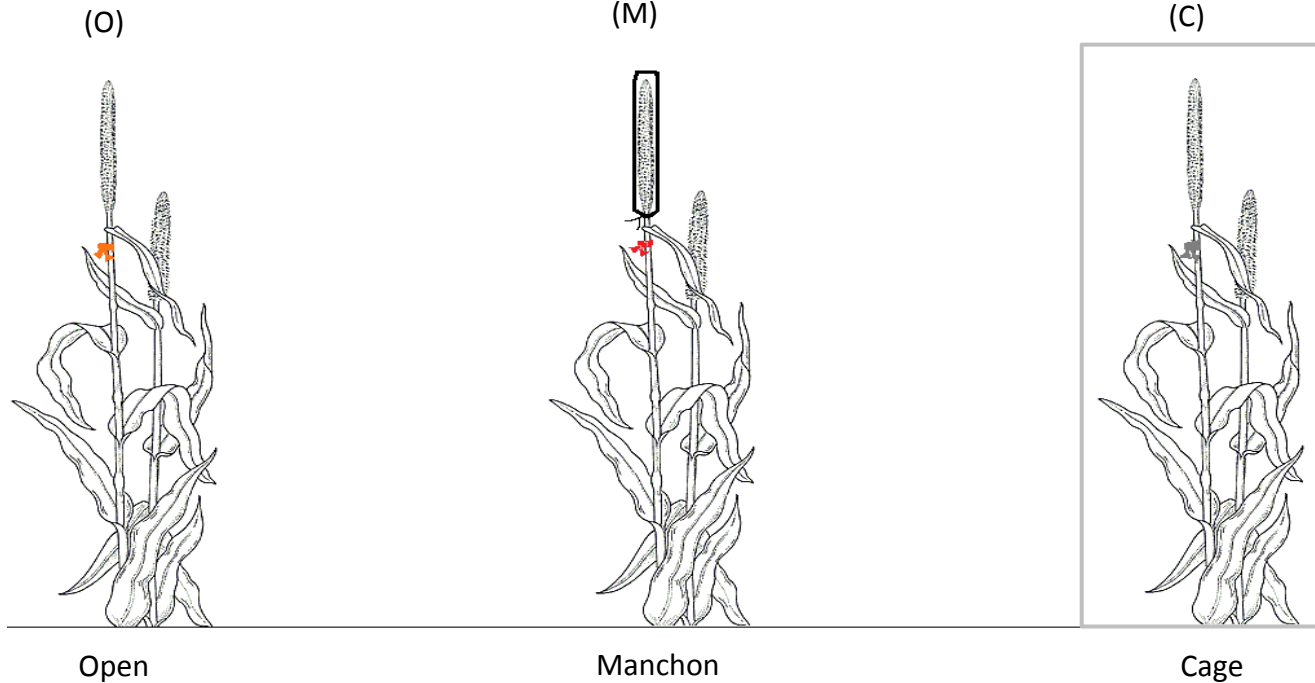
Taux régulation naturelle (BSI)





# 3. Régulation naturelle BSI, Arthropodes vs Oiseaux

17



**manchon** : épis dans manchons ; protégés des arthropodes et oiseaux

**cage** : épis dans cage ; protégés des oiseaux

**open** : épis hors cage ; laissés libres aux arthropodes et oiseaux

# 3. Résultats BSI Arthropodes vs Oiseaux

18

Suivi de dégâts de la MHM en fonction des modalités

Modalités	manchons	cage	<i>P</i>	cage	open	<i>P</i>	manchon	open	<i>P</i>
Moy long gal (cm) /épi	27,46	21,69	*	21,69	18,4	<i>NS</i>	27,4	18,4	**
Epis attaqués (%)	100	96,6	<i>NS</i>	96,6	96,4	<i>NS</i>	100	96,4	<i>NS</i>
Moy perte en grain (g)	25,06	22,03	<i>NS</i>	22,03	17,09	<i>NS</i>	25,06	17,08	**

<0,5 ; \*\*<0,05 ; *NS* = non significatif.

**manchon** : épis dans manchons ; protégés des arthropodes et oiseaux

**cage** : épis dans cage ; protégés des oiseaux

**open** : épis hors cage ; laissés libres aux arthropodes et oiseaux

# 3. Résultats BSI en fonction variables paysagères

19

Régulation naturelle de la mineuse en fonction des variables (site; type de parcelle)

Modalités	Site			Type de parcelle		
	HV	BV	P	Fermée	Ouverte	P
BSI arthropodes	24,5	0	***	14,3	10,6	NS
BSI vertébrés	19,9	24,7	NS	25,9	18,5	NS
BSI total	39,5	21,9	***	36,6	27,1	NS

\*\*\* < 0,0005 ; NS = non significatif.

