

# Efficacité des mesures compensatoires de grands projets d'infrastructure

Cas de l'Outarde canepetière  
et de l'Oedicnème criard

**Soumaya Belghali**

Thèse encadrée par :

**Aurélien Besnard et Olivier Scher**



**Margaux Morales**  
Chargée d'étude MC



# Contexte et Objets de la présentation

## **Contexte :**

Utilisation croissante de la séquence ERC (Bigard et al., 2017) avec pour objectif de résultat une « non perte nette de biodiversité »

Manque de connaissances quantitatives sur la réponse des espèces et des milieux

## **Objectifs :**

Evaluer l'efficacité compensatoire d'un grand projet d'infrastructure et comprendre les facteurs de succès ou d'échec de compensations en milieux agricoles

# Contexte et Objets de la présentation

## **Contexte :**

Utilisation croissante de la séquence ERC (Bigard et al., 2017) avec pour objectif de résultat une « non perte nette de biodiversité »

Manque de connaissances quantitatives sur la réponse des espèces et des milieux

## **Objectifs:**

Evaluer l'efficacité compensatoire d'un grand projet d'infrastructure et comprendre les facteurs de succès ou d'échec de compensations en milieux agricoles

- **Mesures mises en place**
- **Protocoles pensés pour évaluer la compensation**
- **Résultats de l'efficacité de la compensation pour les outardes canepetières et œdicnèmes criards**

# Cas d'étude : le Contournement Nîmes-Montpellier (CNM)

**1992**

Décision de la construction

**2005**

Déclarée d'utilité publique

**2012**

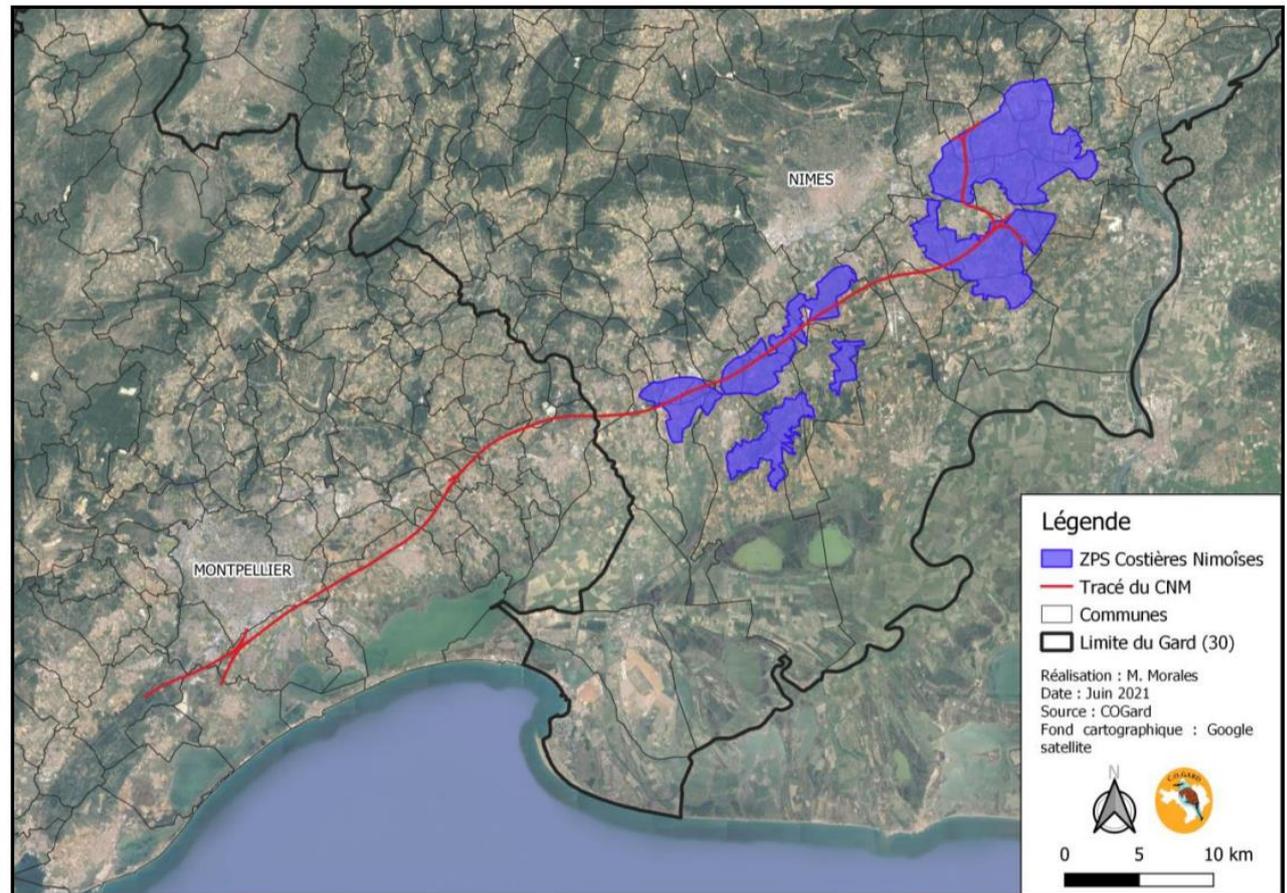
Signature entre SNCF réseau  
et Oc'Via

**2013**

Début des travaux  
de construction

**2017 décembre**

Mise en service



Carte du tracé du CNM

# Impacts écologiques

## Milieux et espèces impactés

Site Natura2000 « Costières Nîmoises »

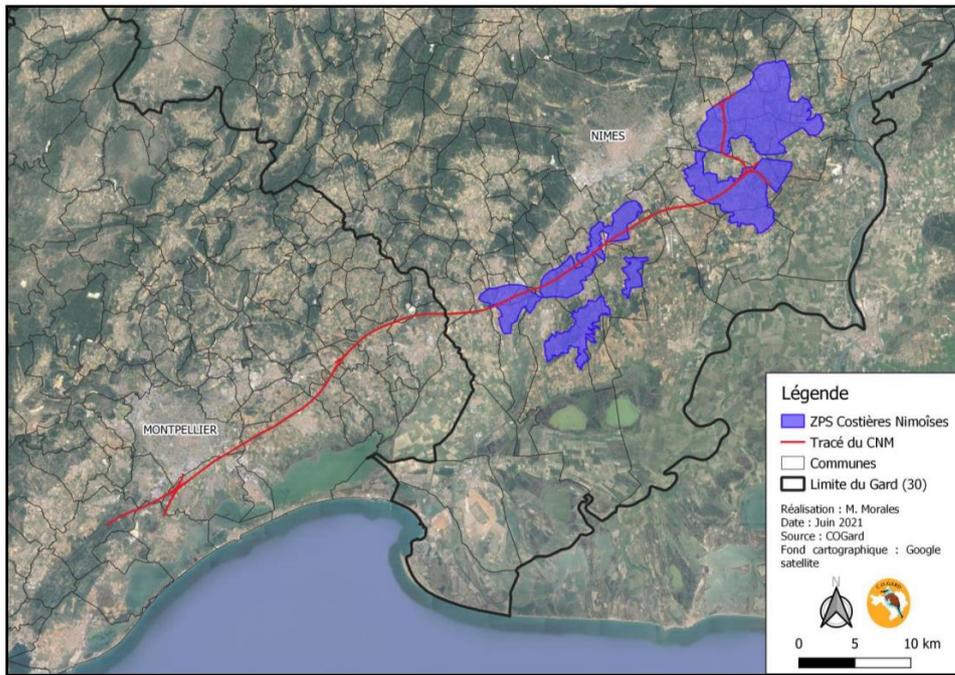
80% de milieux agricoles

Emprise ~650ha

Perturbation considérée ~1900ha

(400m de rayon)

126 espèces protégées impactées



Carte du tracé du CNM

# Impacts écologiques

## Milieux et espèces impactés

Site Natura2000 « Costières Nîmoises »

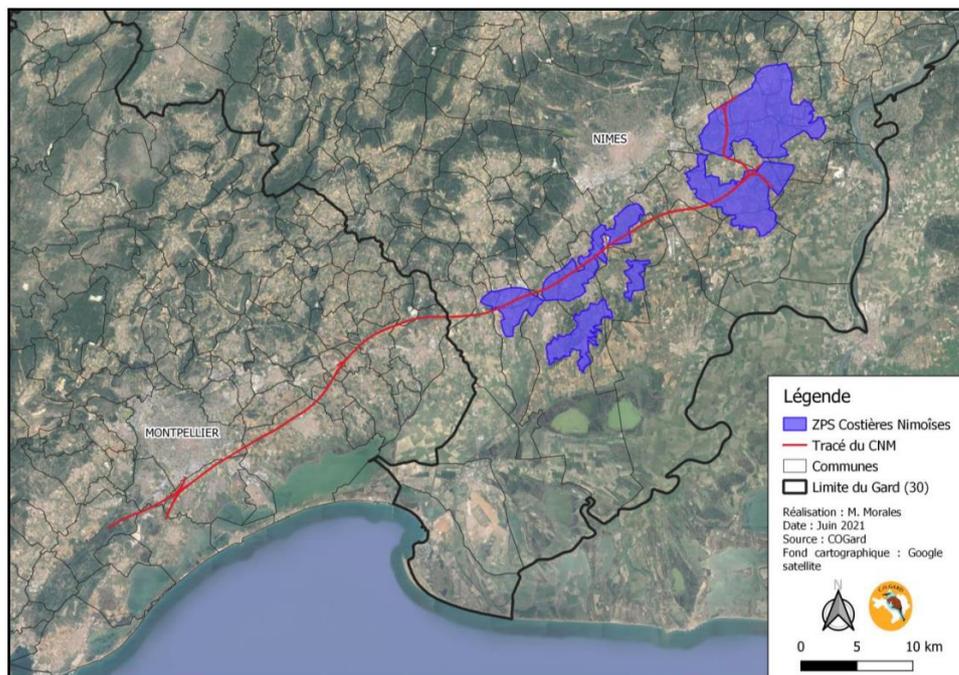
80% de milieux agricoles

Emprise ~650ha

Perturbation considérée ~1900ha

(400m de rayon)

126 espèces protégées impactées



Carte du tracé du CNM

# Compensation: quelques espèces ciblées



Outarde canepetière



Edicnème criard



Lézard ocellé



Passereaux



Orthoptéroïdes



Diane

Proserpine



Anémone couronnée



Isoète de Durieu

# Mesures compensatoires du CNM

## Espèces centrées

- Outarde canepetière en espèce parapluie

## Calcul méthode miroir

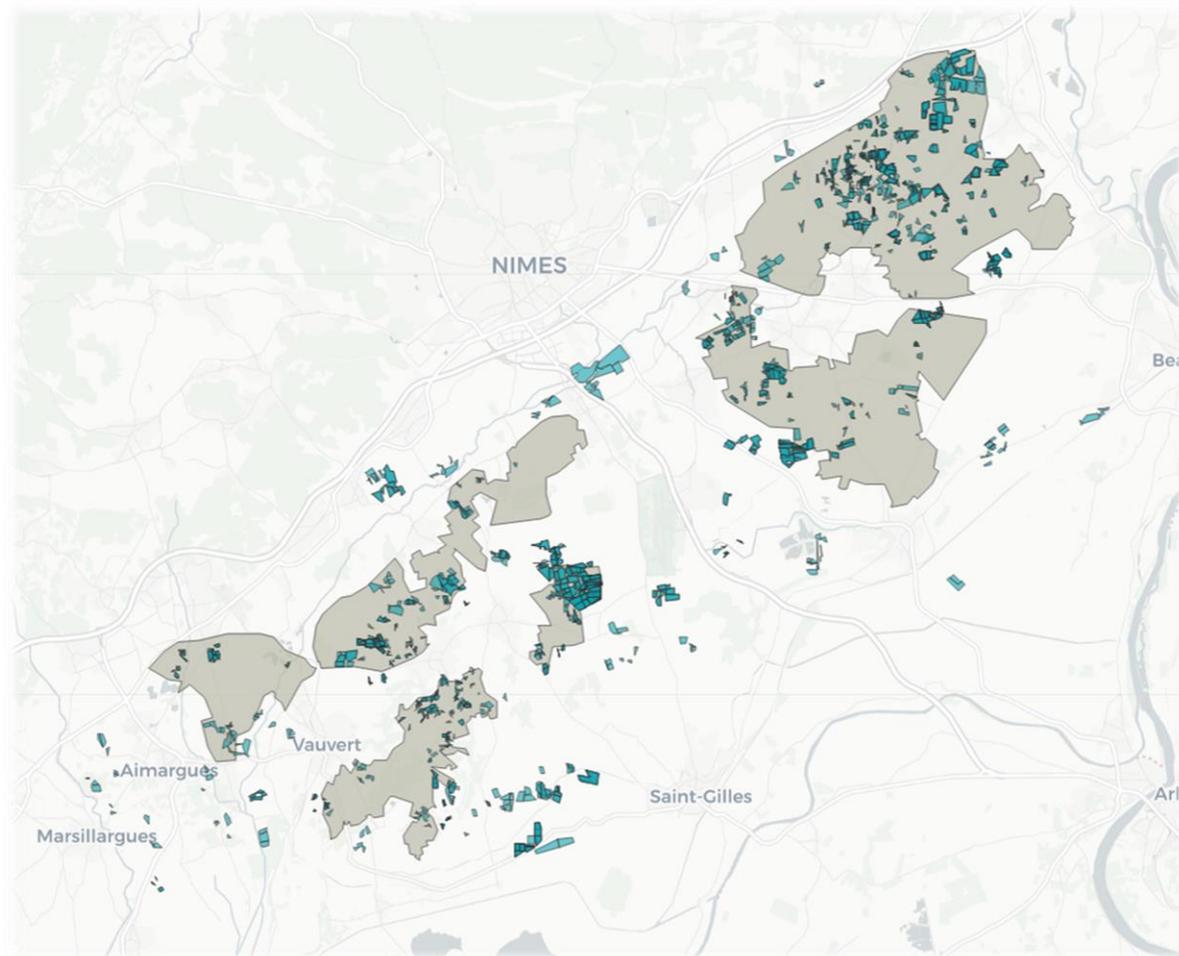
- Calcul d'Unités de Compensation Sur 650ha d'emprise et 1900ha perturbé (400m de rayon)

## Temporellement

- Sur 25 ans jusqu'à 2037

## Spatialement

- >1500 ha en 2022 (dont 630 ha acquis)



# Type de mesures de gestion compensatoires du CNM

**Sous forme :**

- d'**acquisitions de parcelles** (SNCF et CEN Occitanie)
- de **conventionnements avec les agriculteurs**

# Type de mesures de gestion compensatoires du CNM

Sous forme :

- d'**acquisitions de parcelles** (SNCF et CEN Occitanie)
- de **conventionnements avec les agriculteurs**

95% des mesures à destination de l'Outarde canepetière en espèce parapluie



→ **Création de couvert favorable**  
et entretien par retard de fauche ou pâturage



→ **Maintien de couvert favorable**  
et entretien par retard de fauche ou pâturage

# Type de mesures de gestion compensatoires du CNM

## Plusieurs déclinaisons des mesures selon le sexe



### Outarde femelle

Interdiction d'utilisation de la parcelle pendant la période de reproduction

⇒ Créer ou maintenir des **milieux herbacés hauts** pour la nidification

⇒ Améliorer la **disponibilité alimentaire**

⇒ Limiter la **destruction des nichées**



### Outarde mâle

Utilisation de la parcelle pendant la période de reproduction

⇒ Créer ou maintenir des **milieux herbacés ras** pour les places de chant

**Comptant également comme mesures compensatoires pour les œdicnèmes criards**

# Méthodologie d'évaluation de la compensation

**Perte  
impact projet**

*Suivis  
Avant-  
Après*



**Gain  
mesures  
compensatoires**

*Suivis      +témoins  
Avant-      Avant-  
Après      Après*



***Mesures outardes considérées également comme des mesures favorables aux oedicnèmes :  
mêmes parcelles suivies, mêmes protocoles, et mêmes analyses pour les deux espèces***

# Questions

**Impact de la LGV**



**Effet des mesures de gestion**



# Questions

## Impact de la LGV



- En addition à la surface artificialisée (LGV), existe-il une zone de perturbation et si oui sur quelle distance ?
- Quelle perte d'effectifs ?

## Effet des mesures de gestion



# Questions

## Impact de la LGV



- En addition à la surface artificialisée (LGV), existe-il une zone de perturbation et si oui sur quelle distance ?
- Quelle perte d'effectifs ?

## Effet des mesures de gestion



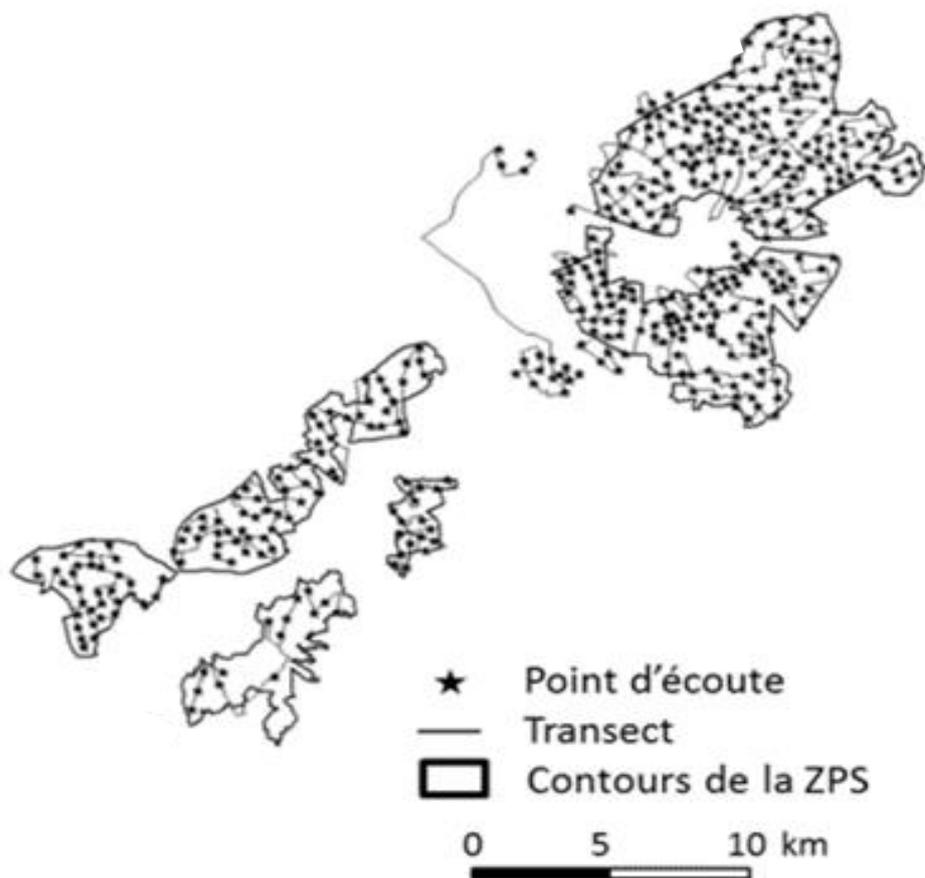
- Les parcelles gérées favorisent-elles l'accueil d'individus ?
- Quel gain d'effectifs ?

