

ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET DE LA DISPERSION  
À LA SUITE D'UNE PERTURBATION CHEZ UNE POPULATION DE  
MOUETTES RIEUSES (*CHROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS*)  
À L'AIDE D'UN CADRE DE MODÉLISATION INTÉGRÉ

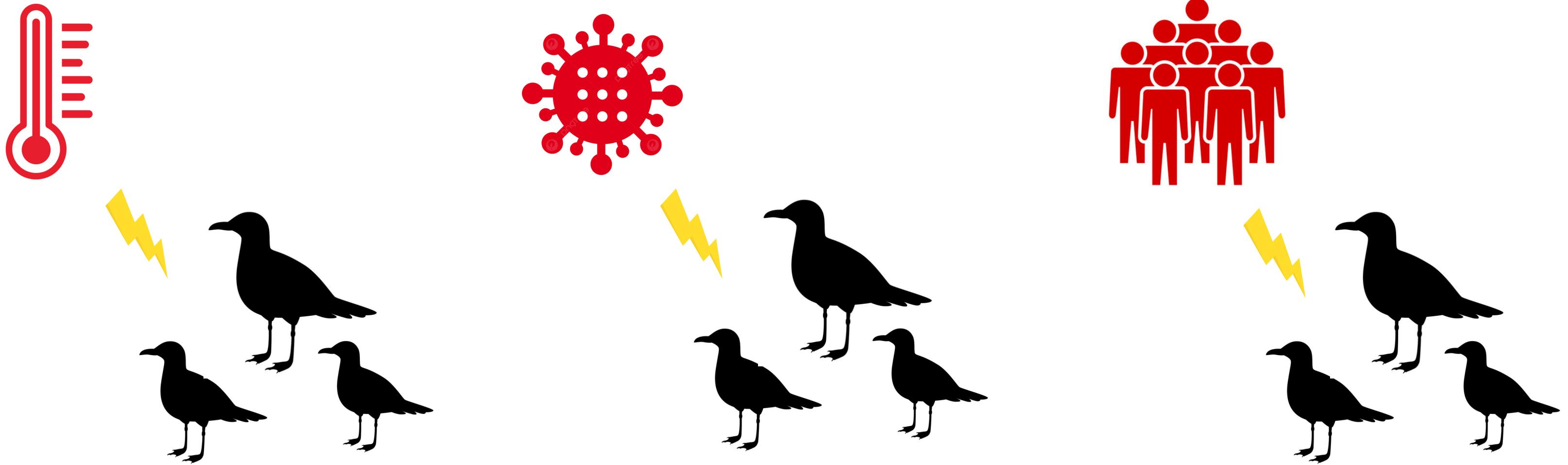
ODIN RUMIANOWSKI



SOUS LA SURVEILLANCE DE  
KILLIAN GREGORY ET AURÉLIEN BESNARD  
MASTER 2 DE MODÉLISATION EN ÉCOLOGIE  
2023-2024

# CONTEXTE

# SOURCES DE PERTURBATIONS

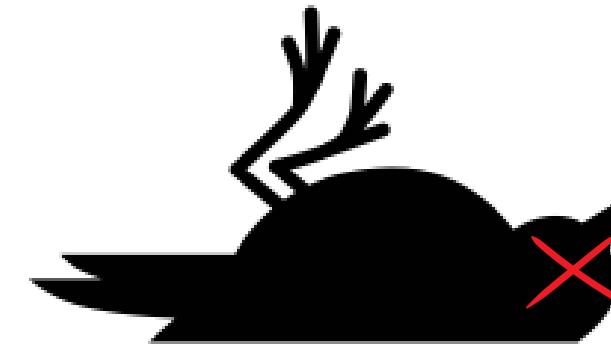


# CONTEXTE

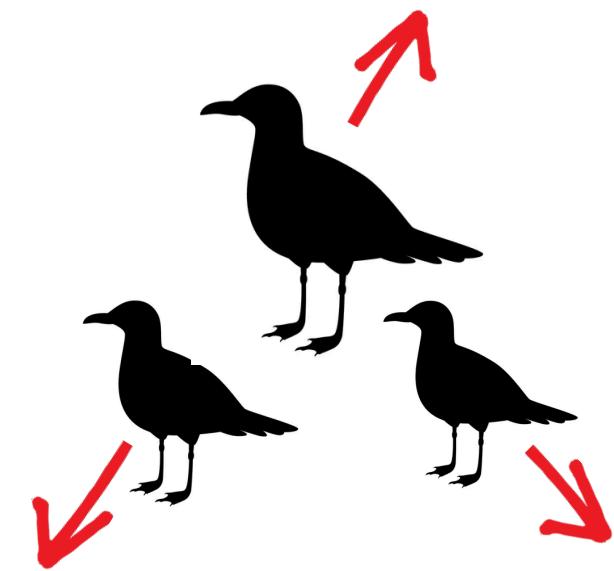
UNE RÉPONSE QUI IMPLIQUE PLUSIEURS ASPECTS DÉMOGRAPHIQUES