HV : Haute végétation naturelle

BV : Basse végétation naturelle

Fermée = parcelles avec beaucoup d'arbre

Ouverte = parcelles avec moins d'arbre

Agriculture, Ecosystems and Environment 166 (2013) 110–117

Contents lists available at ScienceDirect

 Agriculture, Ecosystems and Environment 

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

Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review

Andrea Veres<sup>a</sup>, Sandrine Petit<sup>b</sup>, Cyrille Conord<sup>c</sup>, Claire Lavigne<sup>d,\*</sup>

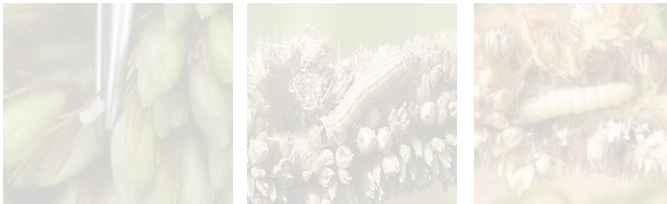
# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

20

## 1. Caractérisation de la biodiversité



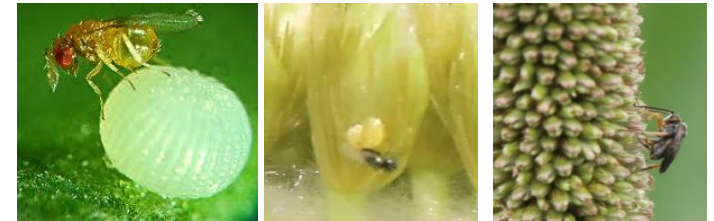
## 2. Ravageurs et dégâts associés



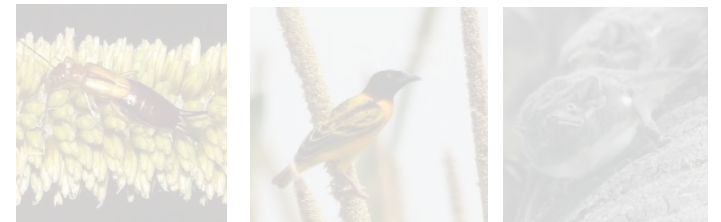
## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes



## 5. Prédateurs



# 4. Diagnostic du parasitisme

21

Œufs + larves

4 parcelles (2 à Bambey – 2 à Nioro)  
400 échantillons pour chaque modalité  
(143 œufs et 257 larves\*)

60 parcelles (30 à Bambey – 30 à Nioro)  
**15066** échantillons  
(5020 œufs, 10046 larves)

Séquences parasitoïdes



Métabarcoding

Elevage

Food web

Papillons

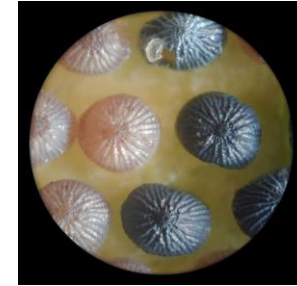
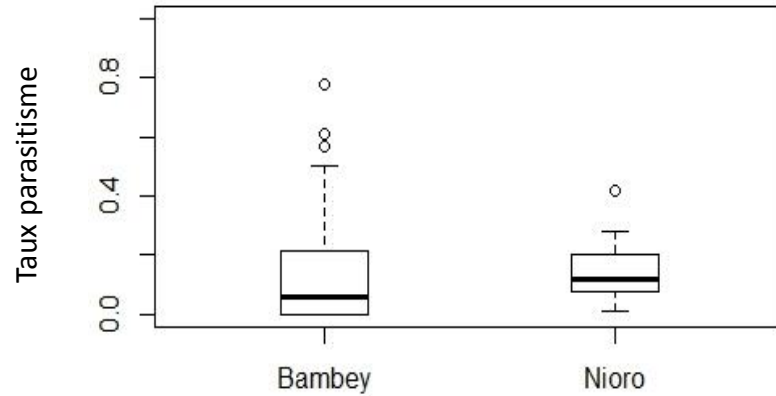


\* Même nombre d'échantillons suivi par élevage pour chaque parcelle

# 4. Résultats parasitisme par élevage

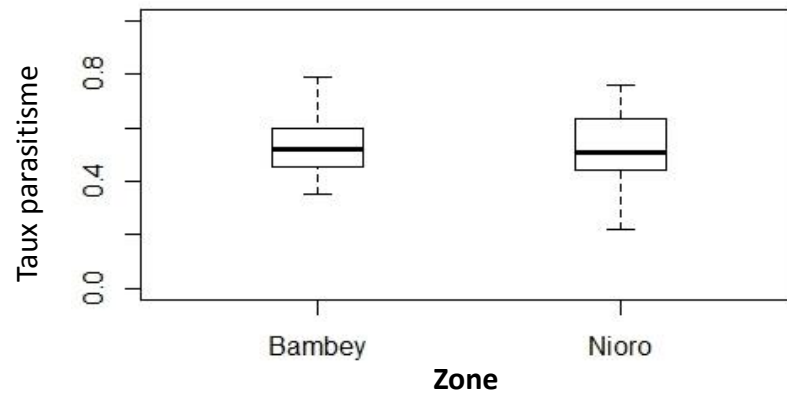
22

Taux de parasitisme (œufs)