# Protocoles

## Impact de la LGV



500 points d'écoute chaque année  
depuis 2010  
Avant et après la construction de la LGV



## Effet des mesures de gestion

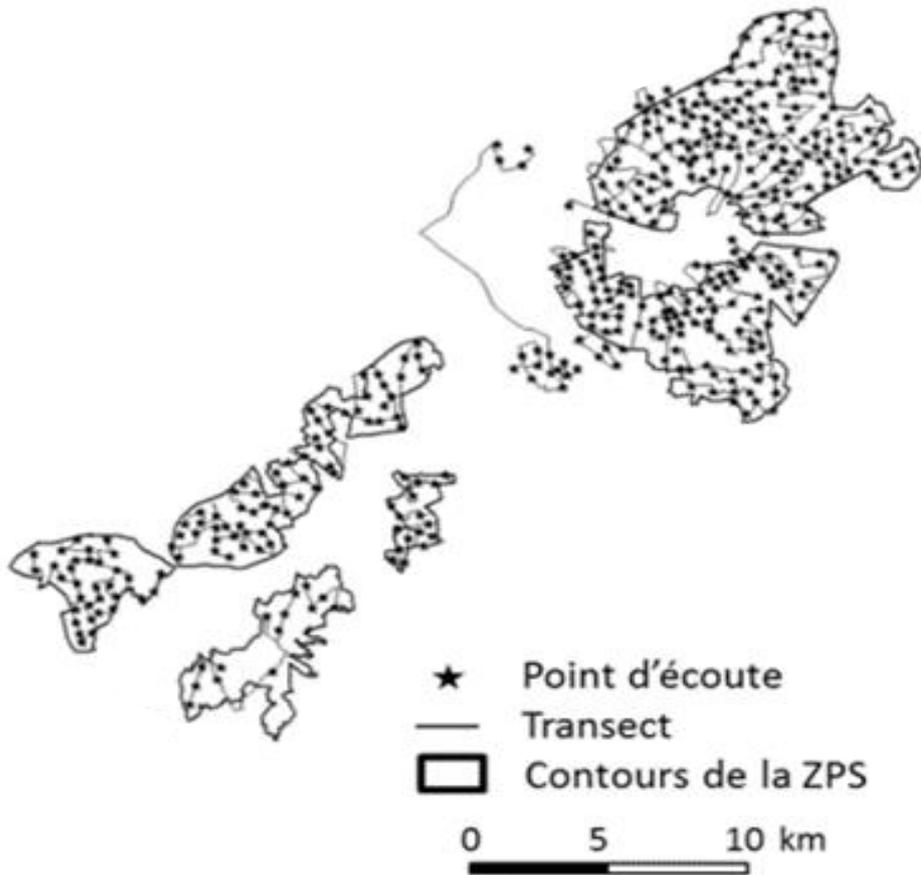


# Protocoles

## Impact de la LGV



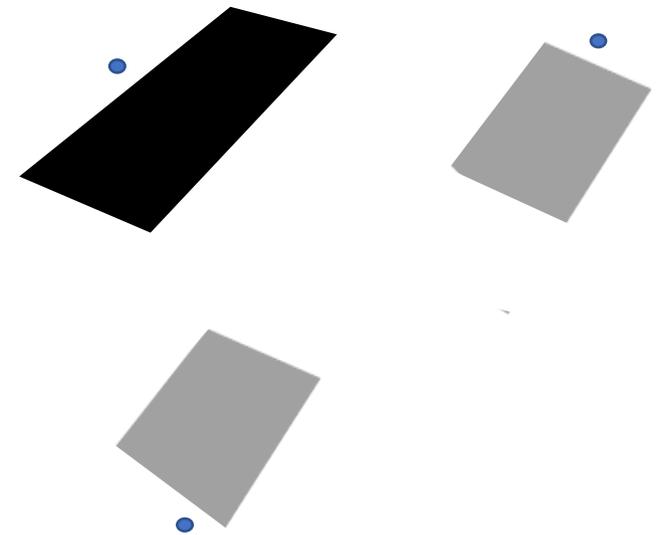
500 points d'écoute chaque année  
depuis 2010  
Avant et après la construction de la LGV



## Effet des mesures de gestion



202 points sur des parcelles gérées  
87 points sur des parcelles témoins  
Avant et après la gestion



# Analyses

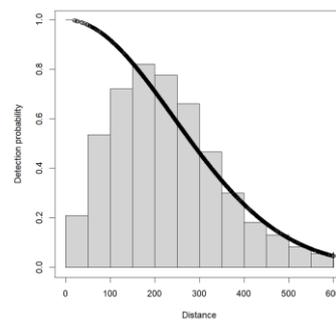
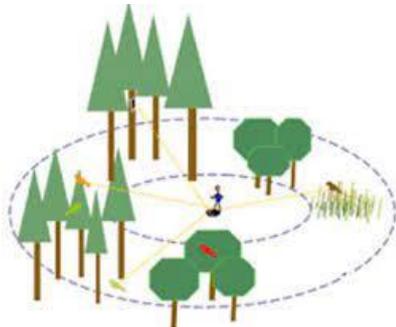
## Impact de la LGV



### Density surface modelling

#### Modèle à 2 composantes

- Modélisation de l'effet de la distance sur la détection des individus (Distance sampling)



## Effet des mesures de gestion



# Analyses

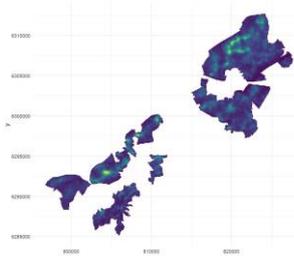
## Impact de la LGV



### Density surface modelling

#### Modèle à 2 composantes

- Modélisation de l'effet de la distance sur la détection des individus (Distance sampling)
- Modélisation spatiale des densités en fonction des covariables
  - Distance à la LGV
  - Distance aux autres infrastructures (autoroutes, routes, voies ferrées, lignes électriques...)
  - Occupation du sol
  - ...



## Effet des mesures de gestion



# Analyses

## Impact de la LGV



### Density surface modelling

#### Modèle à 2 composantes

- Modélisation de l'effet de la distance sur la détection des individus (Distance sampling)
- Modélisation spatiale des densités en fonction des covariables
  - Distance à la LGV
  - Distance aux autres infrastructures (autoroutes, routes, voies ferrées, lignes électriques...)
  - Occupation du sol
  - ...

**Effet de la LGV sur la distribution spatiale**

**Effets des autres infrastructures**

**Evolution de l'effectif total**

## Effet des mesures de gestion



# Analyses

## Impact de la LGV



### Density surface modelling

Modèle à 2 composantes

- Modélisation de l'effet de la distance sur la détection des individus (Distance sampling)
- Modélisation spatiale des densités en fonction des covariables
  - Distance à la LGV
  - Distance aux autres infrastructures (autoroutes, routes, voies ferrées, lignes électriques...)
  - Occupation du sol
  - ...

**Effet de la LGV sur la distribution spatiale**

**Effets des autres infrastructures**

**Evolution de l'effectif total**

## Effet des mesures de gestion



### Méthode BACI

(Before-After-Control-Impact)