FÉCONDITÉ



SURVIE



DISPERSION

# CONTEXTE



SITE A

# ÉTAPES DE LA DISPERSION

(BOWLER & BENTON 2005)

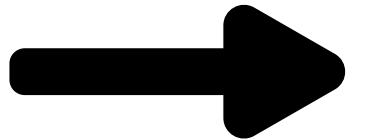
# CONTEXTE

# ÉTAPES DE LA DISPERSION

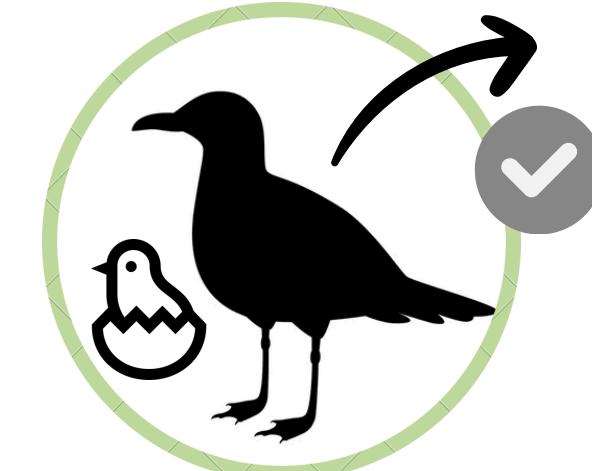


SITE A

1 - CHOIX DE LA FIDÉLITÉ  
AU SITE



SITE A



SITE ?

(BOWLER & BENTON 2005)

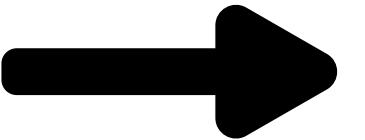
# CONTEXTE

# ÉTAPES DE LA DISPERSION

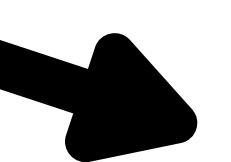


SITE A

1 - CHOIX DE LA FIDÉLITÉ  
AU SITE

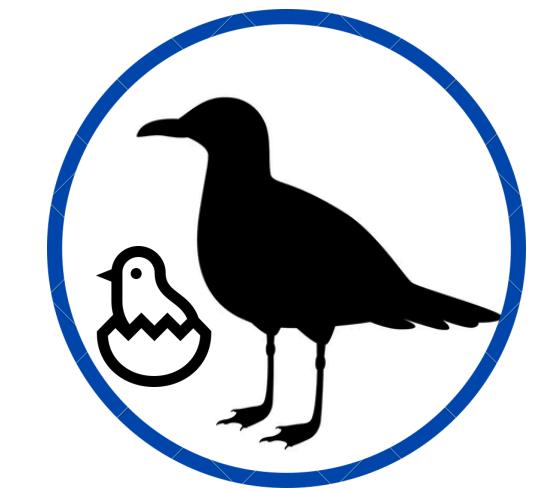
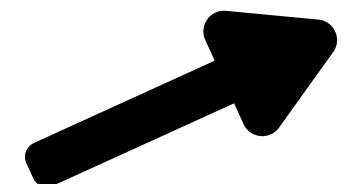


SITE A

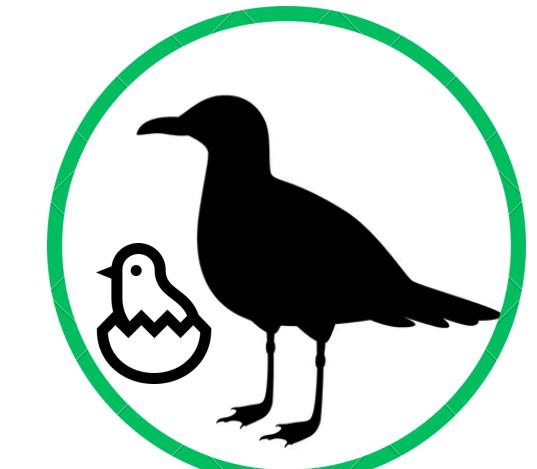


SITE ?