*Trichogrammatoidea armigera*

Taux de parasitisme (larves)



*Schoelandella sahelensis*



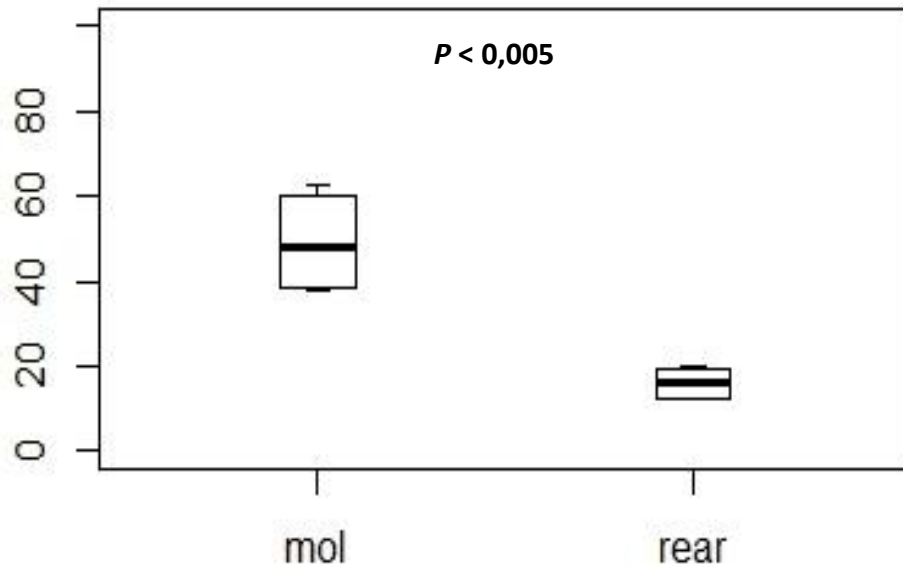
*Copidosoma primulum*

# 4. Métabarcoding vs élevage

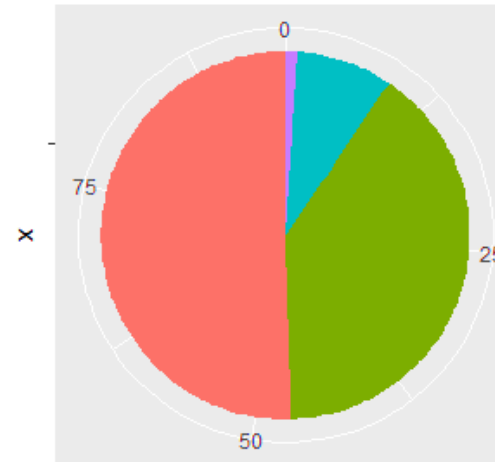
23

Proportion moyenne des parasitoïdes

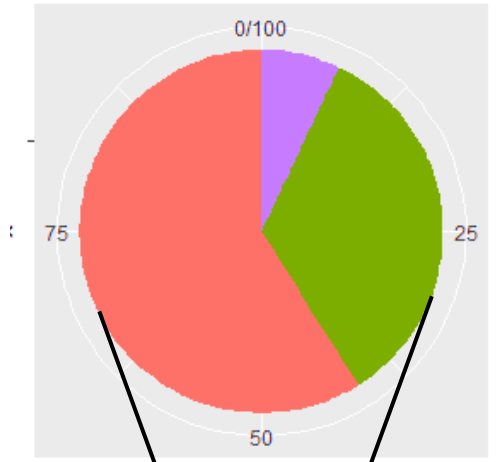
Taux de parasitisme



Molecular



Rearing