Generalized linear mixed model

# Résultats Outardes mâles chanteurs

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



# Résultats

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

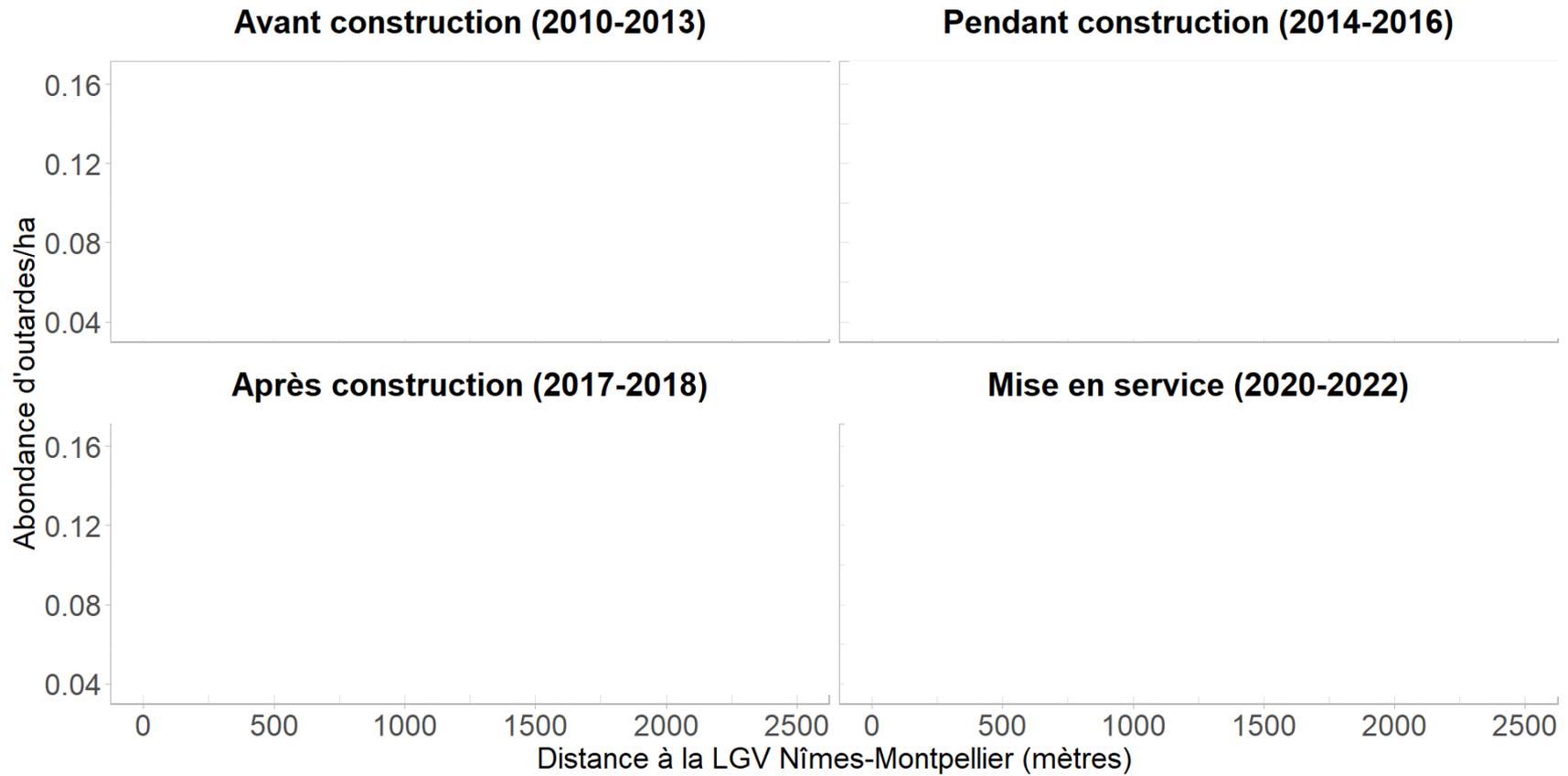


# Résultats

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

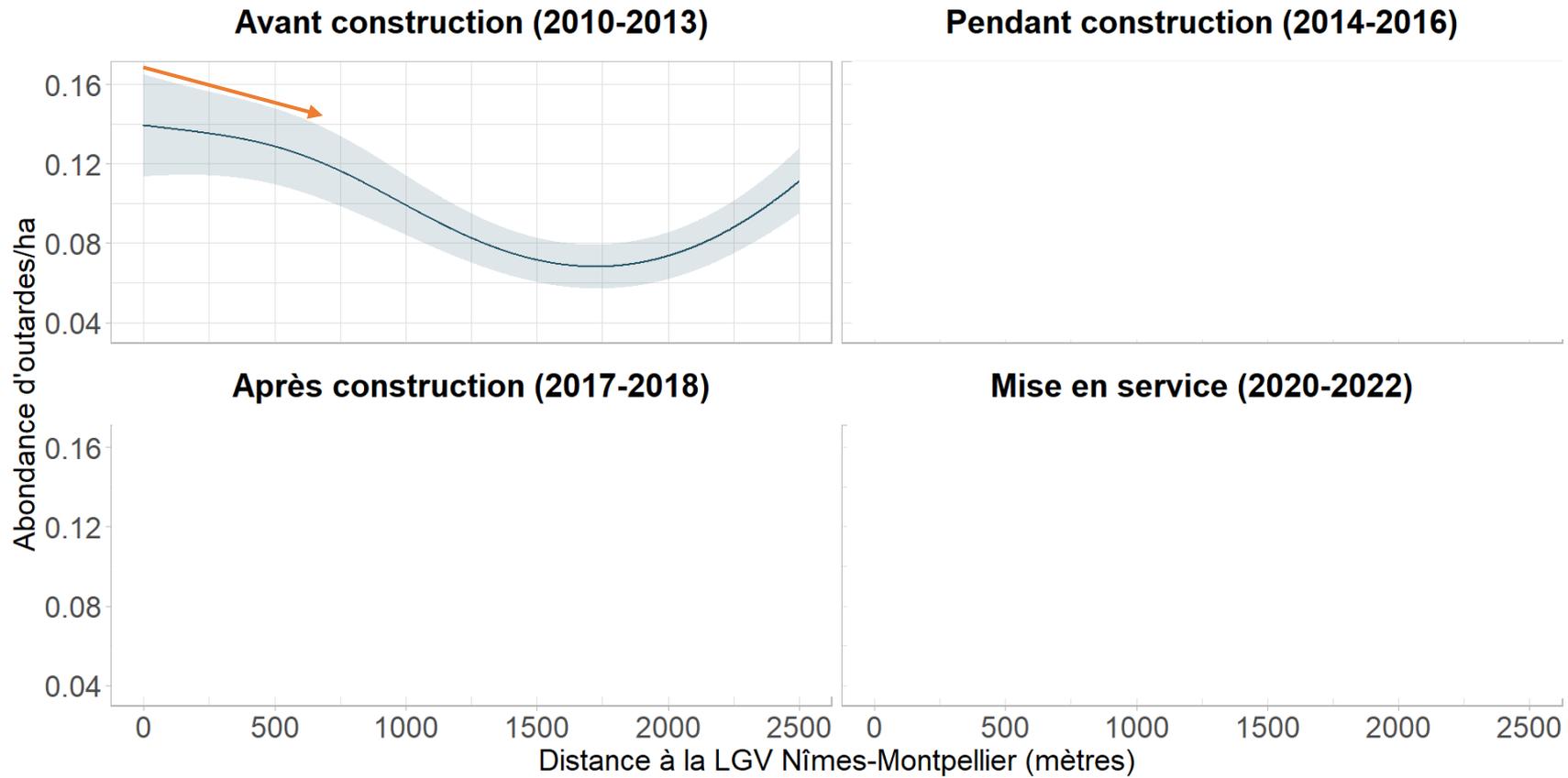


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

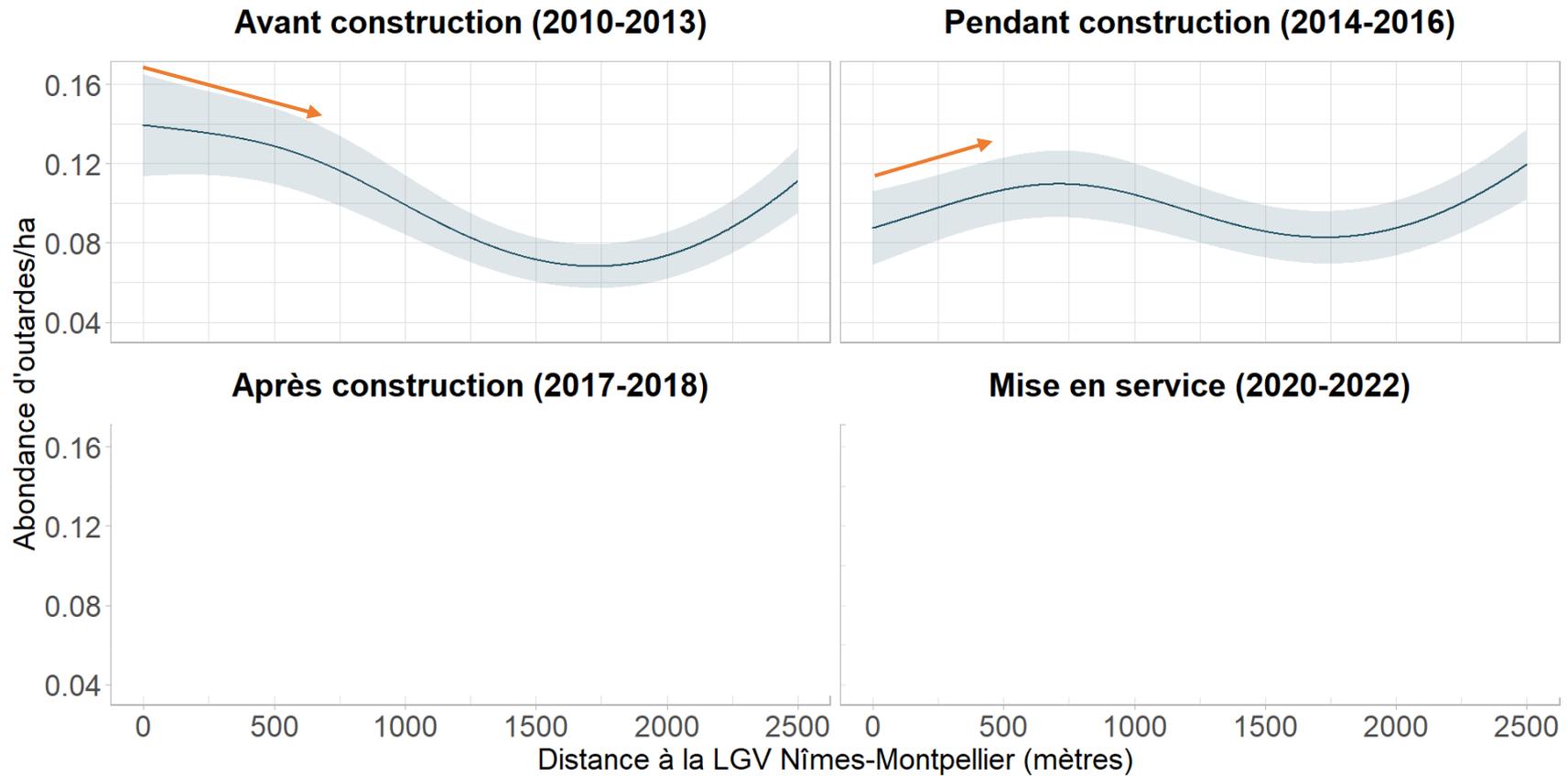


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

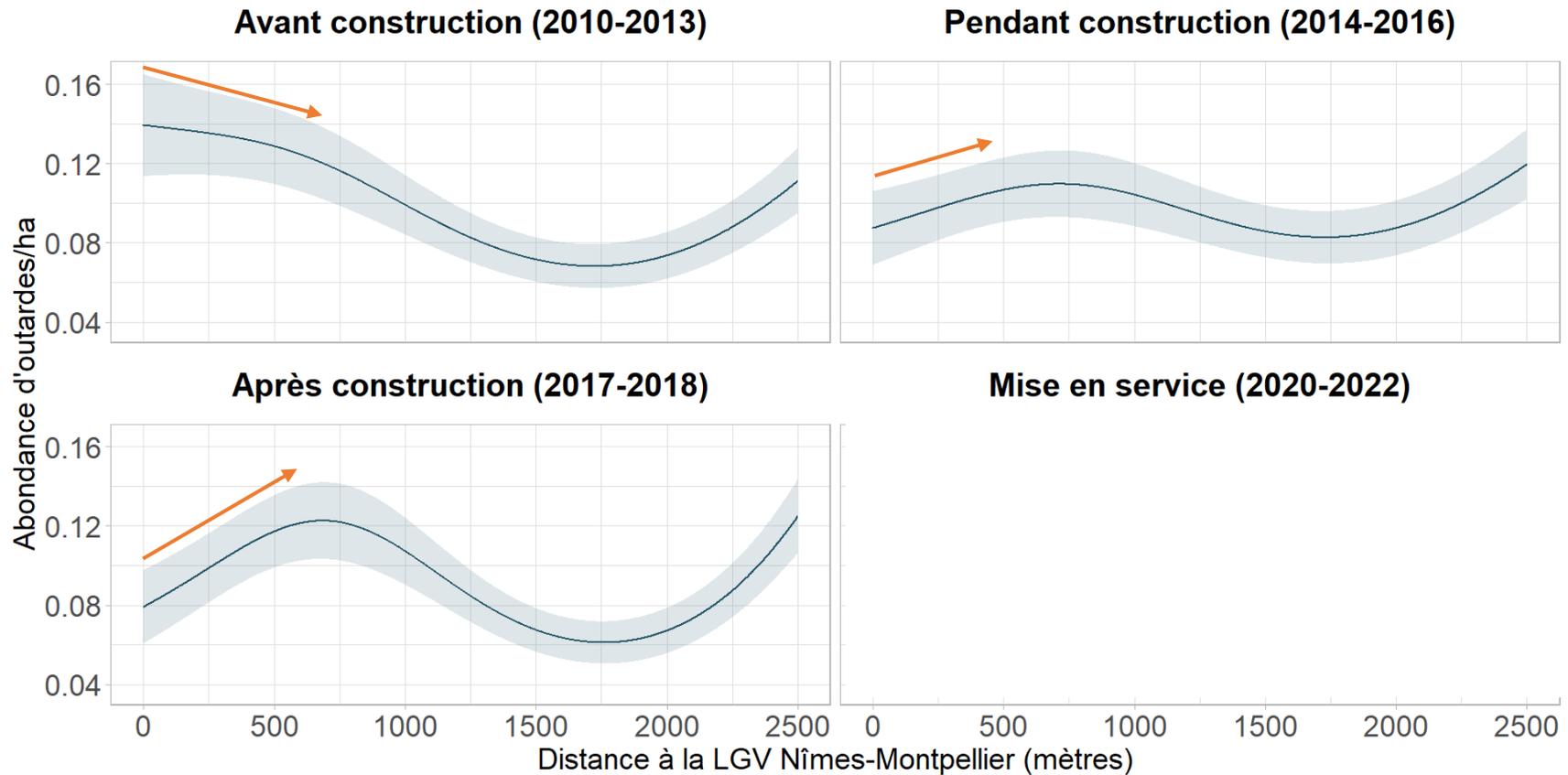


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

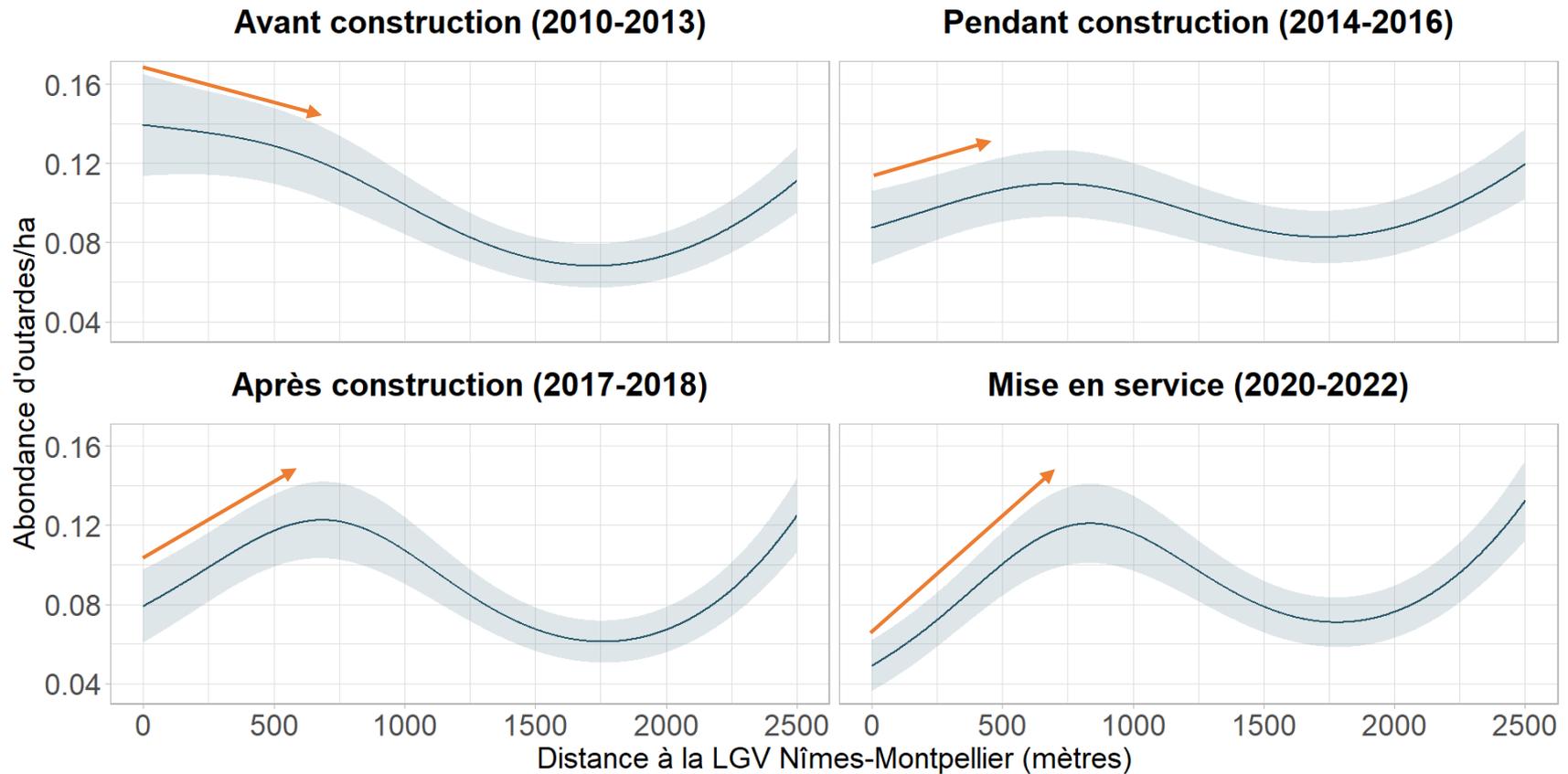


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

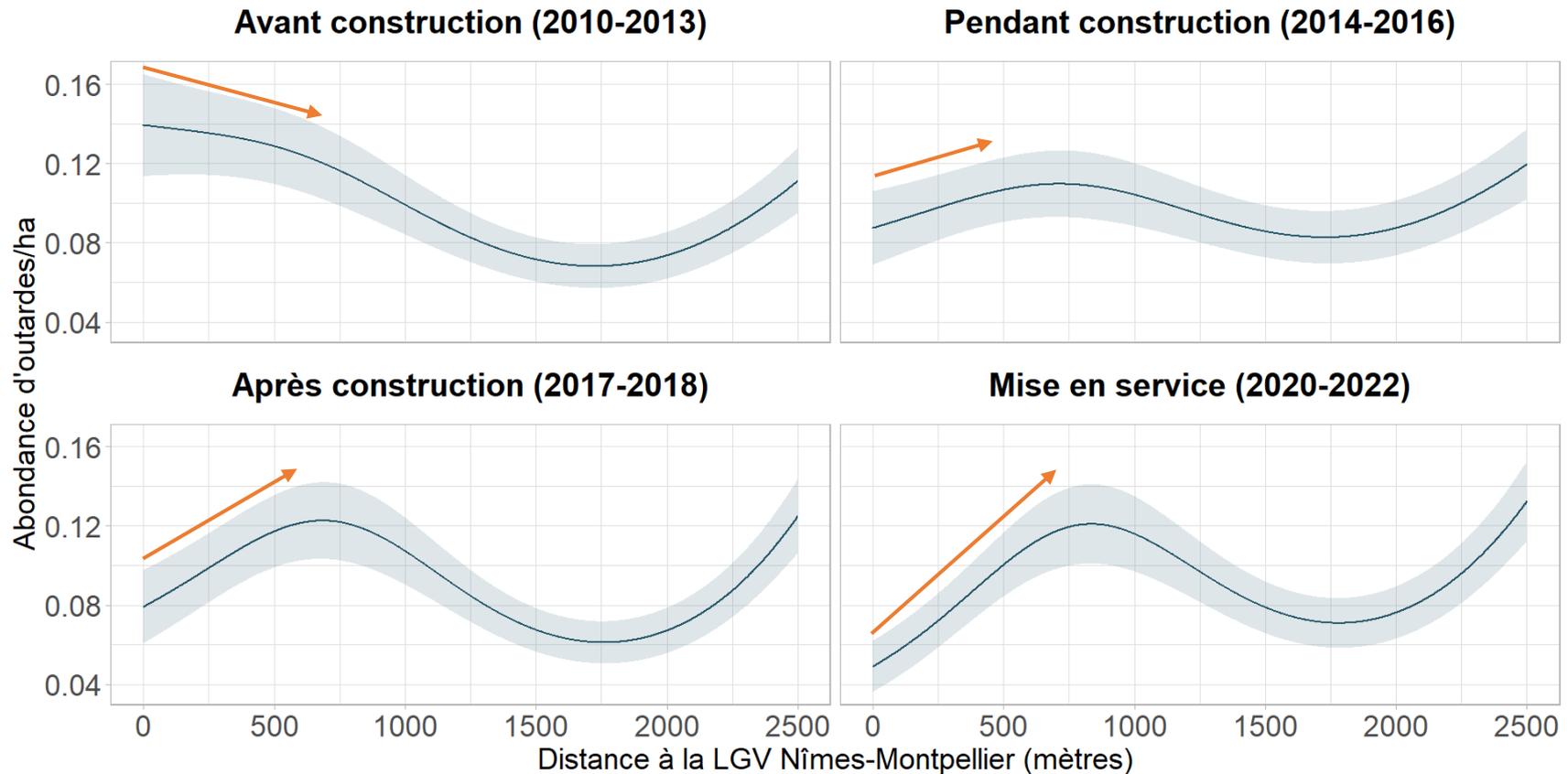


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion



- **Evitement** qui s'est mis en place et intensifié avec la mise en service plus on s'éloigne de la LGV plus le nombre de mâles à l'hectare est élevé

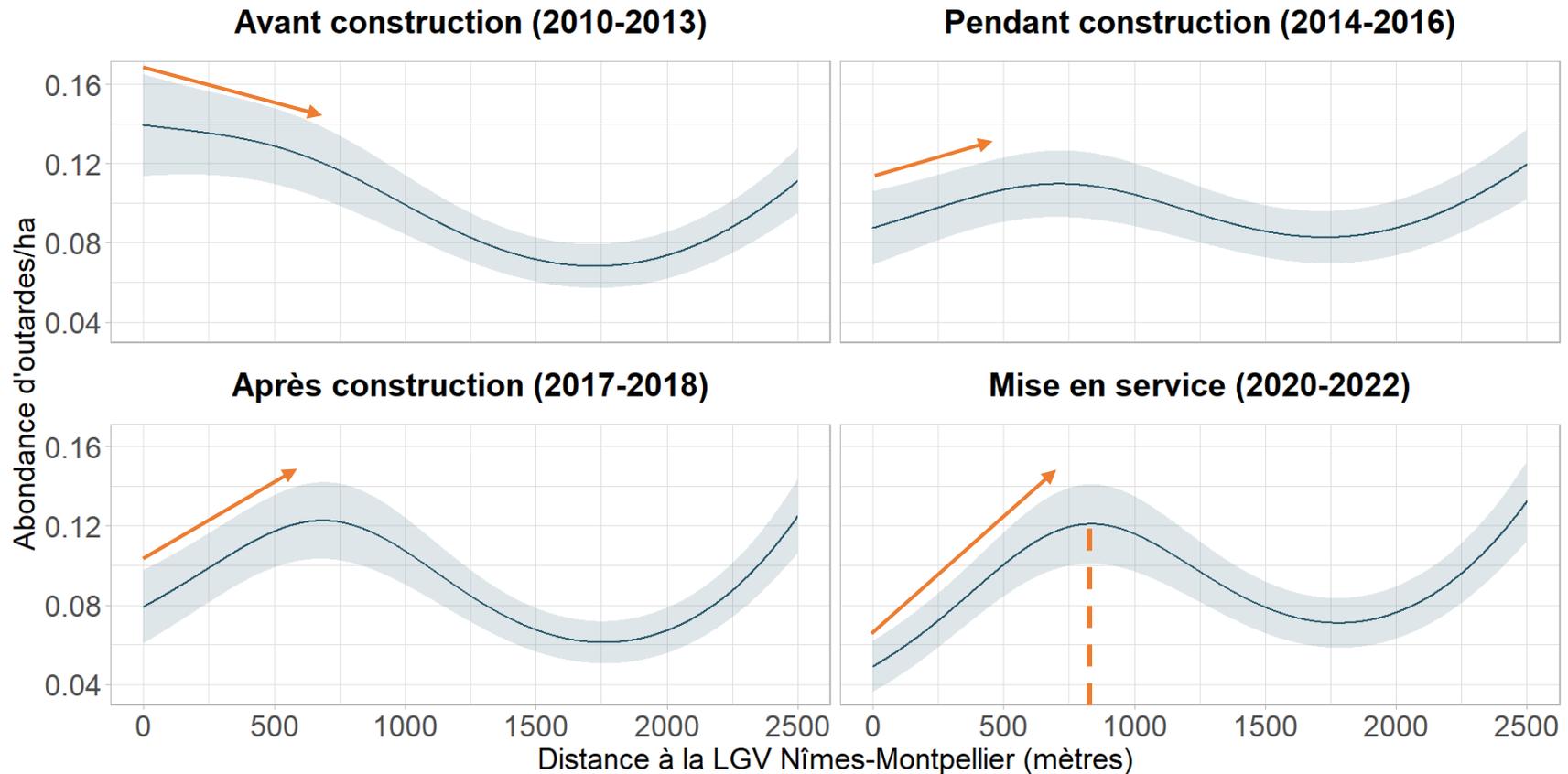


# Résultats – zone de perturbation

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion



➤ **Evitement** qui s'est mis en place et intensifié avec la mise en service plus on s'éloigne de la LGV plus le nombre de mâles à l'hectare est élevé