2 - CHOIX DU  
NOUVEAU SITE



SITE B

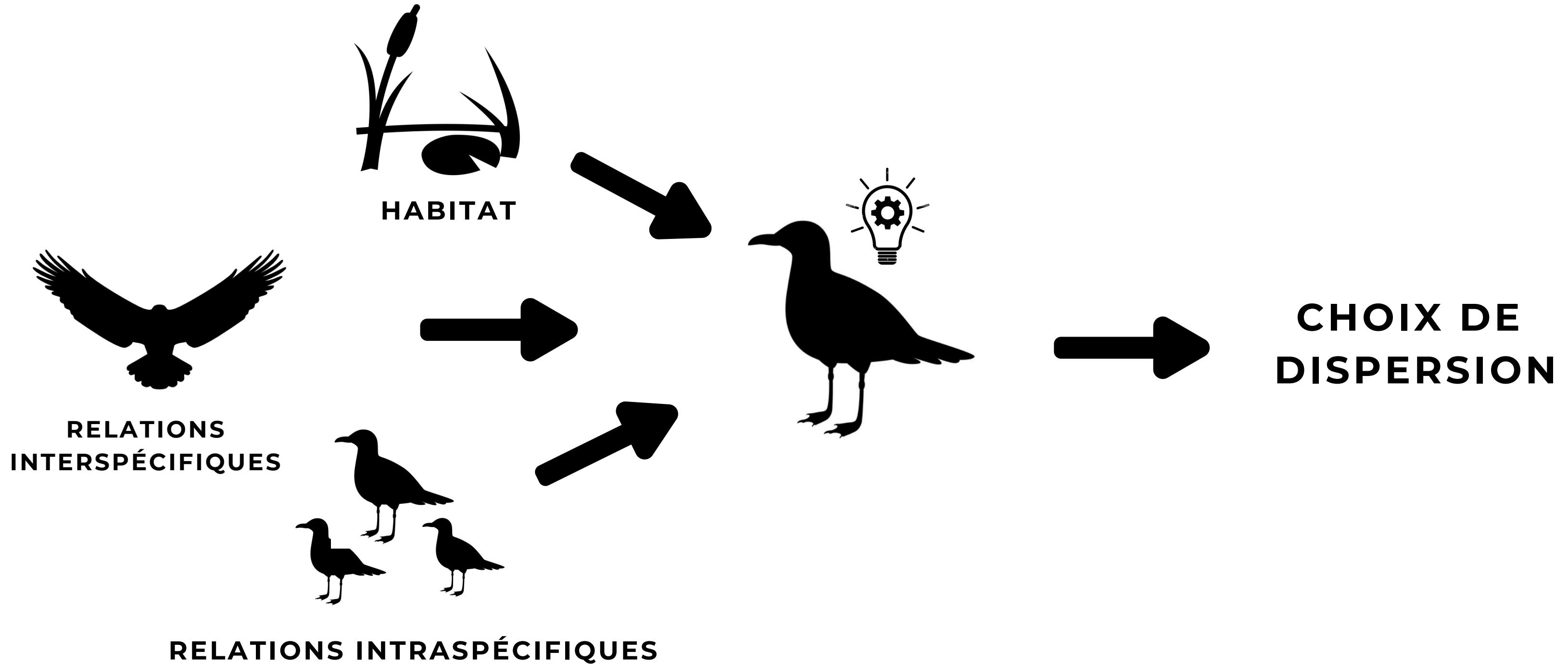


SITE C

(BOWLER & BENTON 2005)