sp

- C. primulum
- S. sahelensis
- Schoelandella sp
- T. armigera

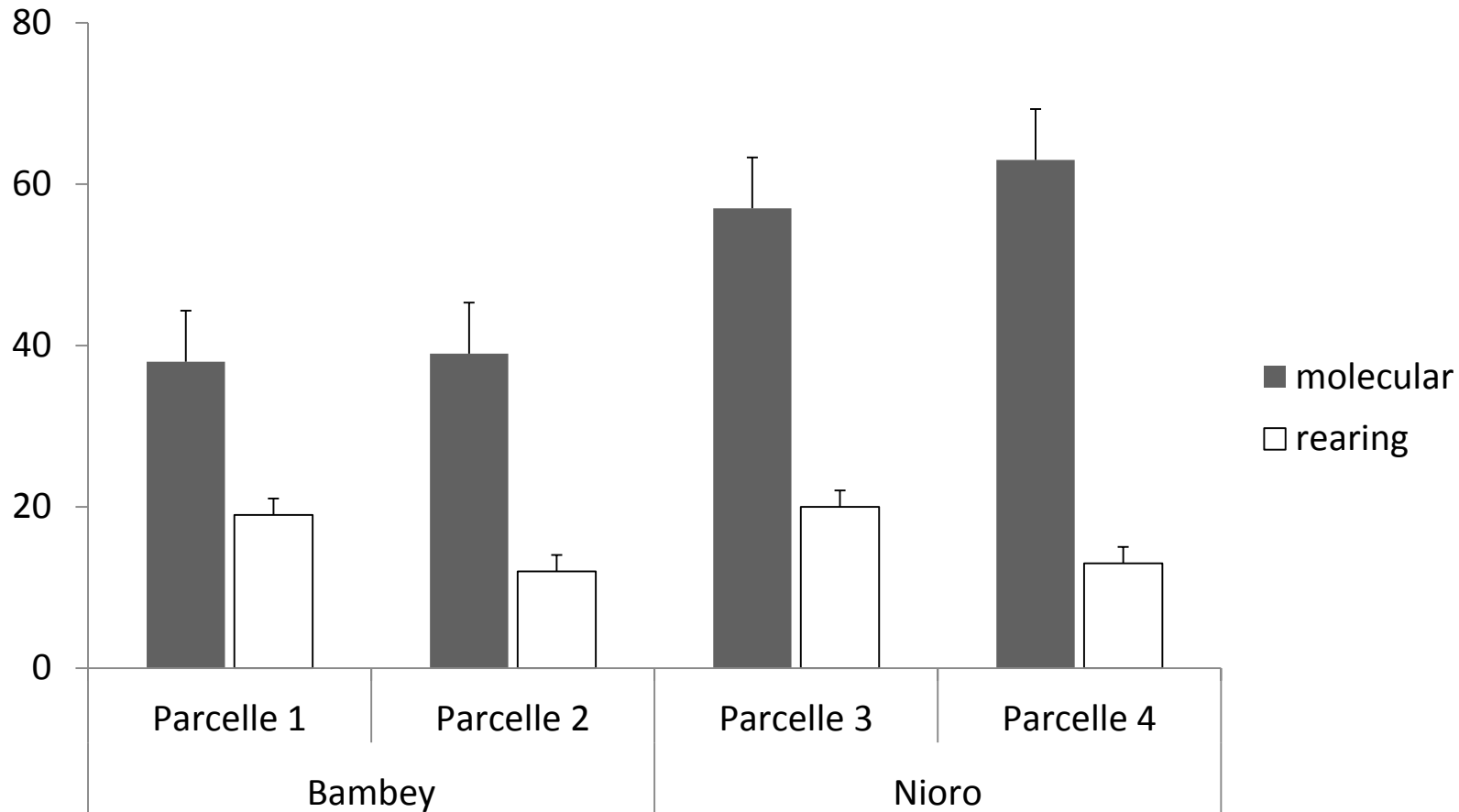
- Mortalité
- Nymphose
- Parasitisme

400 spécimens pour chaque méthode

# 4. Métabarcoding vs élevage

24

Taux de parasitisme  $\pm$ SE





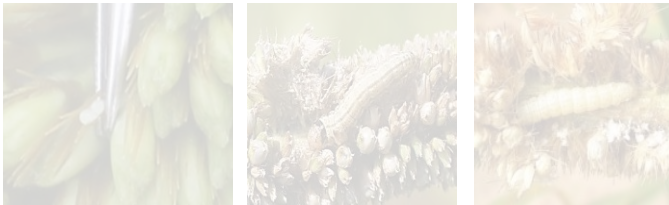
# Reconstitution du réseau trophique associé à la mineuse