➤ **Zone de perturbation : jusqu'à 750 – 800 m**

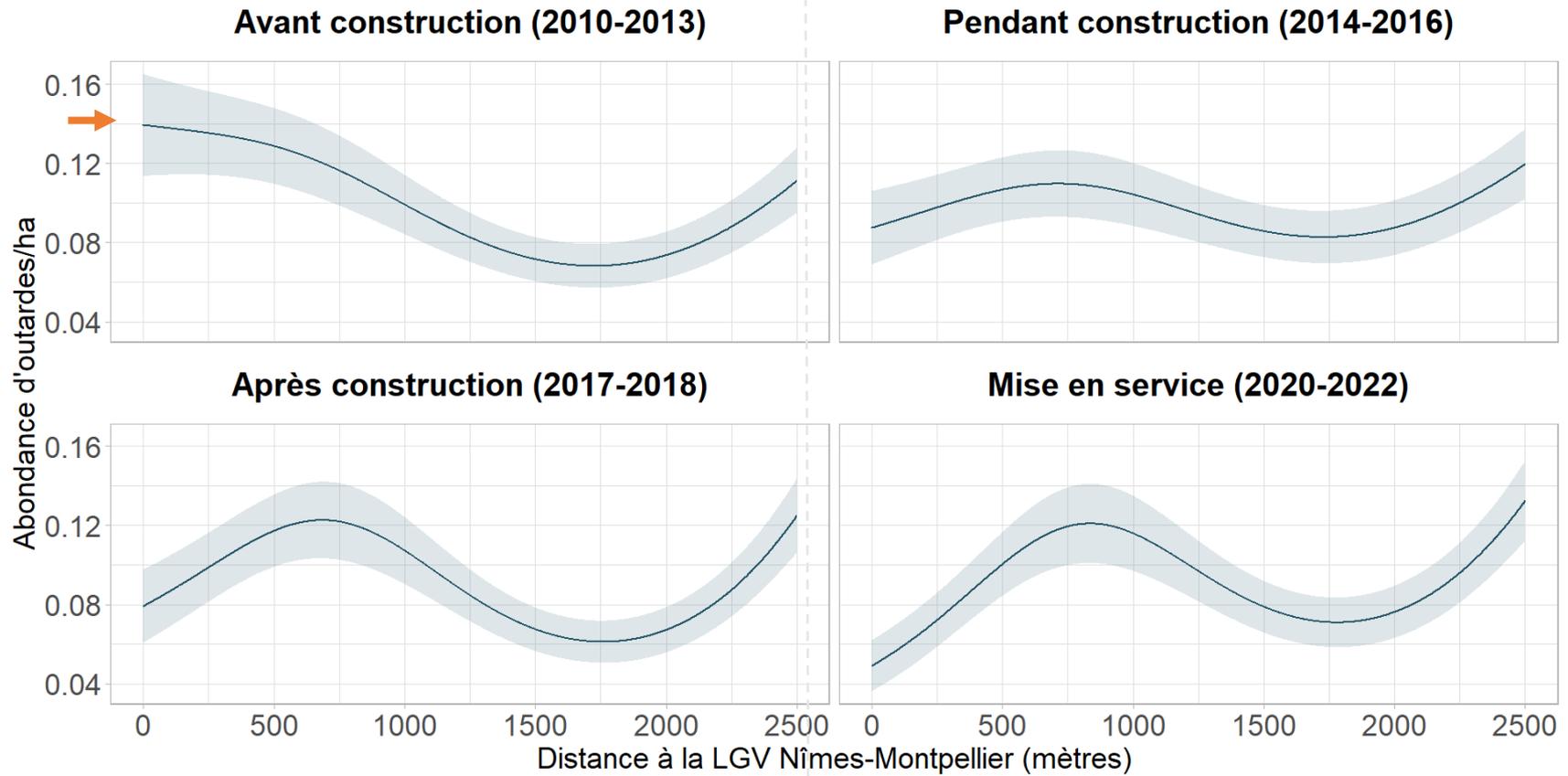


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

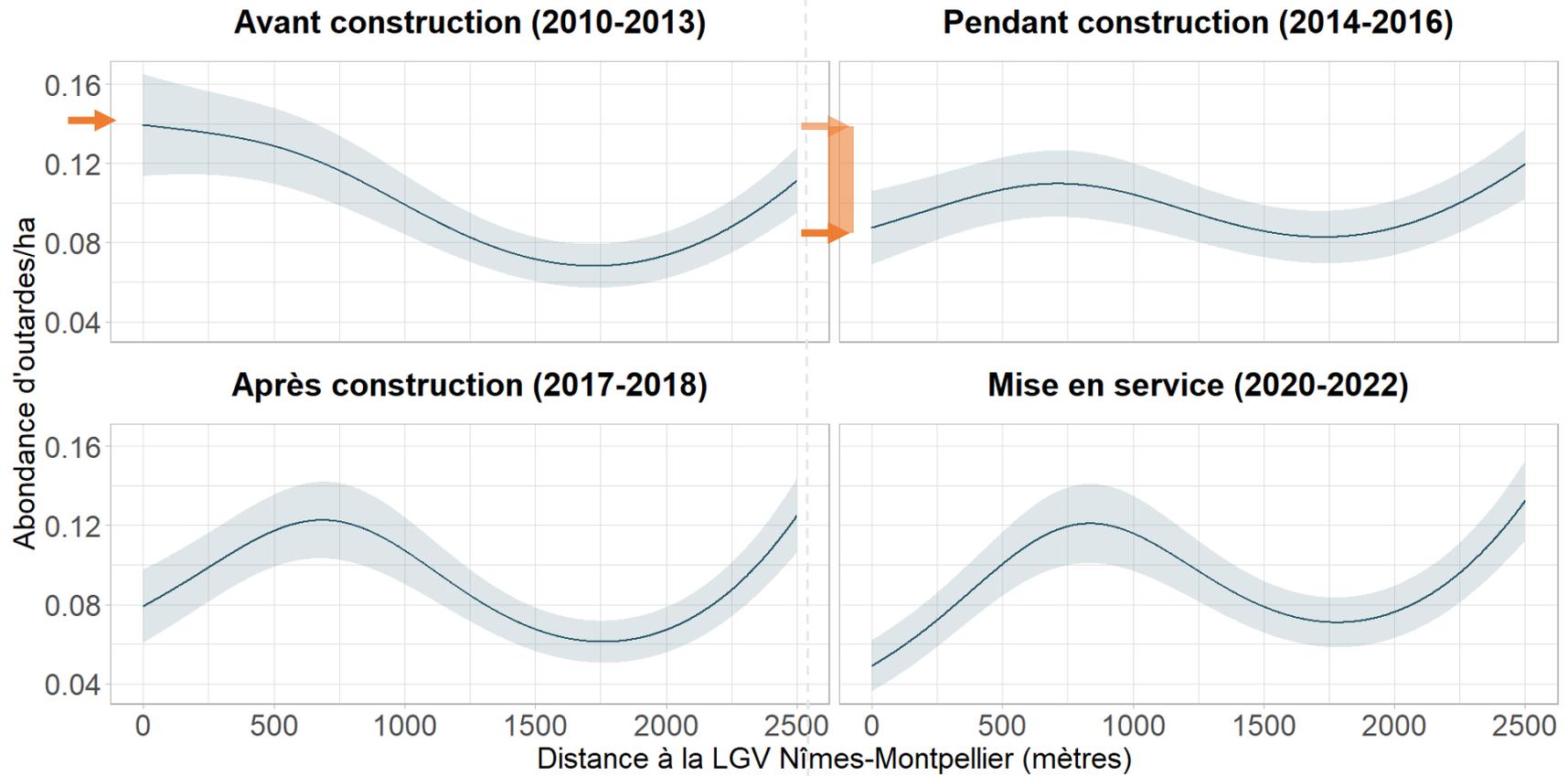


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

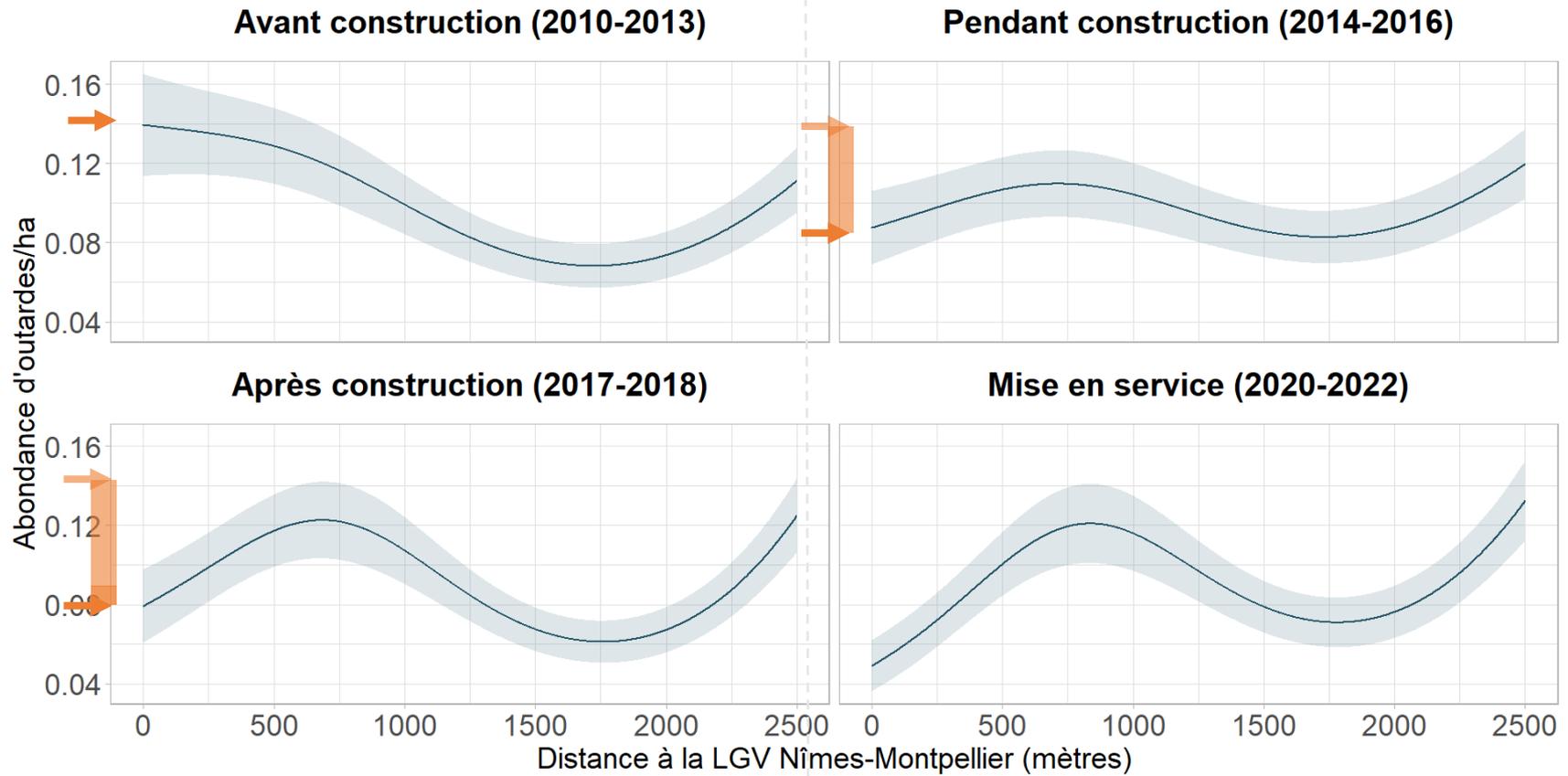


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

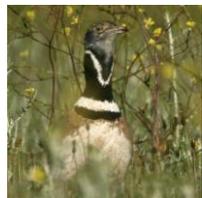
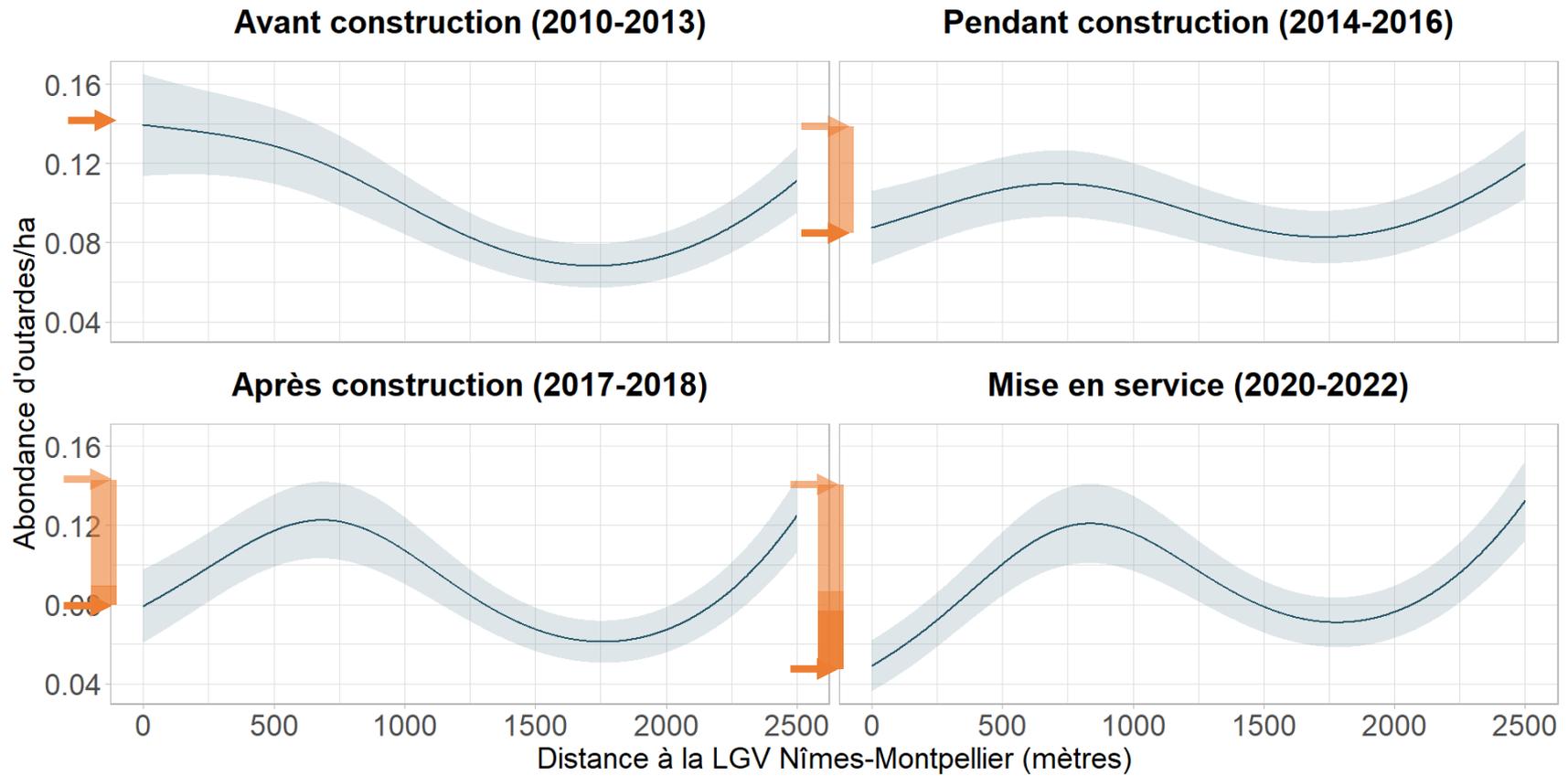