# CONTEXTE

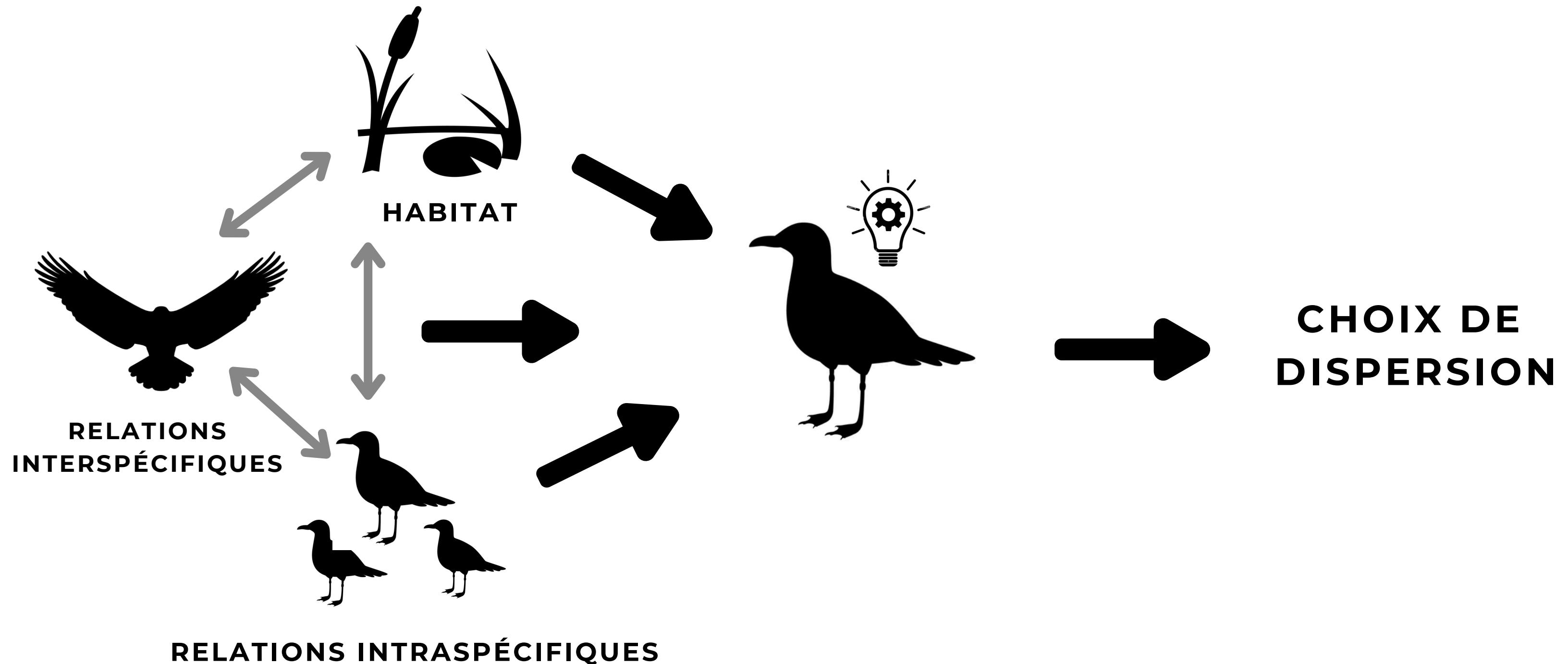
## FACTEURS PROXIMAUX DE LA DISPERSION



(CLOBERT ET AL. 2012)

# CONTEXTE

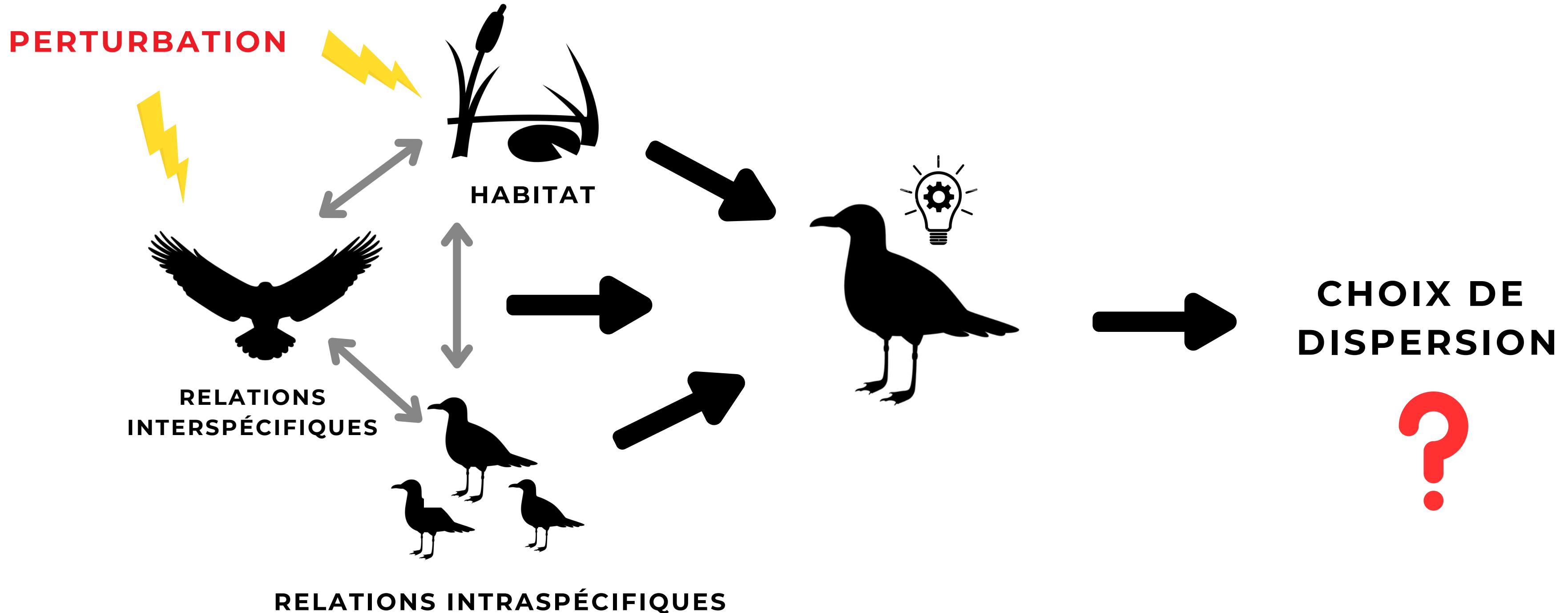
## FACTEURS PROXIMAUX DE LA DISPERSION



(CLOBERT ET AL. 2012)