25

## 1. Caractérisation de la biodiversité



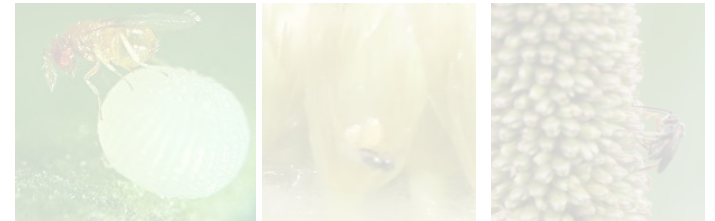
## 2. Ravageurs et dégâts associés



## 3. Régulation naturelle (BSI)



## 4. Parasitoïdes



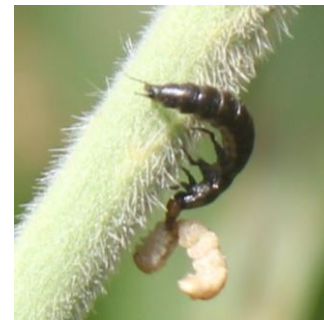
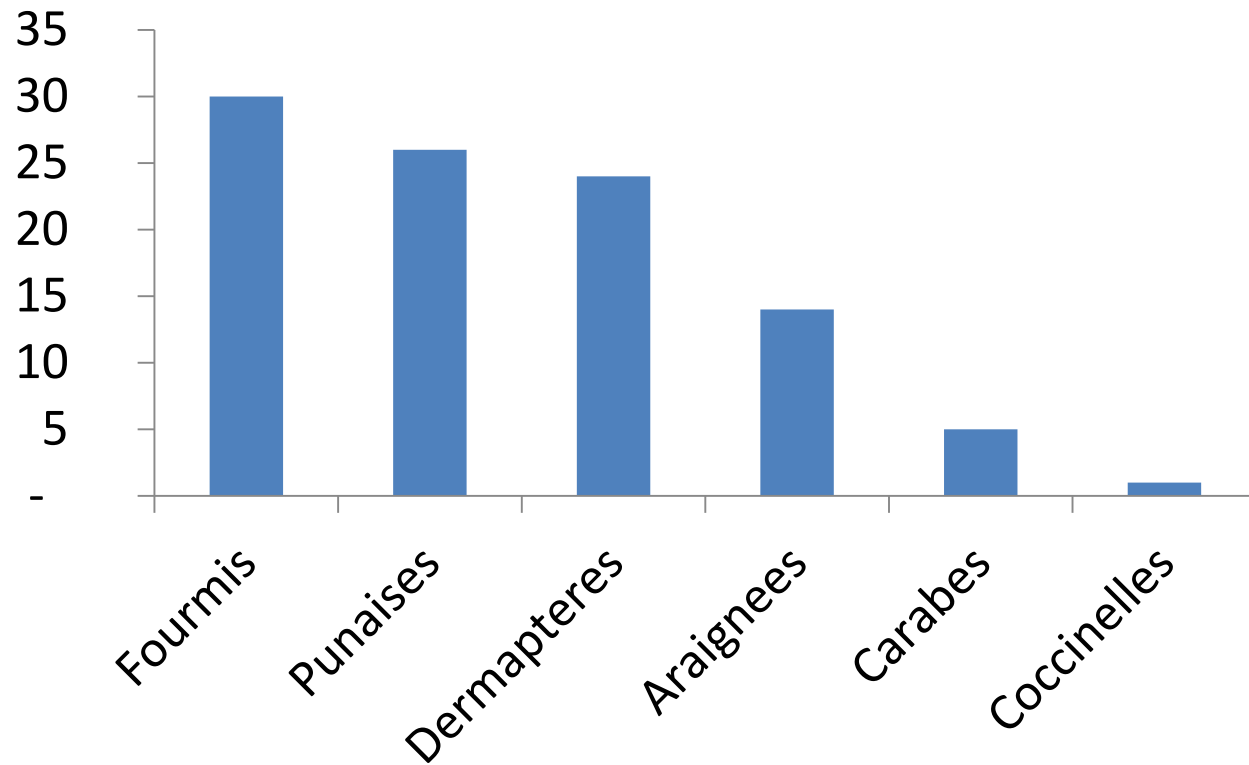
## 5. Prédateurs