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

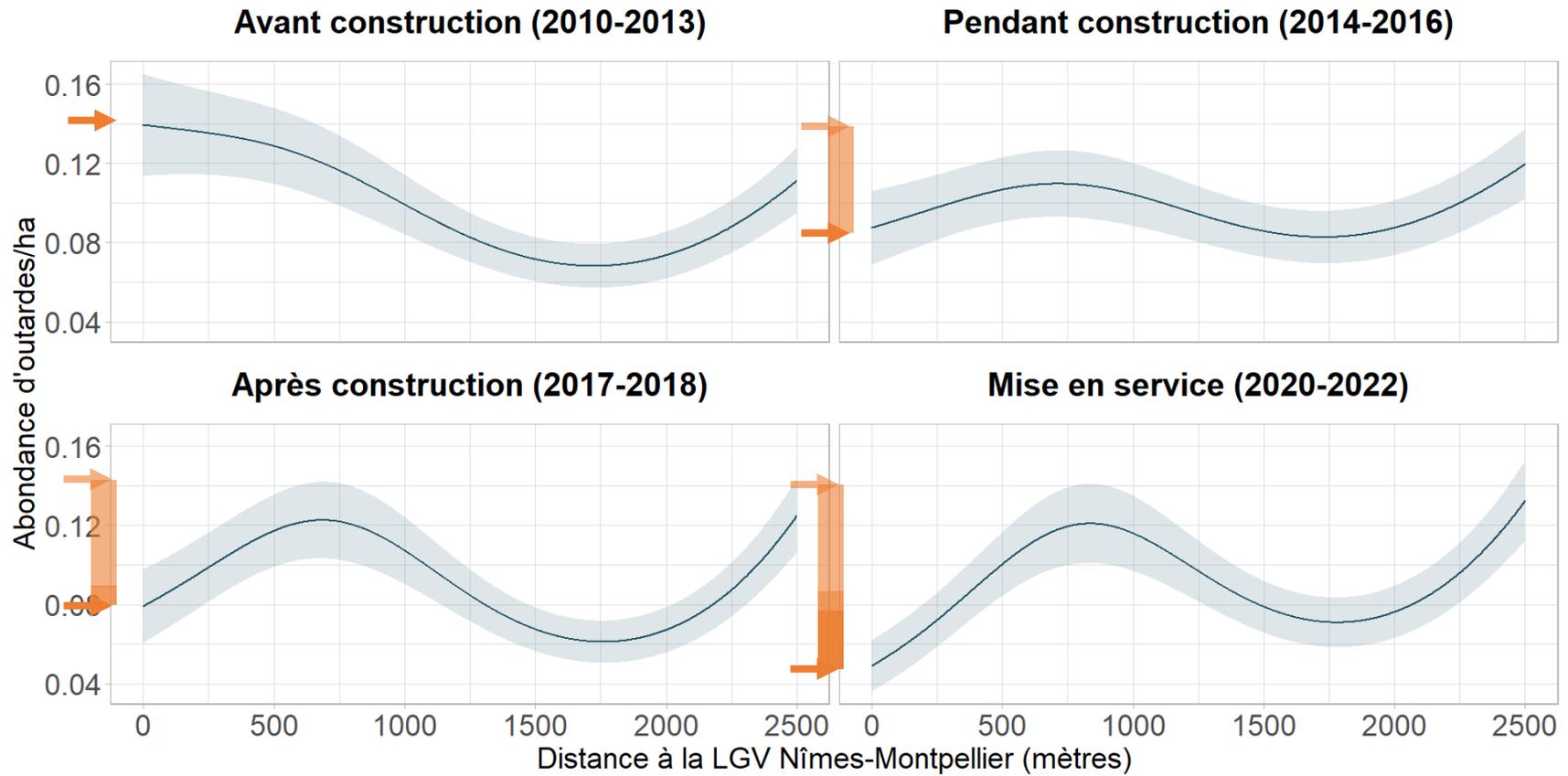


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

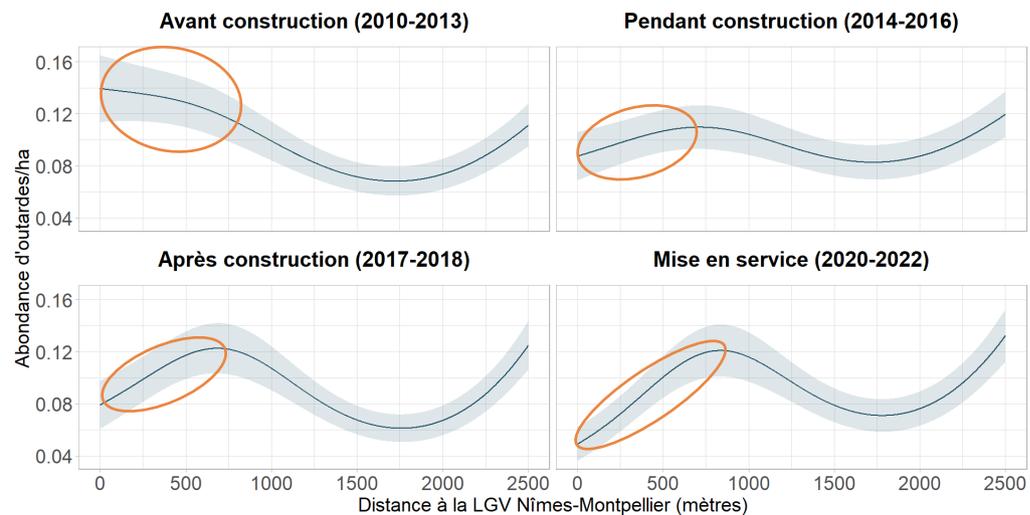


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV

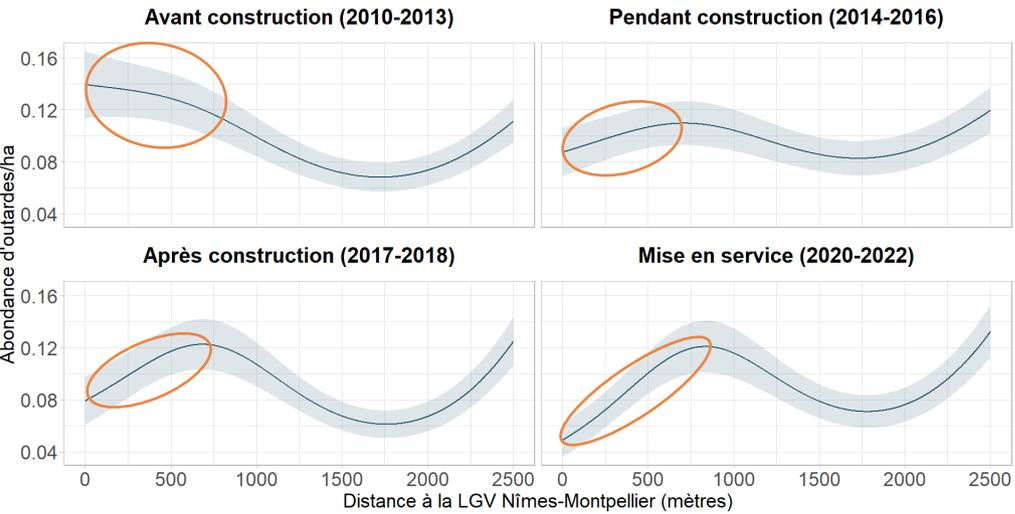


## Effet des mesures de gestion

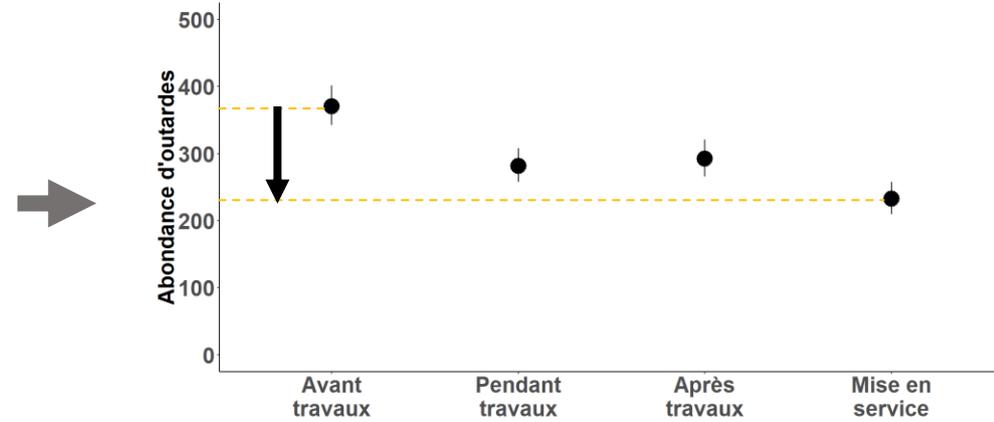


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

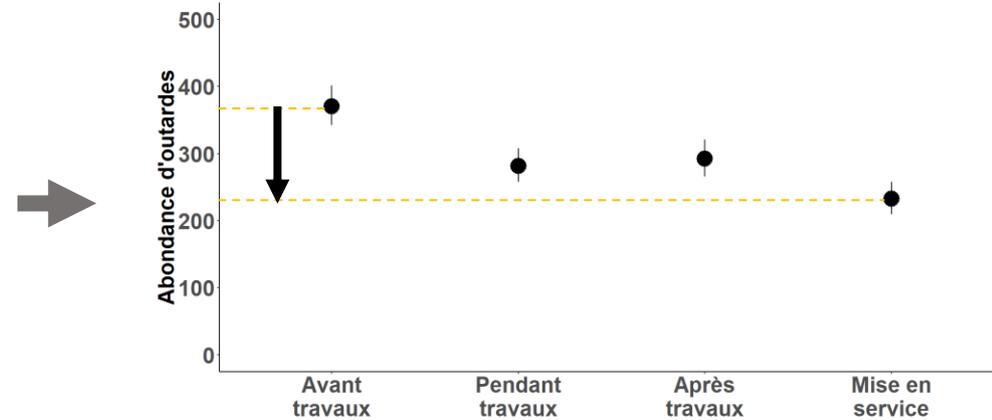
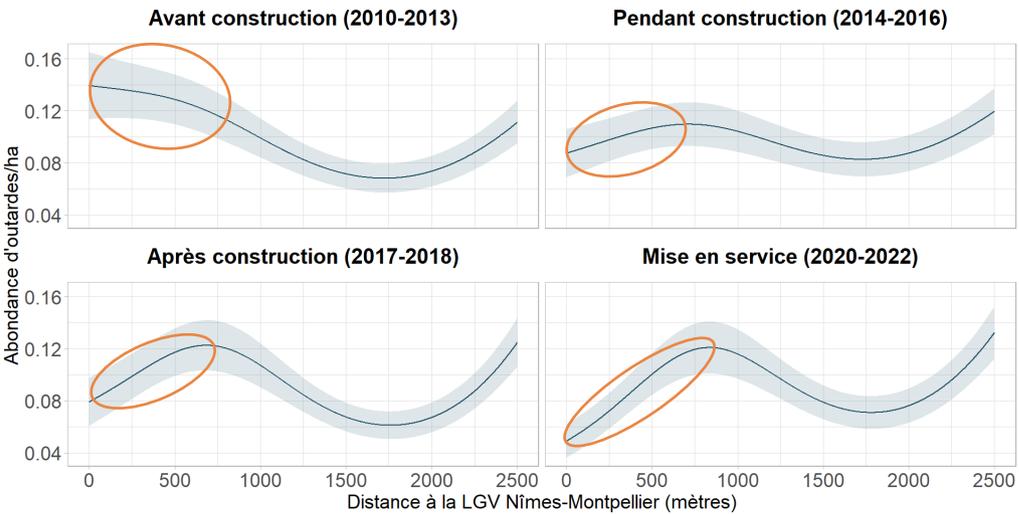


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion



**Dans la zone d'impact de 750m**  
**Chute de ~ 40% des effectifs**

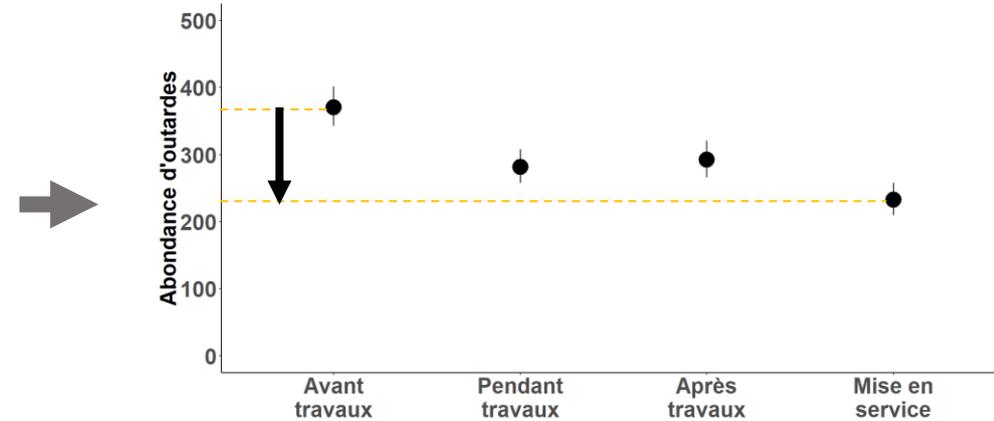
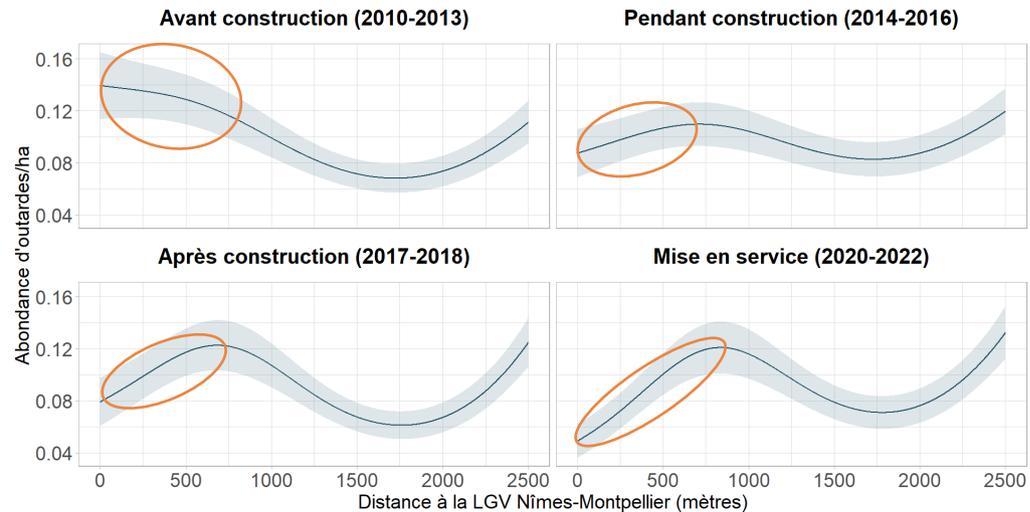