# CONTEXTE

## FACTEURS PROXIMAUX DE LA DISPERSION



(CLOBERT ET AL. 2012)

ENJEUX

# CONTEXTE

# MODÈLE D'ÉTUDE



**MOUETTE RIEUSE (*CHROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS*)**

(DANCHIN ET AL. 1997)

# CONTEXTE



**MOUETTE RIEUSE (*CHROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS*)**

(DANCHIN ET AL. 1997)

# MODÈLE D'ÉTUDE



**ESPÈCE COLONIALE**

# CONTEXTE



**MOUETTE RIEUSE (*CHROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS*)**

(DANCHIN ET AL. 1997)

# MODÈLE D'ÉTUDE



**ESPÈCE COLONIALE**

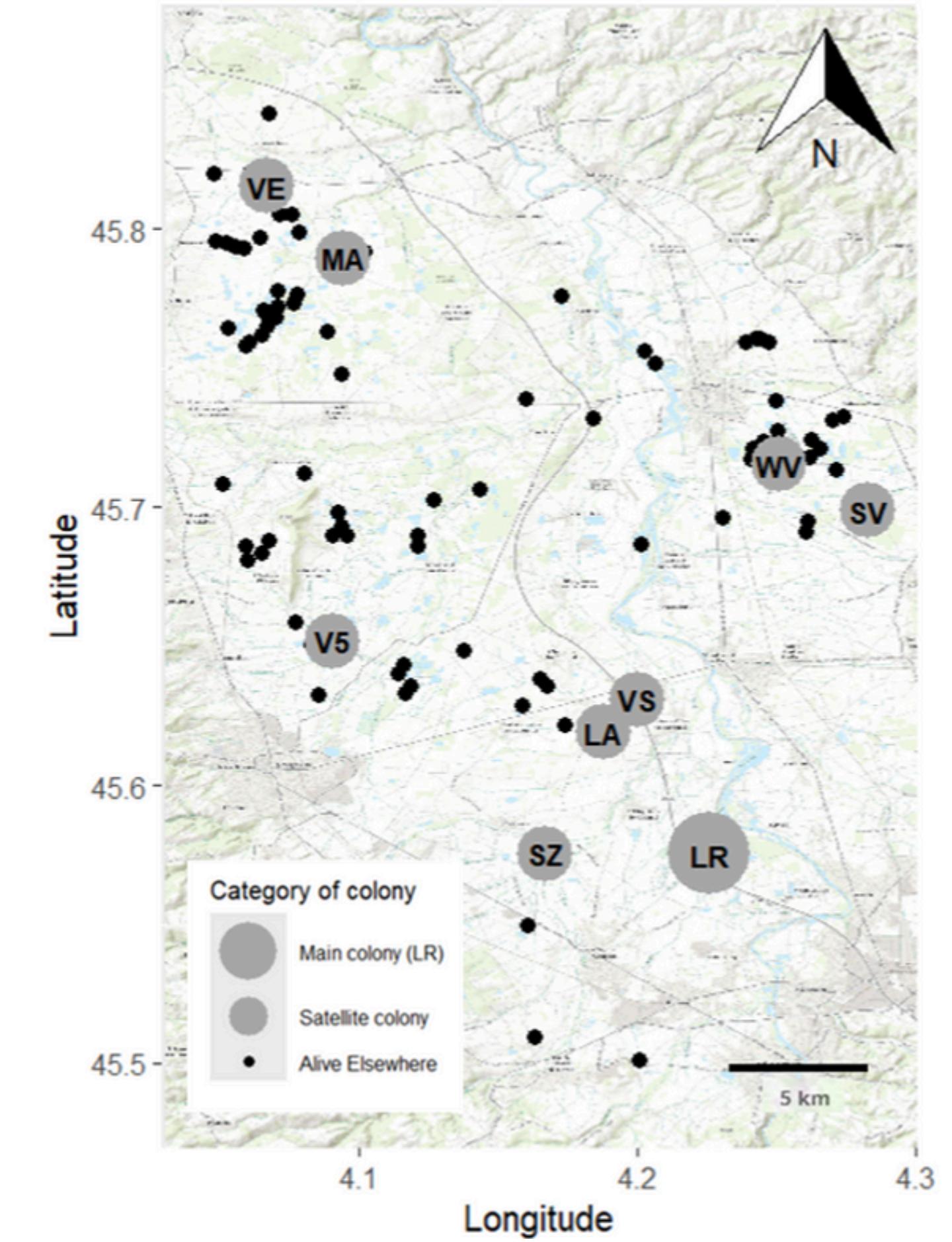


**ESPÈCE LONGÉVIVE**

# CONTEXTE



**DES COLONIES INSTALLÉES SUR DES ÉTANGS  
GÉRÉS PAR L'HOMME**



**RÉPARTITION SPATIALE DES COLONIES**



## QUESTION 1

QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?