# 5. Incidence des prédateurs arthropodes

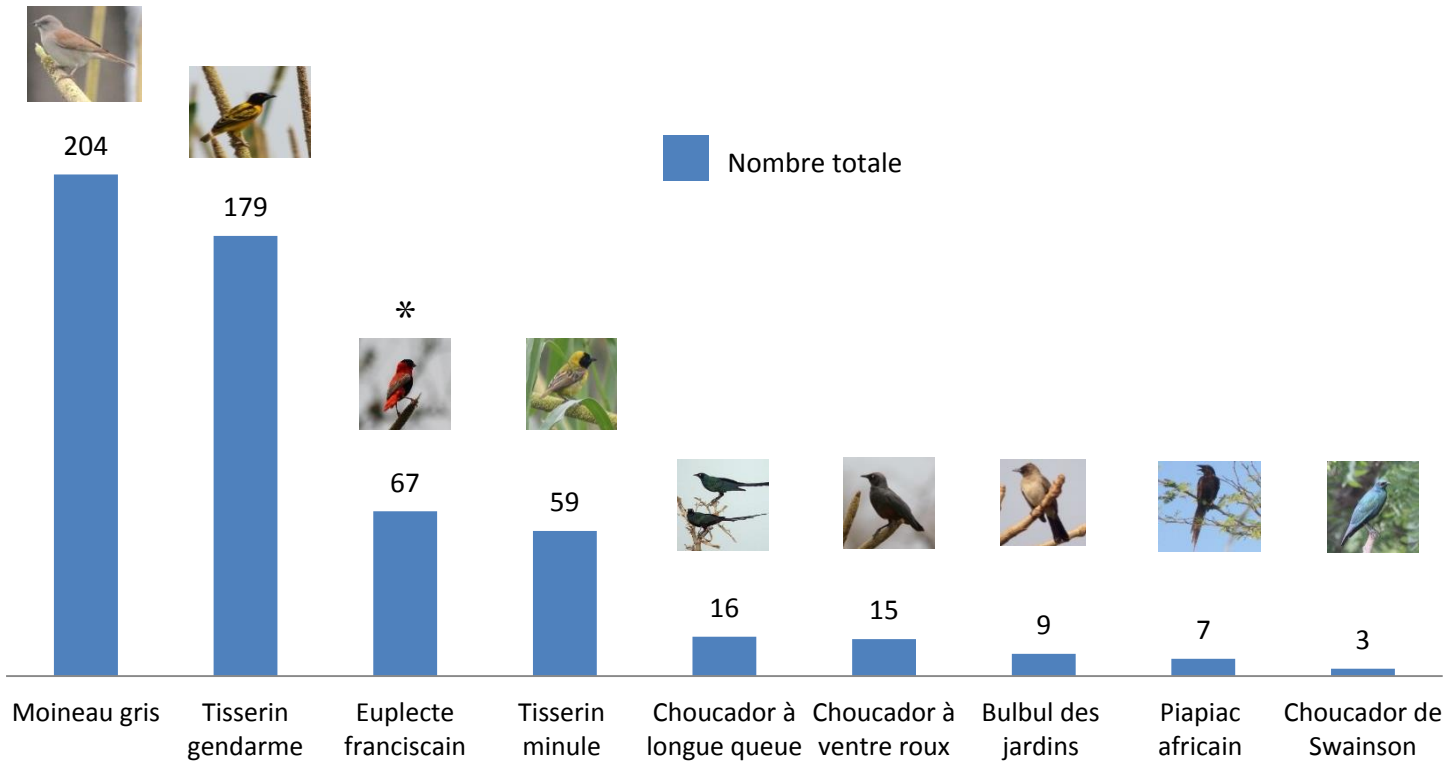
26

Incidence relative (%)



# 5. Incidence des prédateurs vertébrés

## Abondance des oiseaux

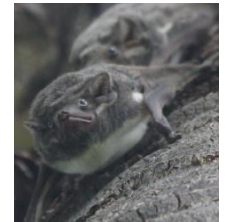


\* Purement granivore

## Chauve-souris



*Eidolon helvum*  
(Frugivore)



*Taphozous mauritanus*  
(insectivore)

# 5. Diagnostic de prédation par métabarcoding

28

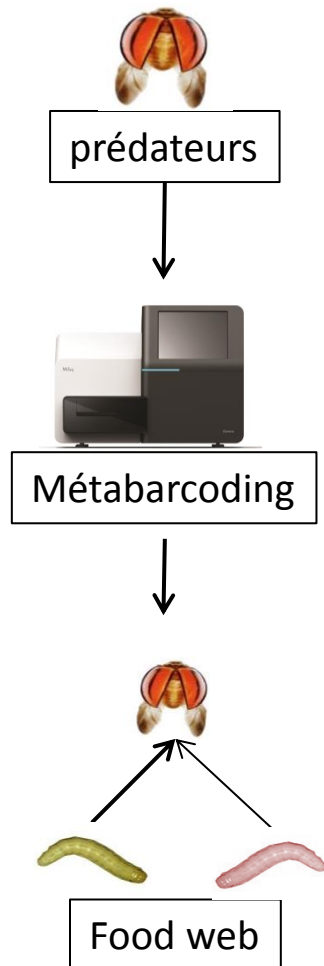


Tableau récapitulatif des différentes espèces prédateurs testés en métabarcoding.