# Résultats – perte effectifs

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion



**Dans la zone d'impact de 750m**  
**Chute de ~ 40% des effectifs**

**Dans la ZPS**  
**Chute de 5-10% des effectifs**  
(jusqu'à 2013 dynamique de croissance)



# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion

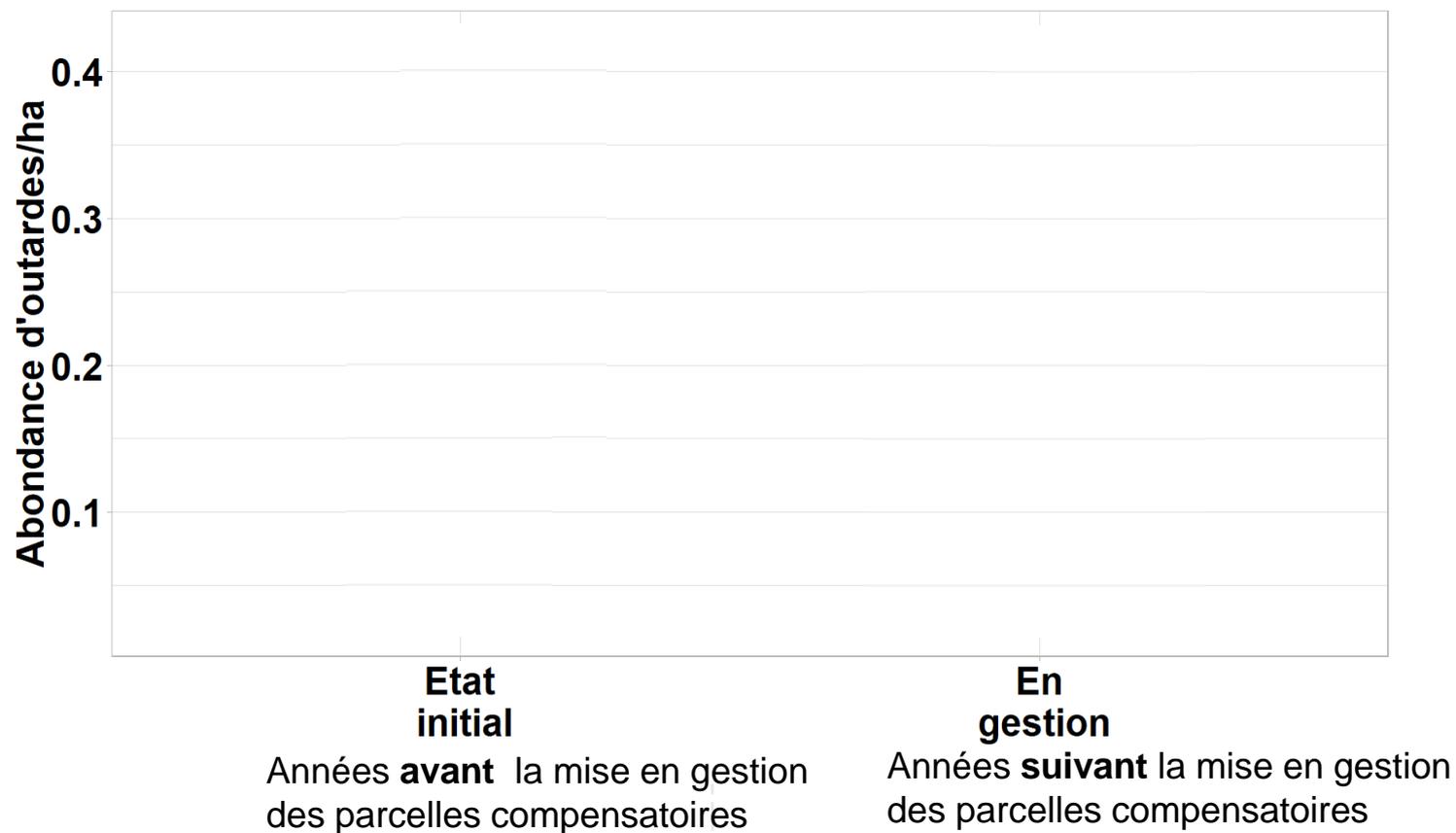


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion

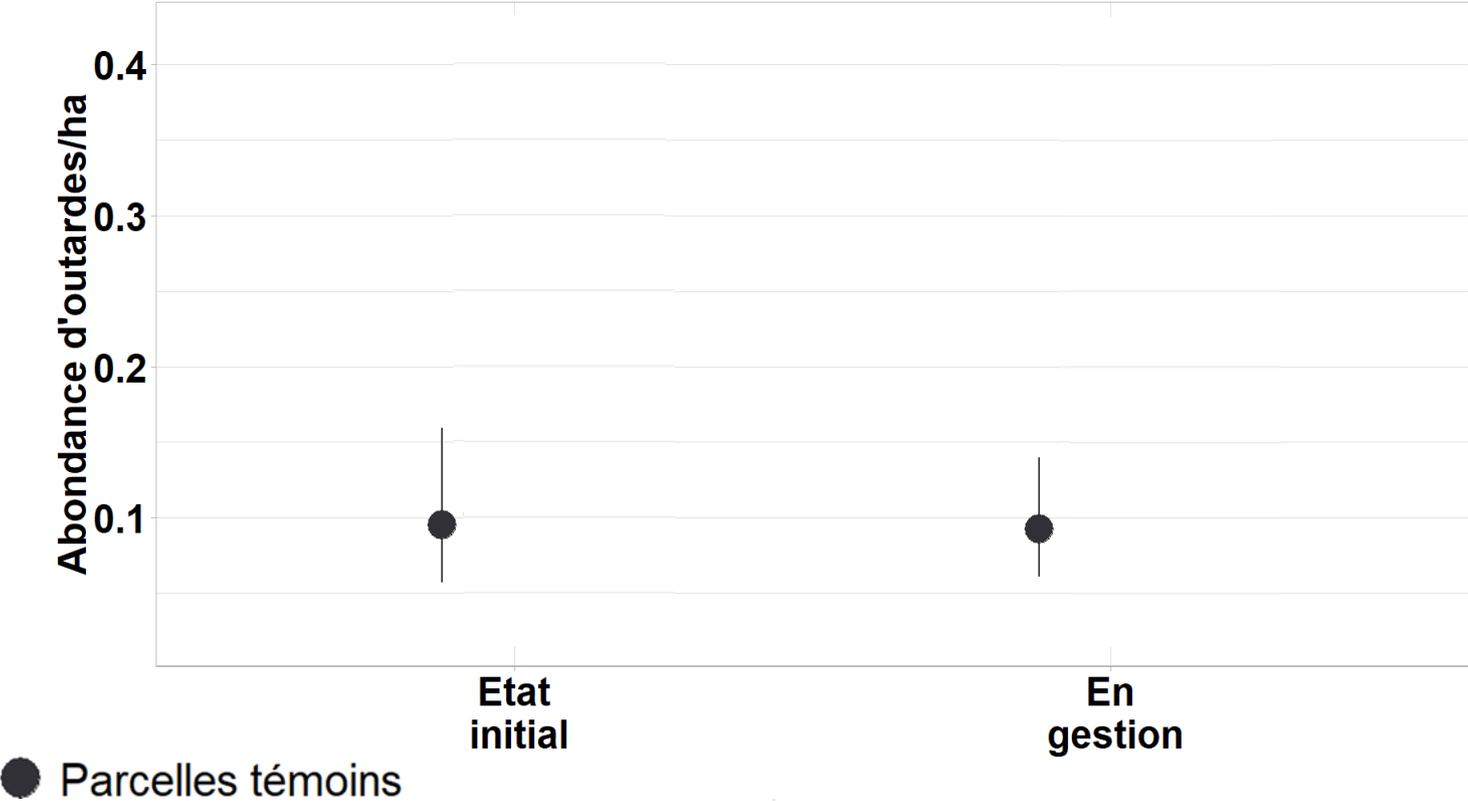


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion

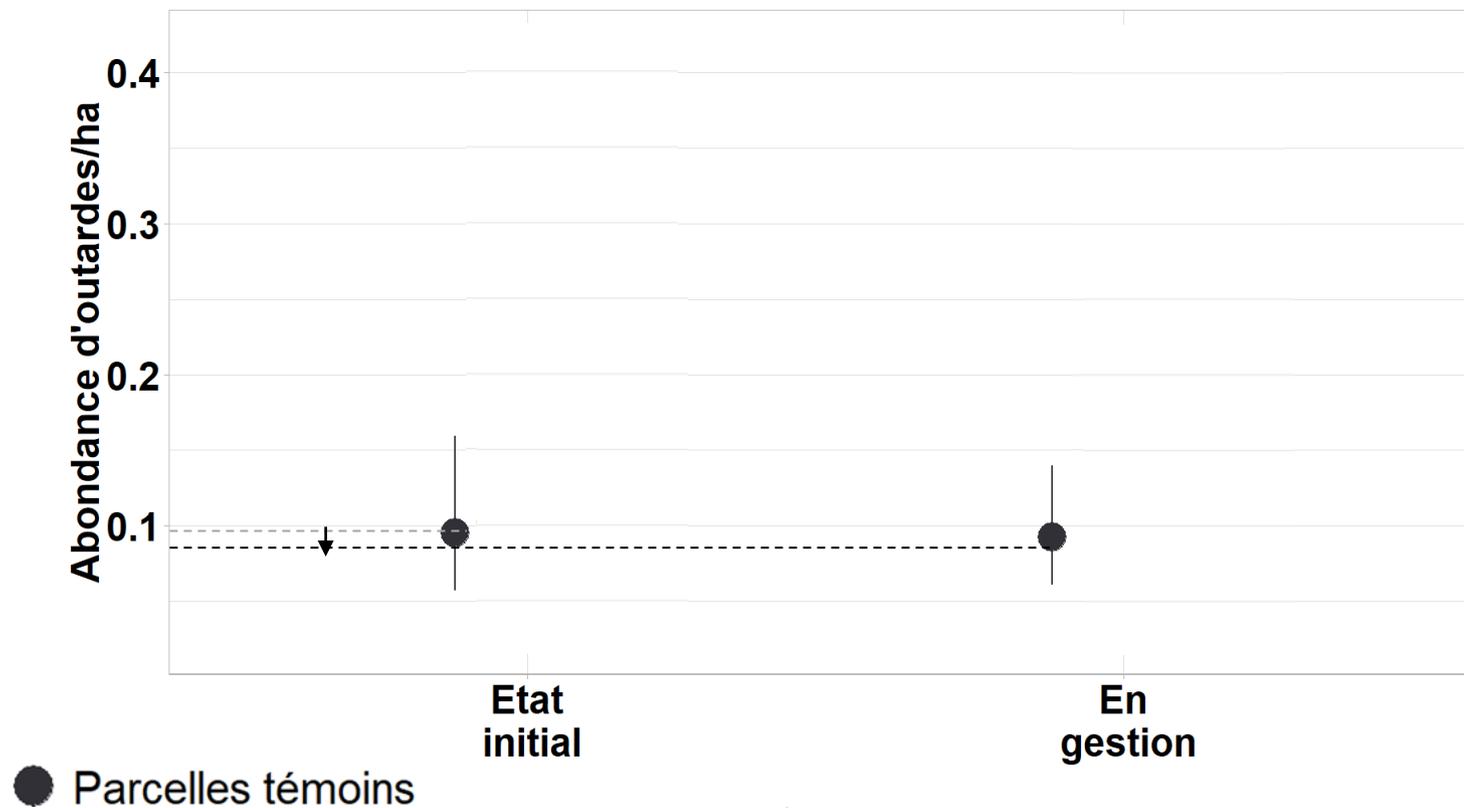


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion

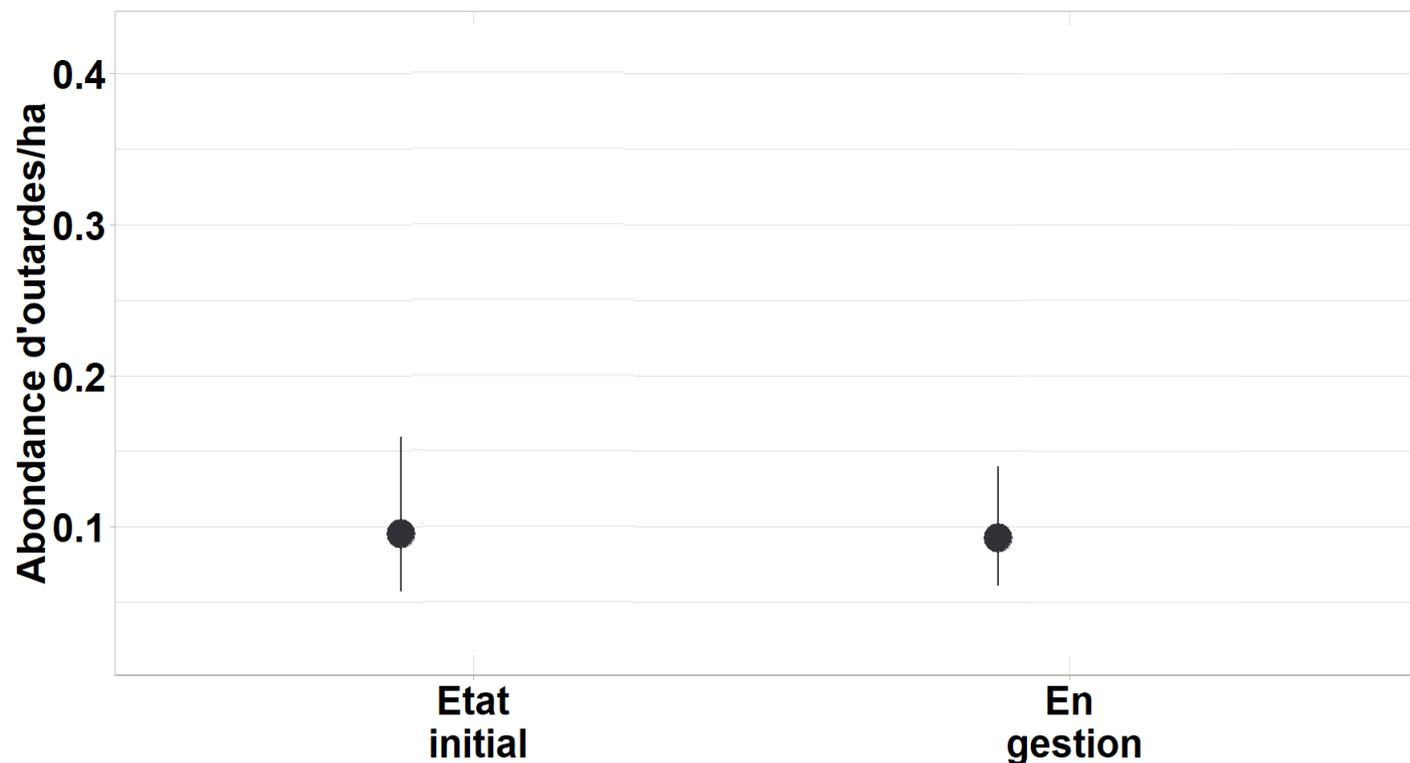


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



● Parcelles témoins

● Acquisitions avec création de couvert

● Acquisitions avec maintien de couvert

● Conventions avec création de couvert

● Conventions avec maintien de couvert

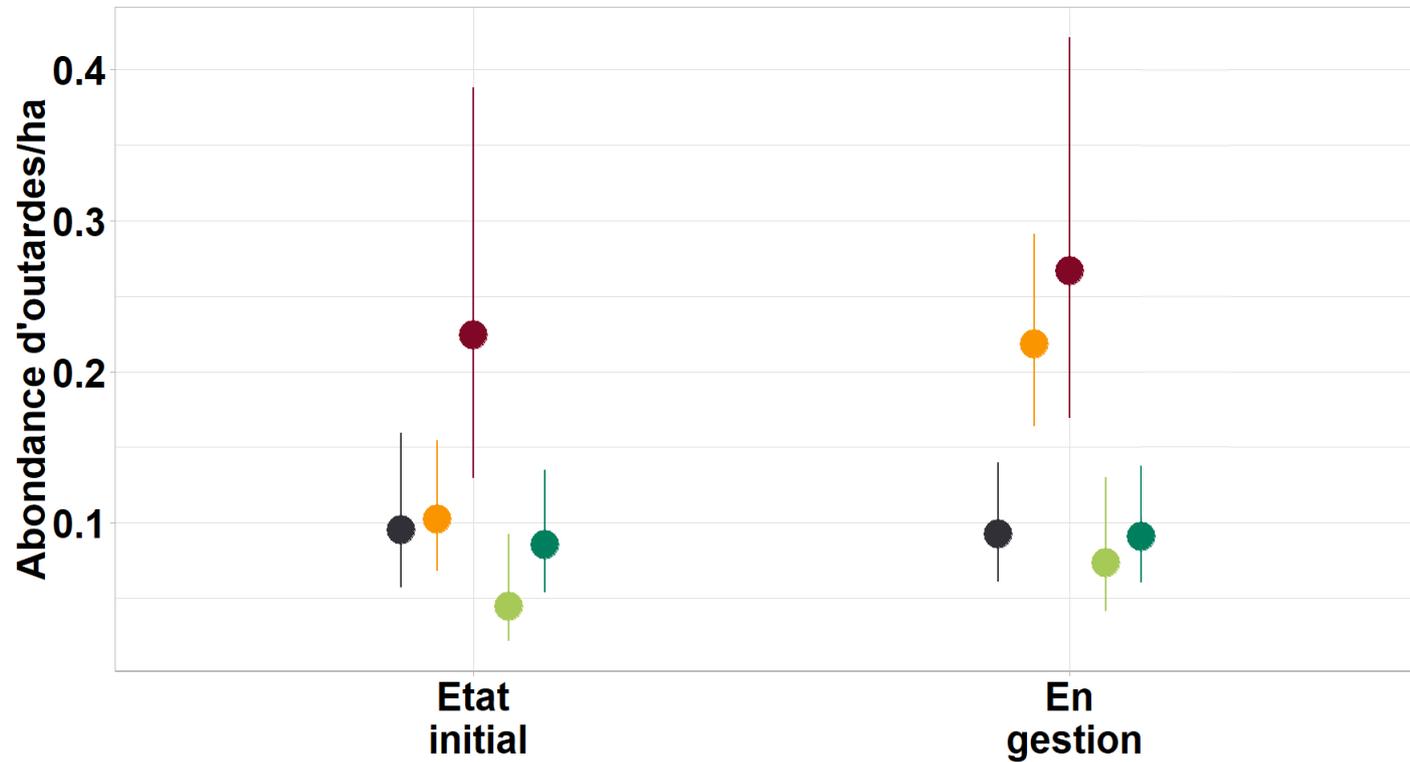


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



● Parcelles témoins

● Acquisitions avec création de couvert

● Acquisitions avec maintien de couvert

● Conventions avec création de couvert

● Conventions avec maintien de couvert

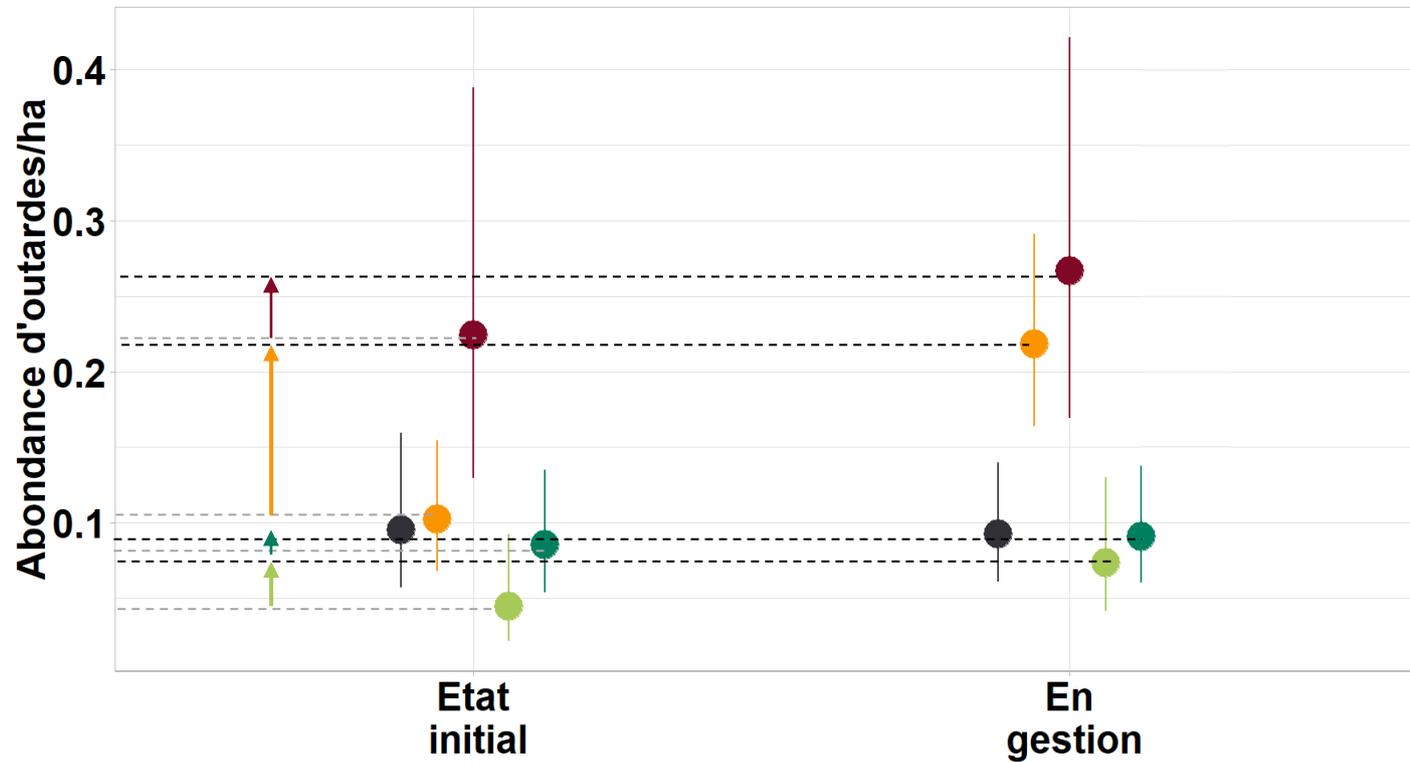


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



● Parcelles témoins

● Acquisitions avec création de couvert

● Acquisitions avec maintien de couvert

● Conventions avec création de couvert

● Conventions avec maintien de couvert

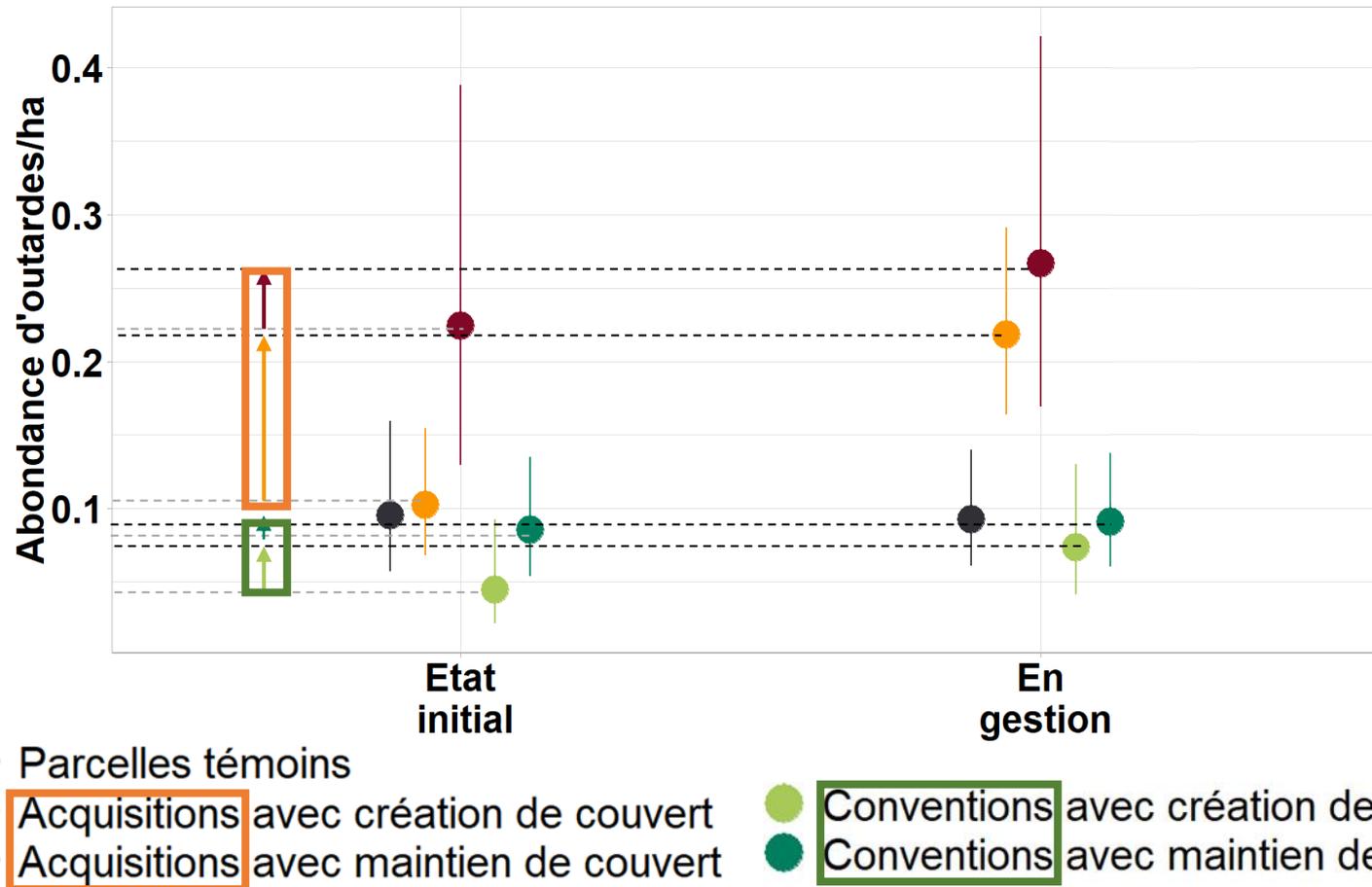


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



➤ **Gain acquisitions > Gain conventionnements**

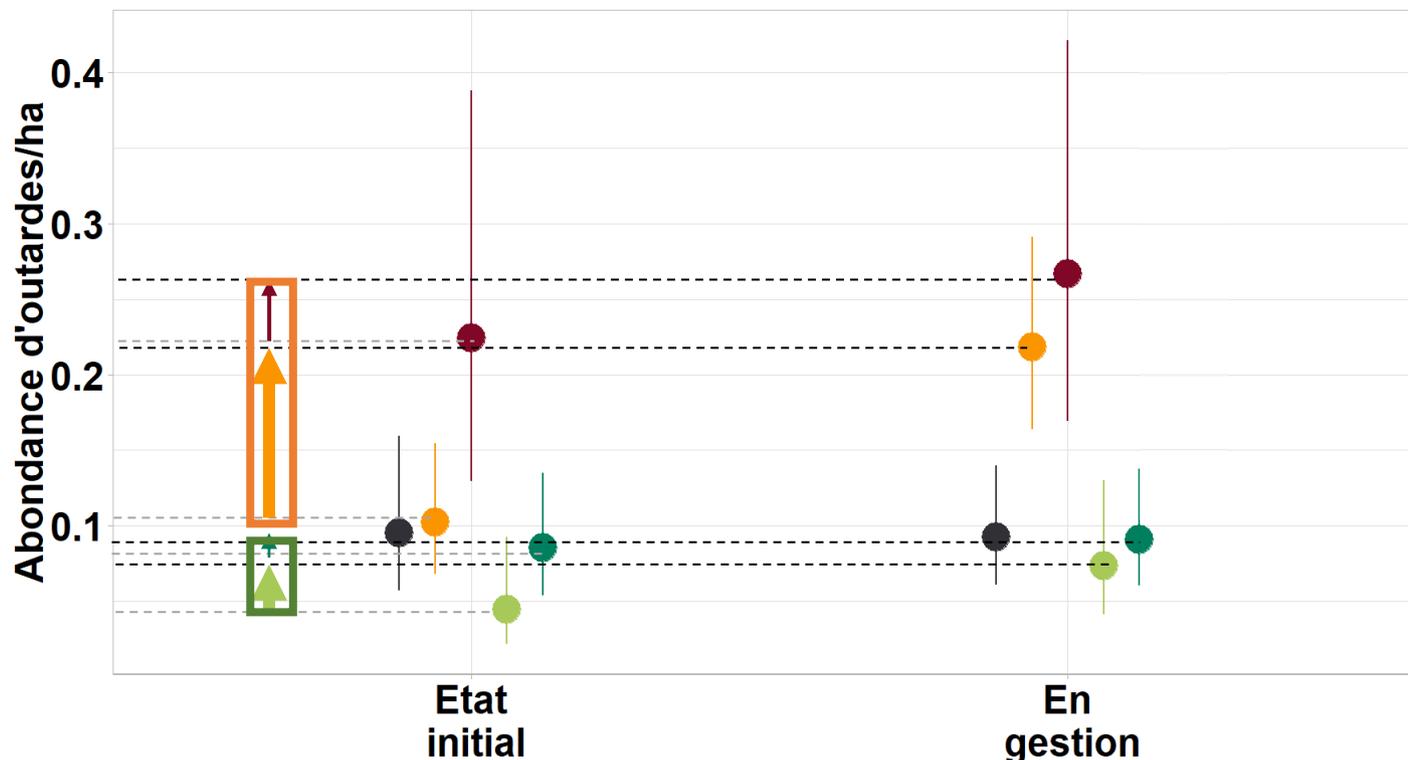


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