## QUESTION 2

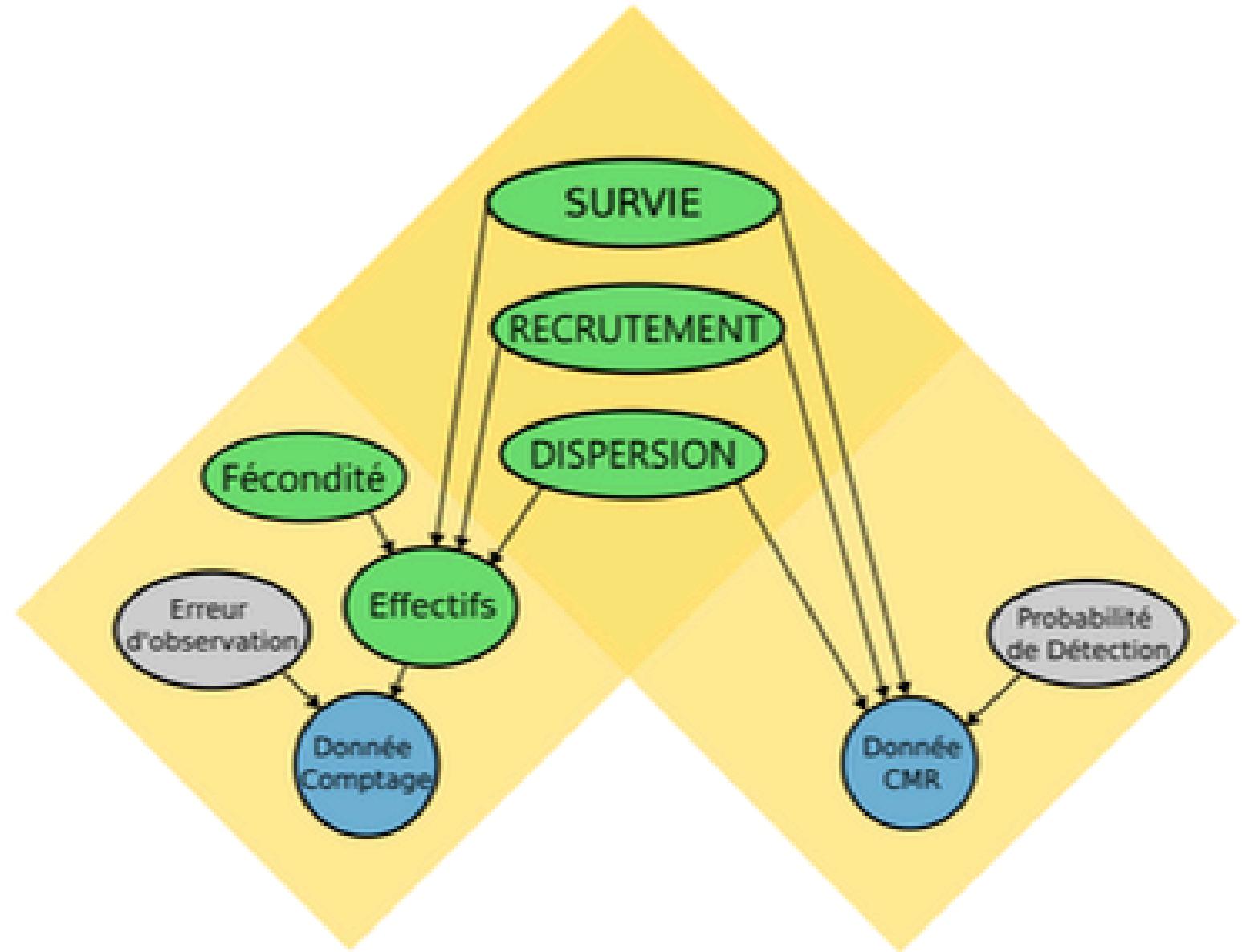
EST-CE QUE LA STRUCTURE ET LA DYNAMIQUE DE LA POPULATION ONT CHANGÉ?

## QUESTION 3

COMMENT LES FACTEURS DE LA DISPERSION ONT ÉTÉ AFFECTÉS PAR LA PERTURBATION ?