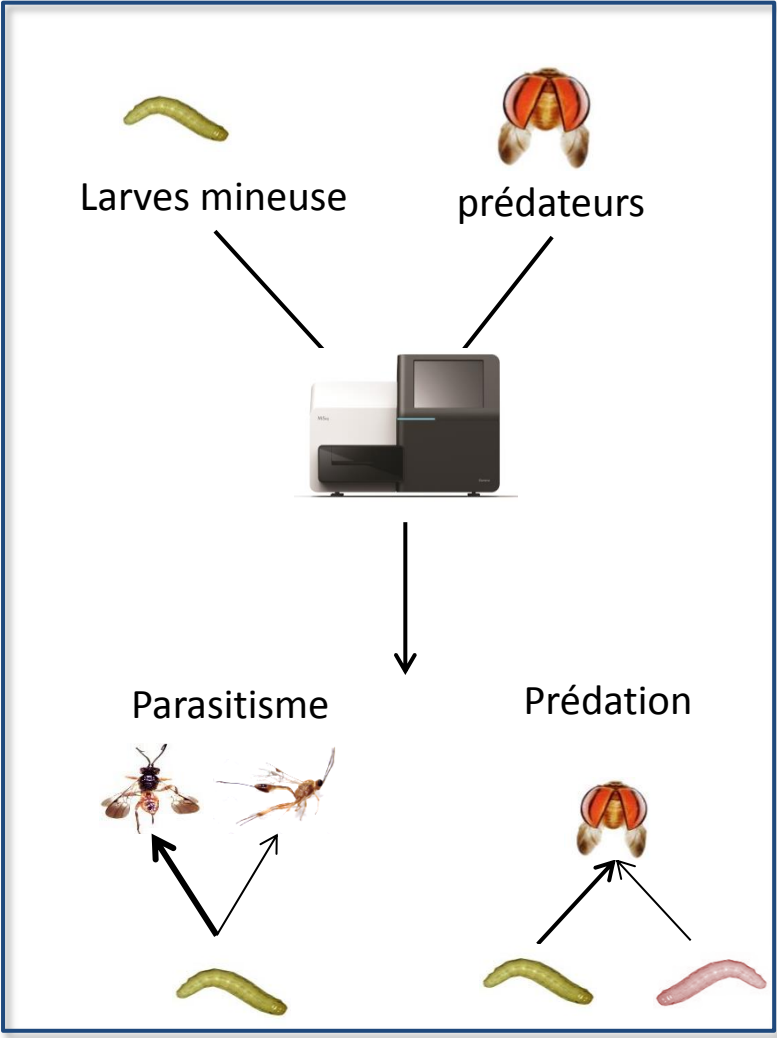
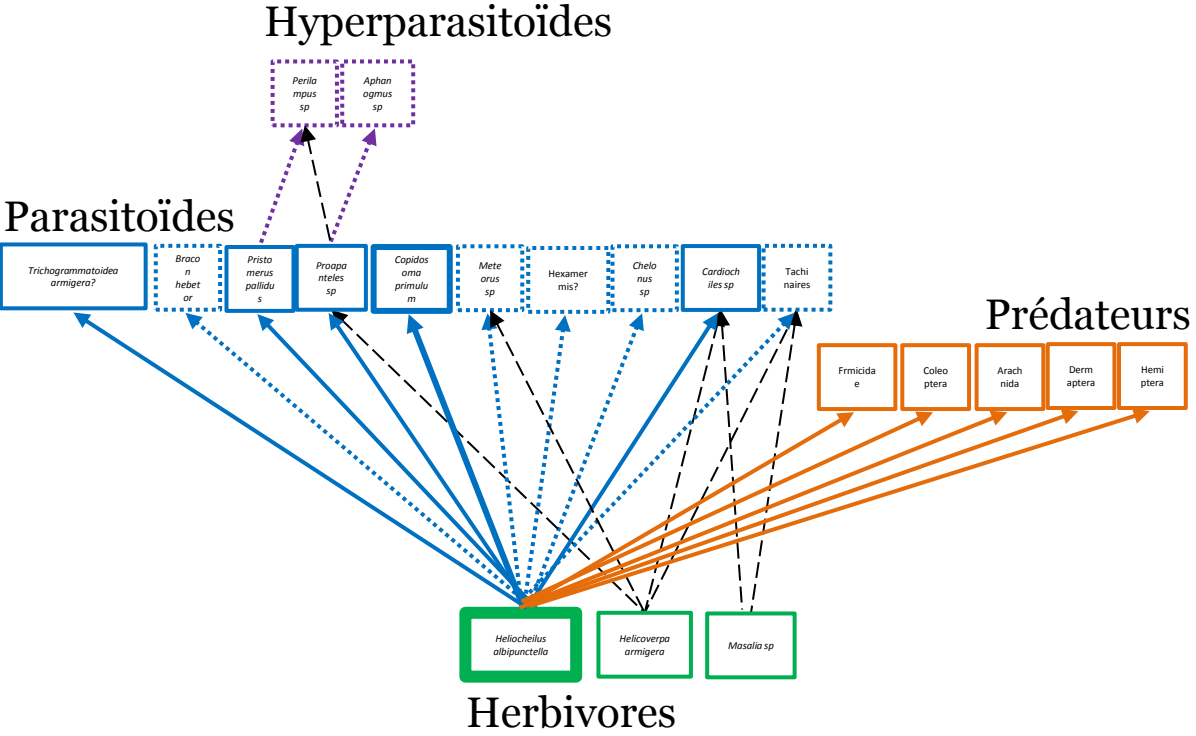
Espèces	Nb	% positif	Moy nb reads (min-max)
<i>Forficules senegalensis</i>	80	7.5 (6)	20.1 (1–1589)
<i>Orius maxidentex</i>	40	5.0 (2)	0.7 (1)
Araneae	75	16.0 (12)	3.8 (1–99)
Fourmicide	21	9.5 (2)	0.01 (1)
<i>Bradybaenus scalaris</i>	44	20.5 (9)	0.2 (1–2)
<i>Carbula curtana</i> *	13	0	0
<i>Ploceus cucullatus</i> (Ox)-crottes	30	43.3 (13)	206.4 (1–5218)
<i>Taphozous mauritianus</i> (Chiro)-crottes	11	54.5 (6)	424.0 (2–4664)
<i>Eidolon helvum</i> (Chiroptère)-crottes **	5	0	0

\*Témoin négatif Arthropodes

\*\*Témoin négatif Crottes

NB: résultats en cours d'analyse...