● Parcelles témoins

● Acquisitions avec création de couvert

● Acquisitions avec maintien de couvert

● Conventions avec création de couvert

● Conventions avec maintien de couvert

- **Gain acquisitions > Gain conventionnements**
- **Gain créations > Gain maintiens**

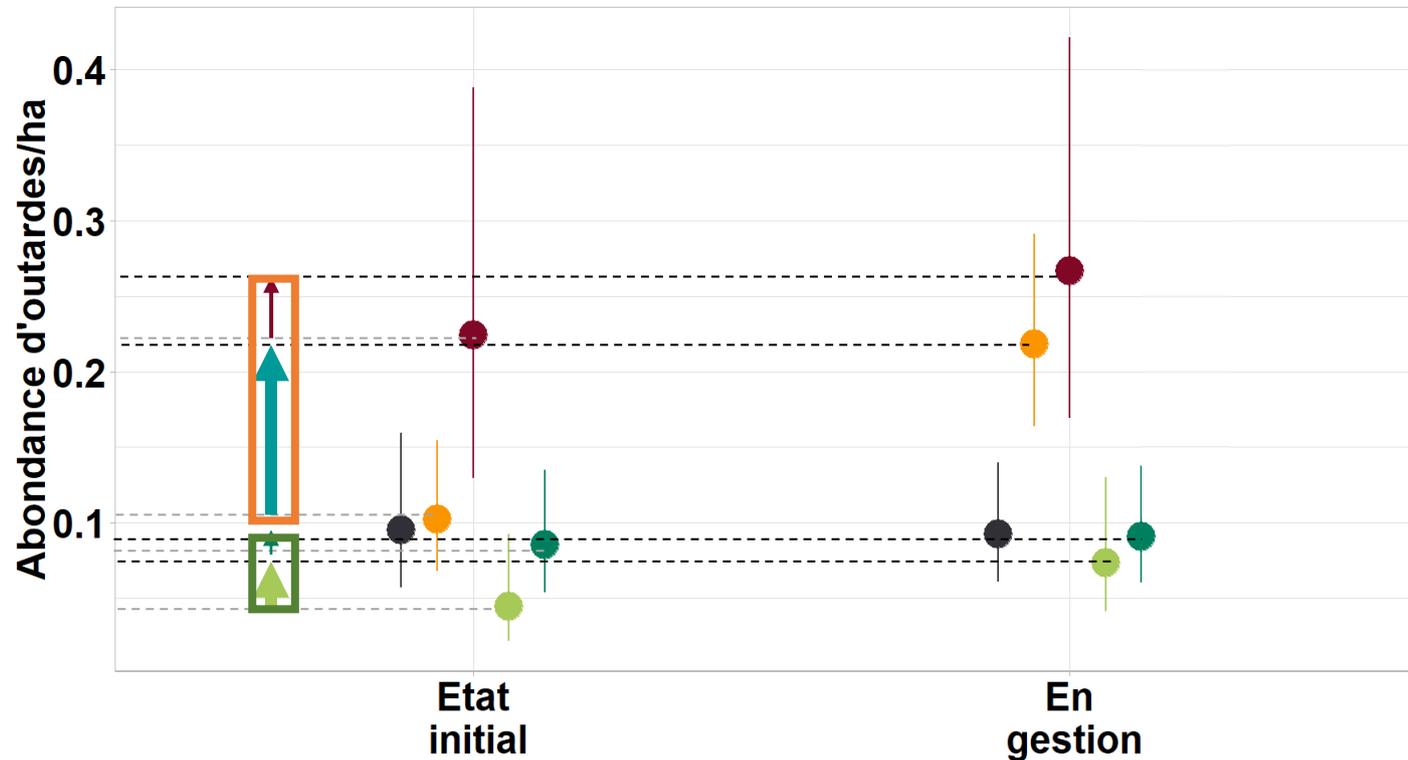


# Résultats – effet de la gestion

Impact de la LGV



Effet des mesures de gestion



● Parcelles témoins

● Acquisitions avec création de couvert

● Acquisitions avec maintien de couvert

● Conventions avec création de couvert

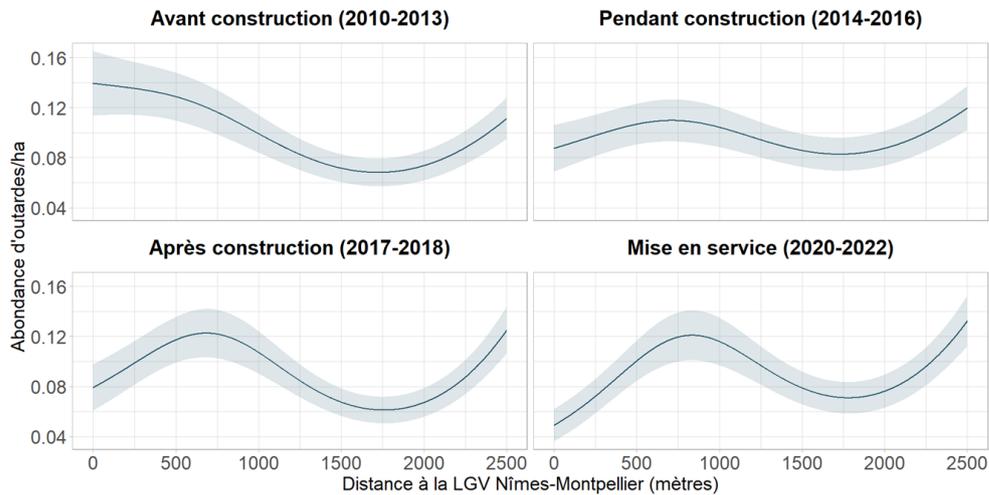
● Conventions avec maintien de couvert

- **Gain acquisitions > Gain conventionnements**
- **Gain créations > Gain maintiens**
- **Seul gain significatif : Acquisition en création de couvert**



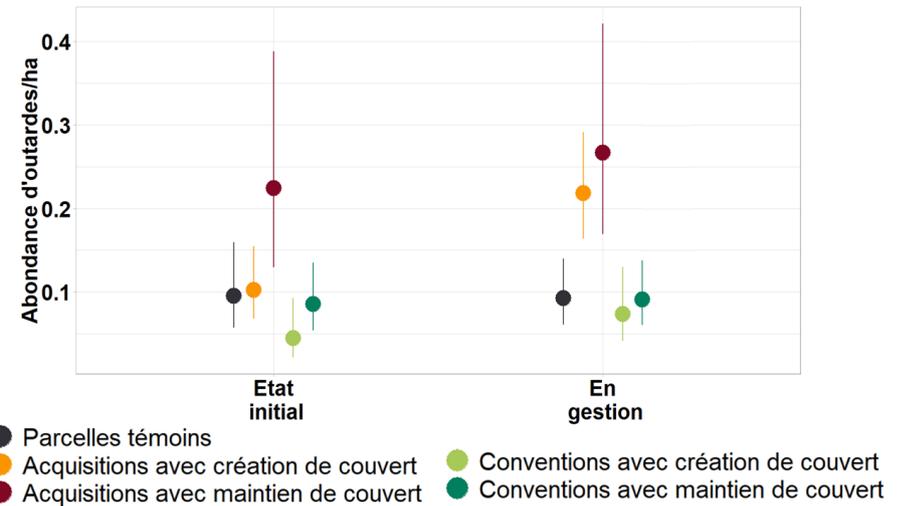
# Résultats - Efficacité de la compensation pour les outardes

## Impact de la LGV



Perte d'individus

## Effet des mesures de gestion

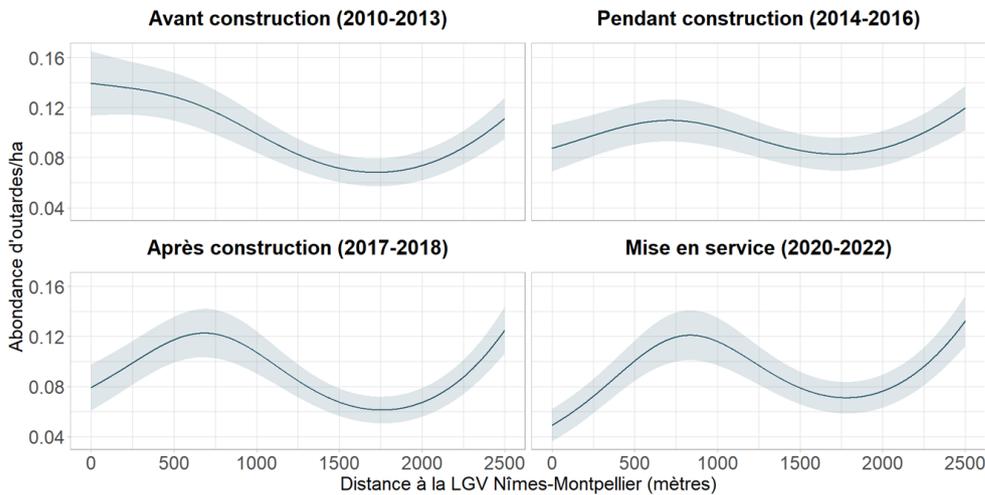


Gain d'individus  
(sur la surface totale de mesures)



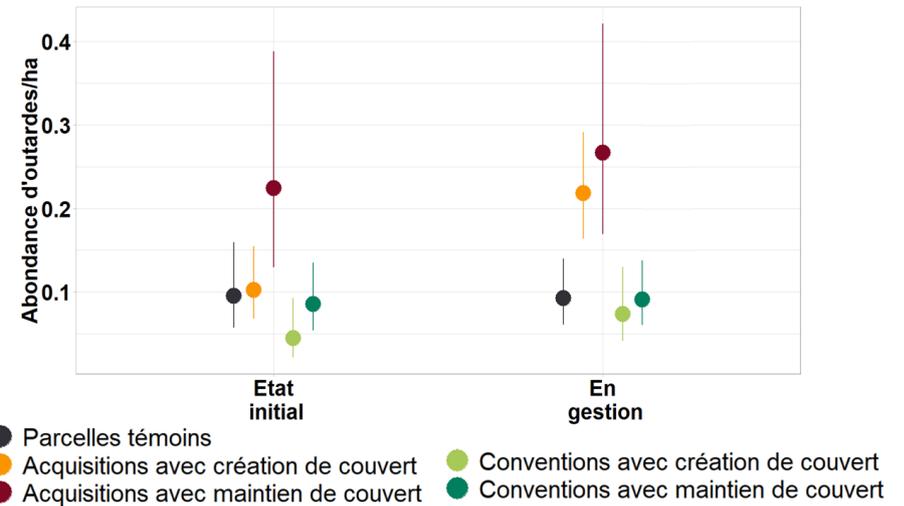
# Résultats - Efficacité de la compensation pour les outardes

## Impact de la LGV



Perte d'individus

## Effet des mesures de gestion



Gain d'individus  
(sur la surface totale de mesures)

Compensation estimée

30 - 50 %



## En résumé

### Pour les mâles

30-50 % des effectifs perdus qui ont pu être compensés

**= Perte de capacité de charge de la zone et de la ZPS (coeur du noyau de population)**

## En résumé

### Pour les mâles

30-50 % des effectifs perdus qui ont pu être compensés

= **Perte de capacité de charge de la zone et de la ZPS (coeur du noyau de population)**