# MÉTHODES

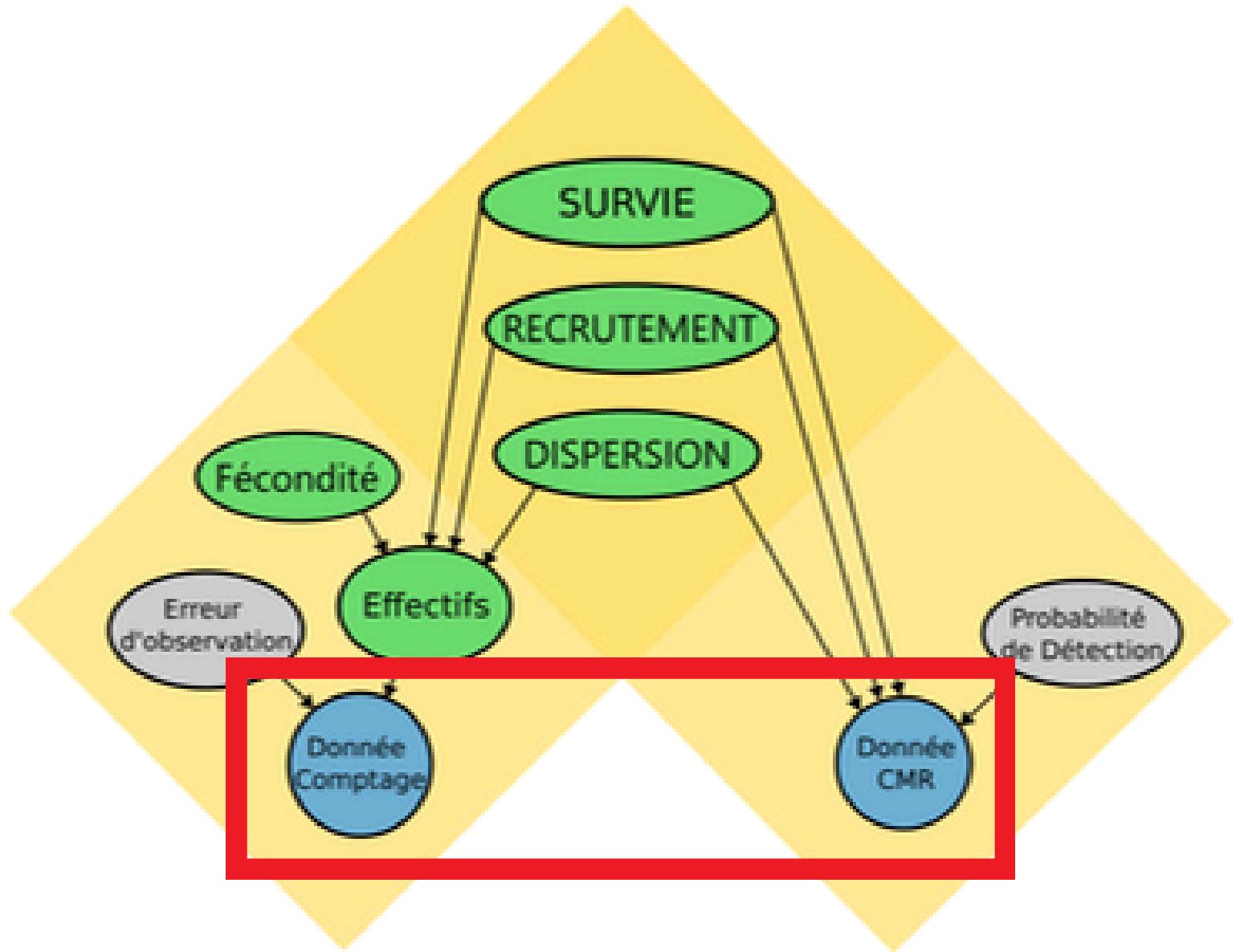
# MÉTHODES



MODÈLE DE  
POPULATION  
INTÉGRÉ

# MÉTHODES

## LES DONNÉES

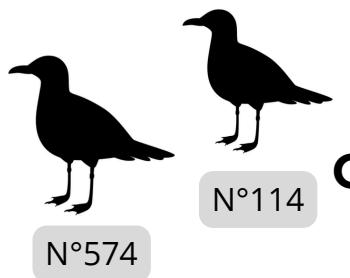


MODÈLE DE  
POPULATION  
INTÉGRÉ

# MÉTHODES



**33 285 INDIVIDUS BAGUÉS  
6 030 CONTRÔLES VISUELS  
ENTRE 1986 ET 2019**



**DONNÉES DE  
CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE**

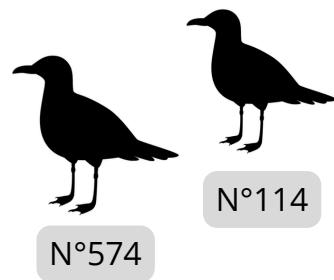
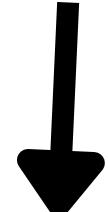
N°114