# Conclusion et perspectives



# Conclusion et perspectives: Effet du contexte paysager

31

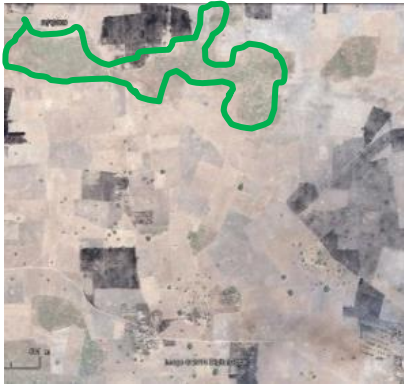
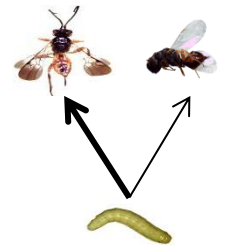
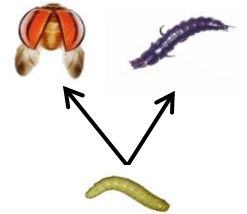
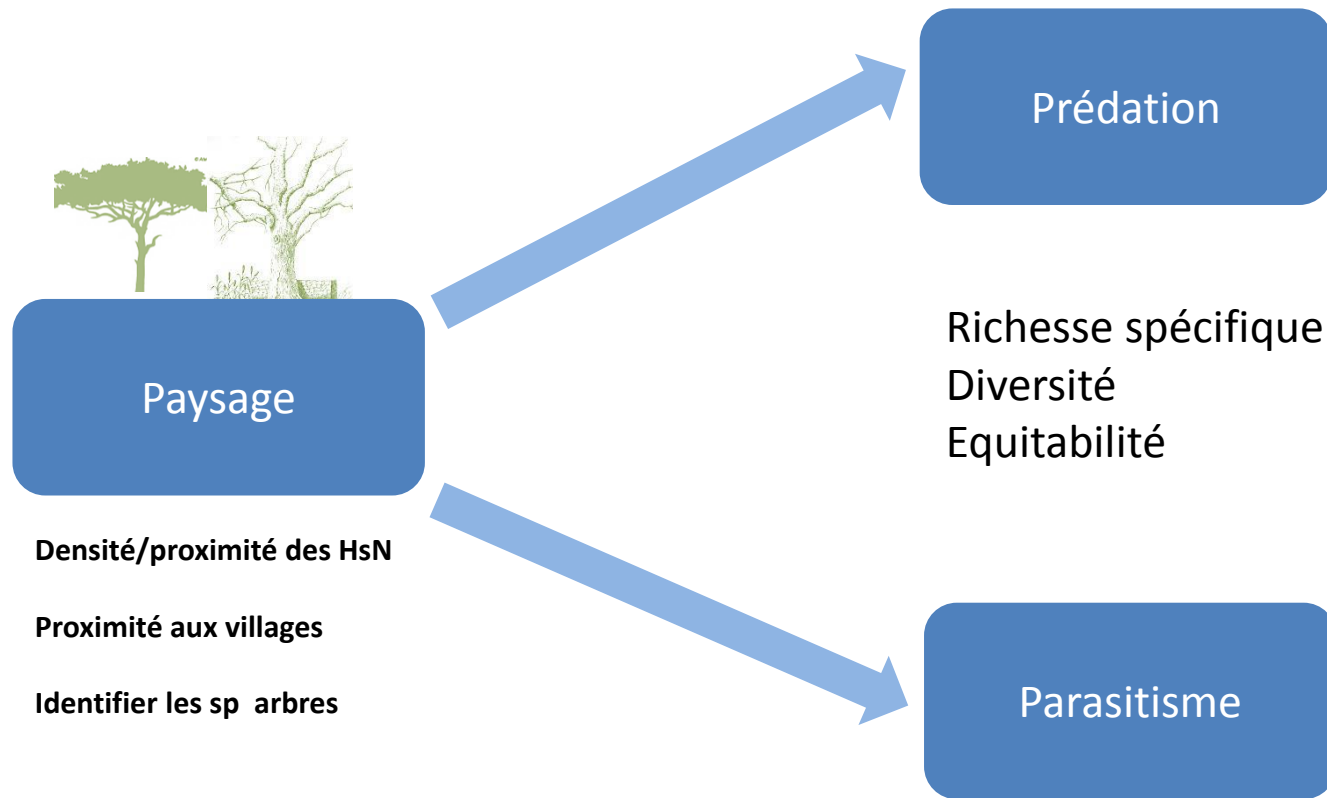


Image satellite



Image drone



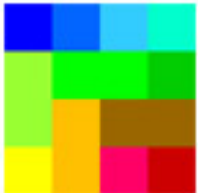
# Conclusion et perspectives.

32

- ❑ La mineuse, ravageur clé du mil dans le bassin arachidier au Sénégal.
- ❑ Une importante régulation des populations d'œufs et de larves par les ennemis naturels permet de limiter les dommages.
- ❑ Construction d'une librairie de référence de l'entomofaune associée au mil combinant identification morphologique et analyses moléculaires (barcoding).
- ❑ Reconstitution des réseaux trophiques à l'aide d'outils NGS.
- ❑ Analyse de l'effet de variables paysagères sur la régulation et ses composantes (motifs, diversité, etc.).

# Merci de votre aimable attention !

## Remerciements



Equipe Biopass, Dakar, Sénégal