### Et les femelles ?

*Protocole spécifique mis en place*

**Evitement jusqu'à 750m** : Plus les habitats favorables à la nidification sont loin de la LGV plus ils sont utilisés

**Perte de plus de la moitié des effectifs sur le 1er kilomètre de distance à la LGV**

## En résumé

### Pour les mâles

30-50 % des effectifs perdus qui ont pu être compensés

= **Perte de capacité de charge de la zone et de la ZPS (coeur du noyau de population)**

### Et les femelles ?

*Protocole spécifique mis en place*

**Evitement jusqu'à 750m** : Plus les habitats favorables à la nidification sont loin de la LGV plus ils sont utilisés

**Perte de plus de la moitié des effectifs sur le 1er kilomètre de distance à la LGV**

➔ **Perte potentielle de productivité en jeunes au coeur du noyau de population**

**Peut avoir des conséquences à l'échelle métapopulationnelle**

# Résultats Oedicnèmes criards

Impact de la LGV

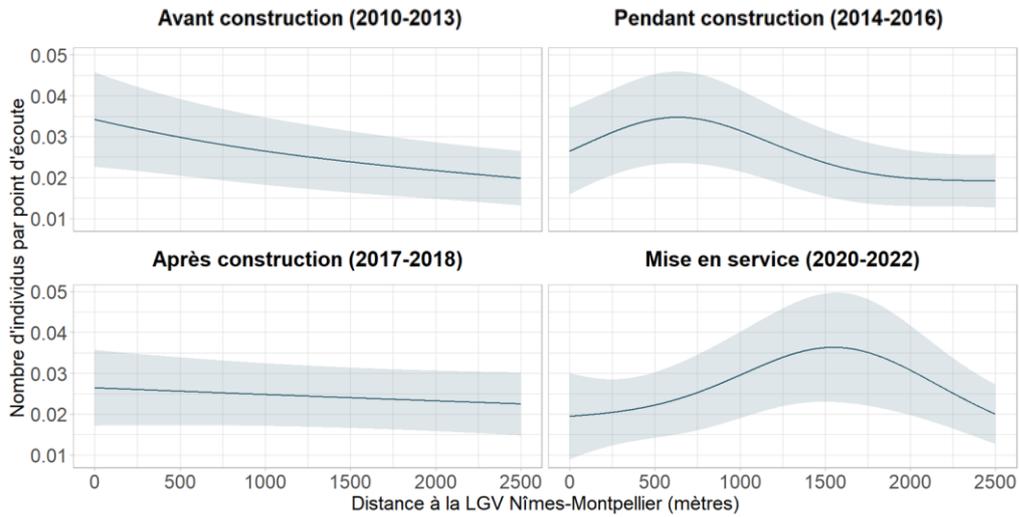


Effet des mesures de gestion



# Résultats

## Impact de la LGV



## Effet des mesures de gestion

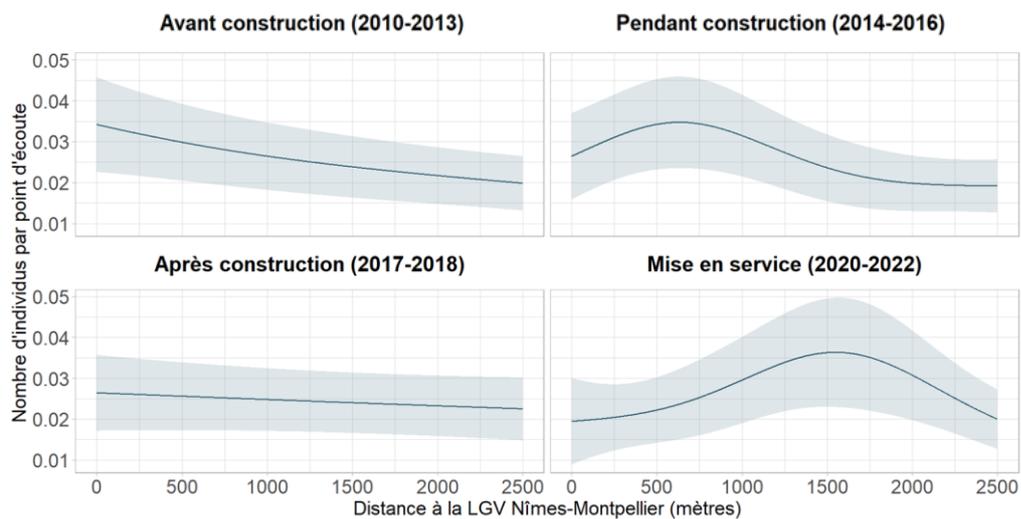


## ➤ Relocalisation des individus



# Résultats

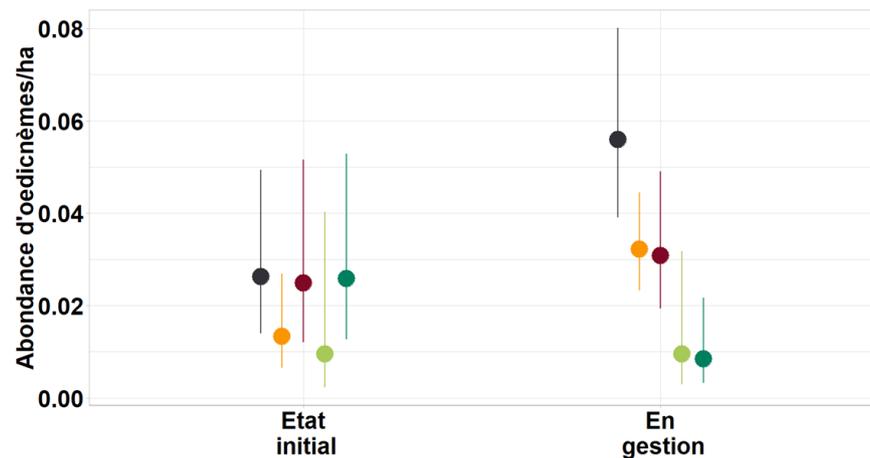
## Impact de la LGV



➤ Relocalisation des individus



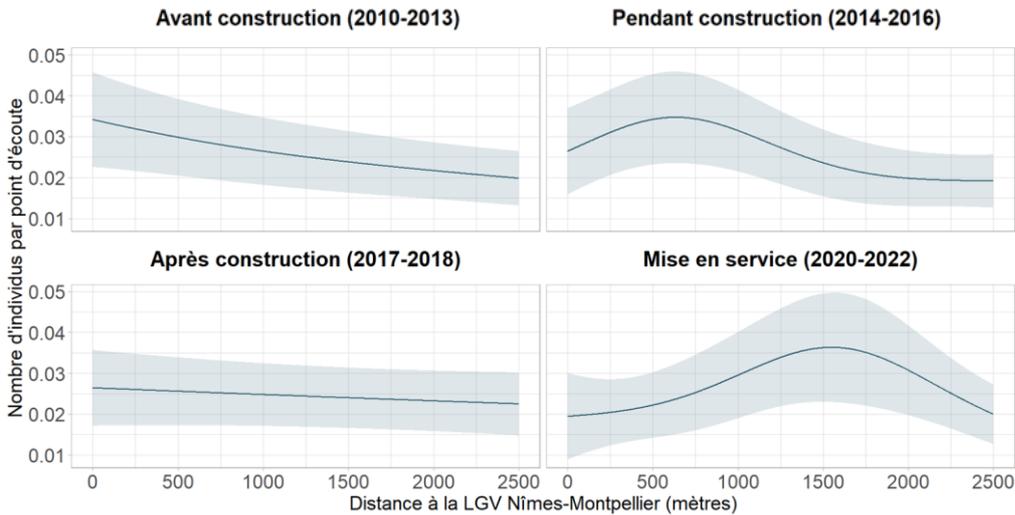
## Effet des mesures de gestion



➤ **Aucun gain d'individus**

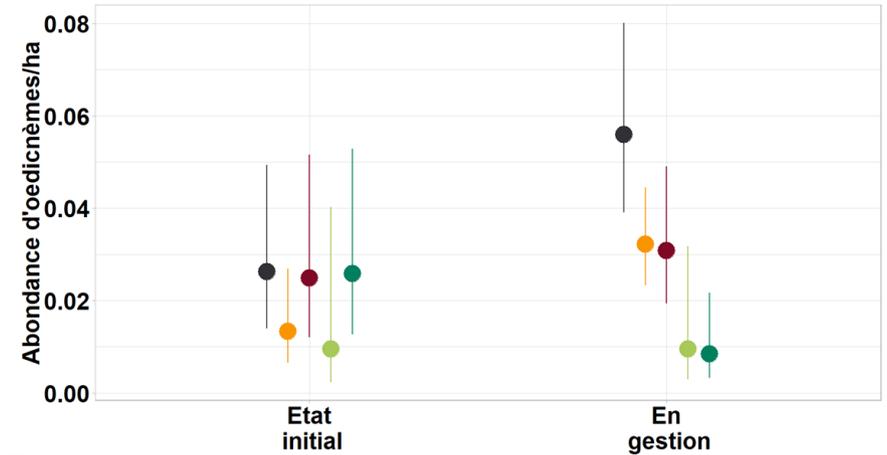
# Résultats

## Impact de la LGV



➤ Relocalisation des individus

## Effet des mesures de gestion



➤ Aucun gain d'individus

➤ Relocalisation des individus mais qui n'a pas lieu sur les mesures compensatoires

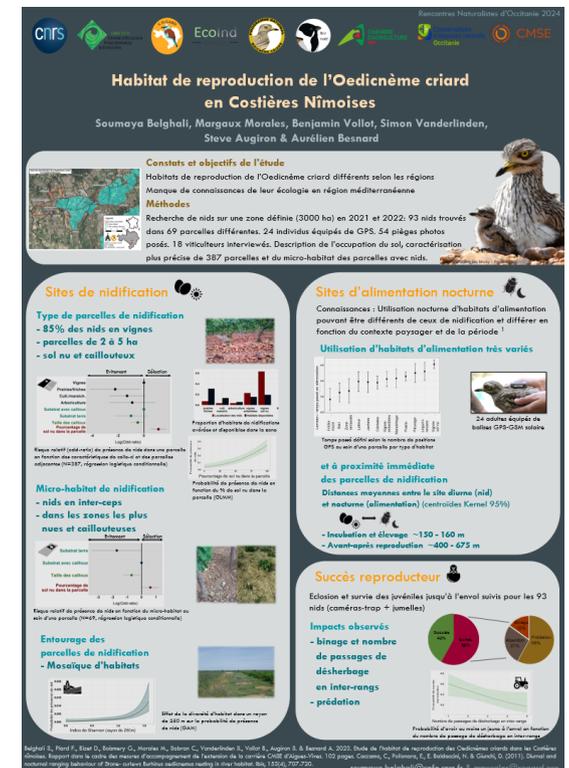


Cas de perte de capacité de charge de la ZPS

# Quelle gestion pour les œdicnèmes criards ?

- **En Costières Nîmoises la gestion compensatoire est non adaptée** en considérant l'Outarde canepetière en espèce parapluie en se basant sur l'écologie des Oedicnèmes criards connue dans d'autres régions
- **Or : Les Oedicnèmes criards utilisent des habitats différents** selon la région selon la fonction (nidification, alimentation)

## Etude sur l'habitat de reproduction des œdicnèmes criards en Costières Nîmoises



## Pour conclure



### **Outardes canepetières**

- La gestion permet d'obtenir un gain d'individus
- Mais le gain significatif provient uniquement des acquisitions en création de couvert dans ce cas
- Objectif de compensation non atteint (30-50%)
  - Perte de capacité de charge  
Perte potentielle de productivité en jeunes et donc potentiel impact jusqu'à l'échelle méta-populationnelle



### **œdicnèmes criards**

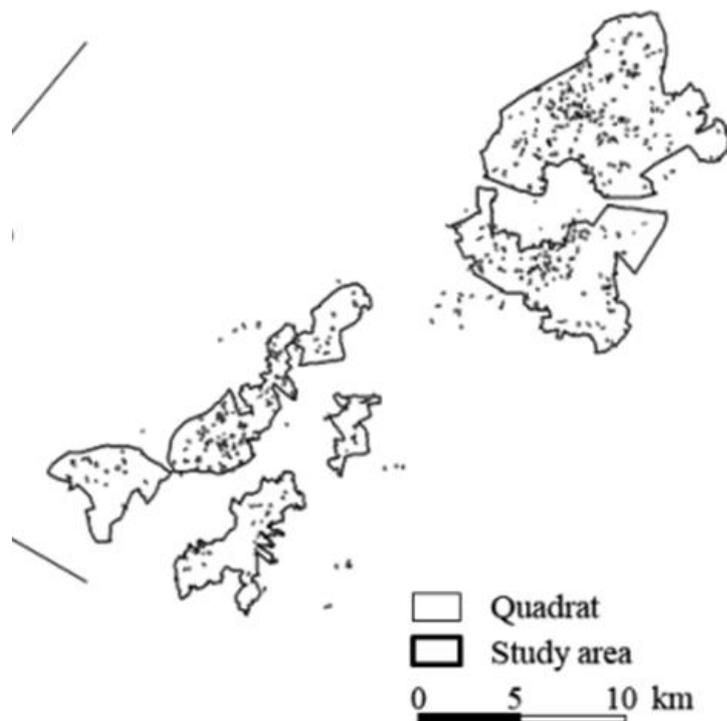
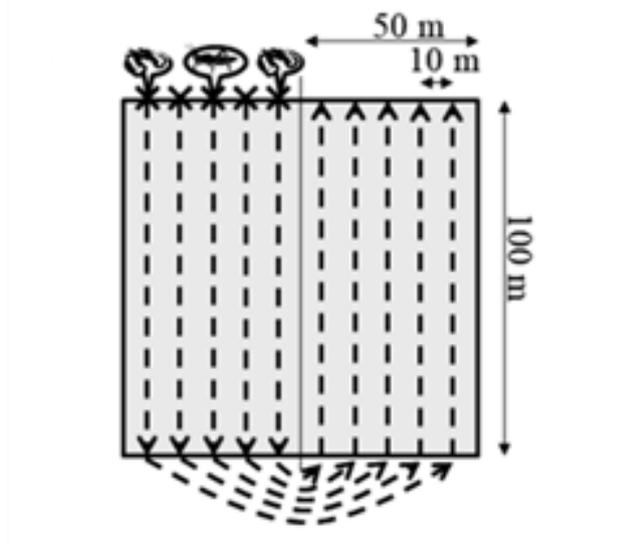
- Gestion « outardes » non favorable aux œdicnèmes
  - Perte de capacité de charge  
Nécessité de redéfinition des mesures

**Merci !**



# Annexes

# Protocole femelles outardes canepetières



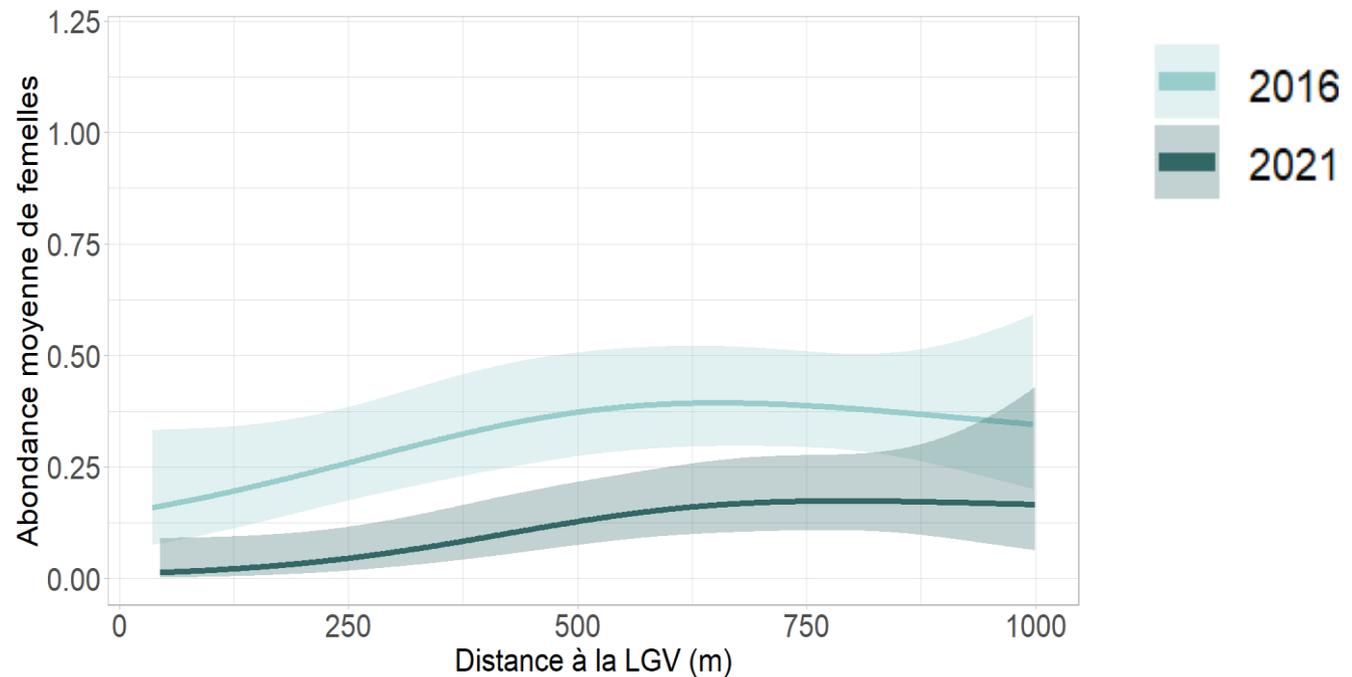
250 quadrats par an

en 2016 (LGV construite) et 2021 (circulation des trains)

dans des classes de distance à la LGV



## Résultats femelles outardes canepetières



- Evitement dès 2016 et accentué en 2021
- Perte d'occupation des habitats favorables
- 1<sup>er</sup> nid trouvé à 150m de la LGV
- Perte de plus de la moitié des effectifs de femelles cocotantes sur le 1<sup>er</sup> km (61 à 24 femelles)