N°574

# MÉTHODES



33 285 INDIVIDUS BAGUÉS  
6 030 CONTRÔLES VISUELS  
ENTRE 1986 ET 2019



DONNÉES DE  
CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

N°574

N°114

# LES DONNÉES



COMPTAGE DE  
TOUTES LES COLONIES  
DE 1986 À 2019



DONNÉES DE  
COMPTAGES

# MÉTHODES

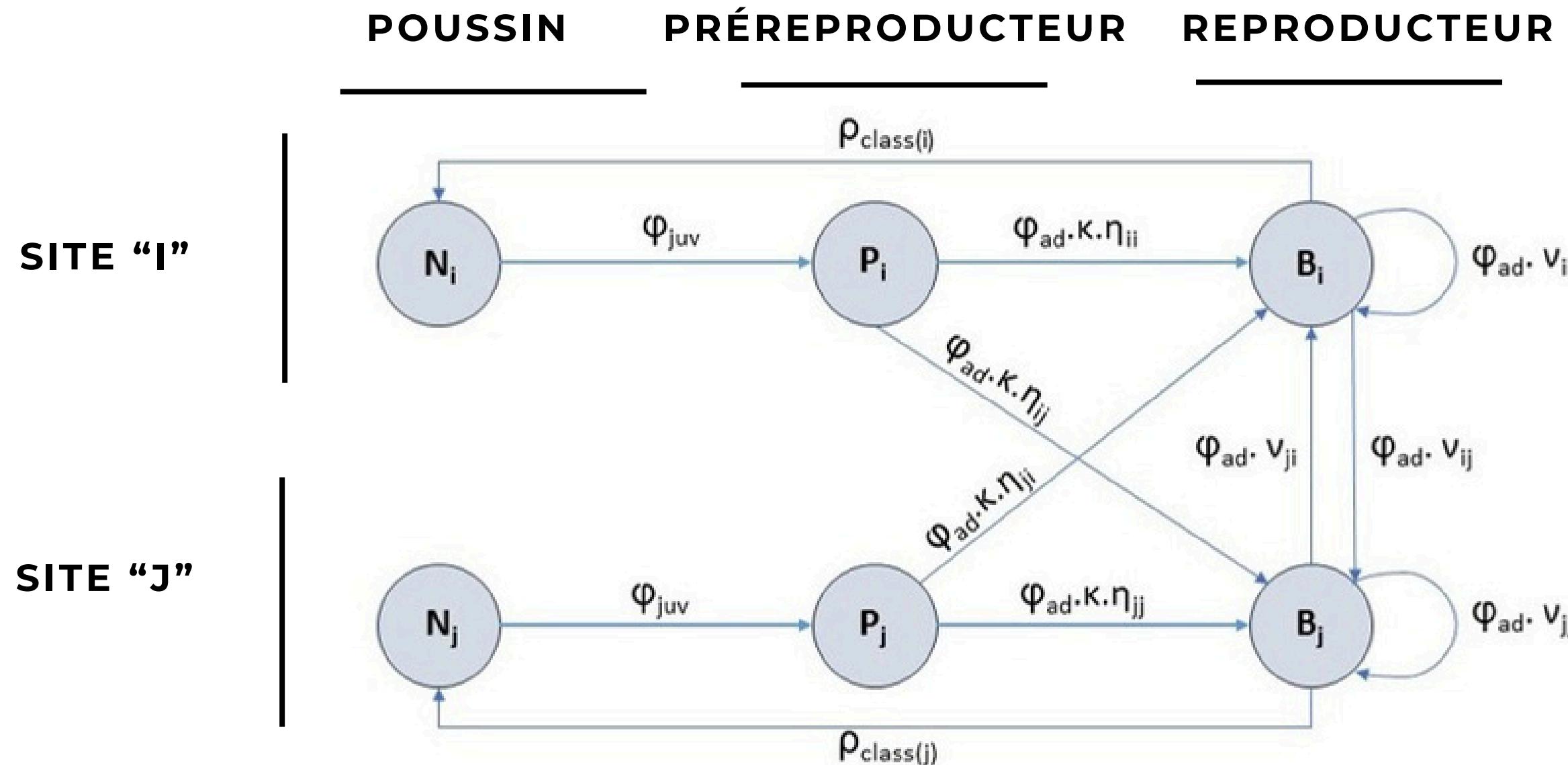
## LE MODÈLE DE POPULATION



MODÈLE DE  
POPULATION  
INTÉGRÉ

# MÉTHODES

## LE MODÈLE DE POPULATION



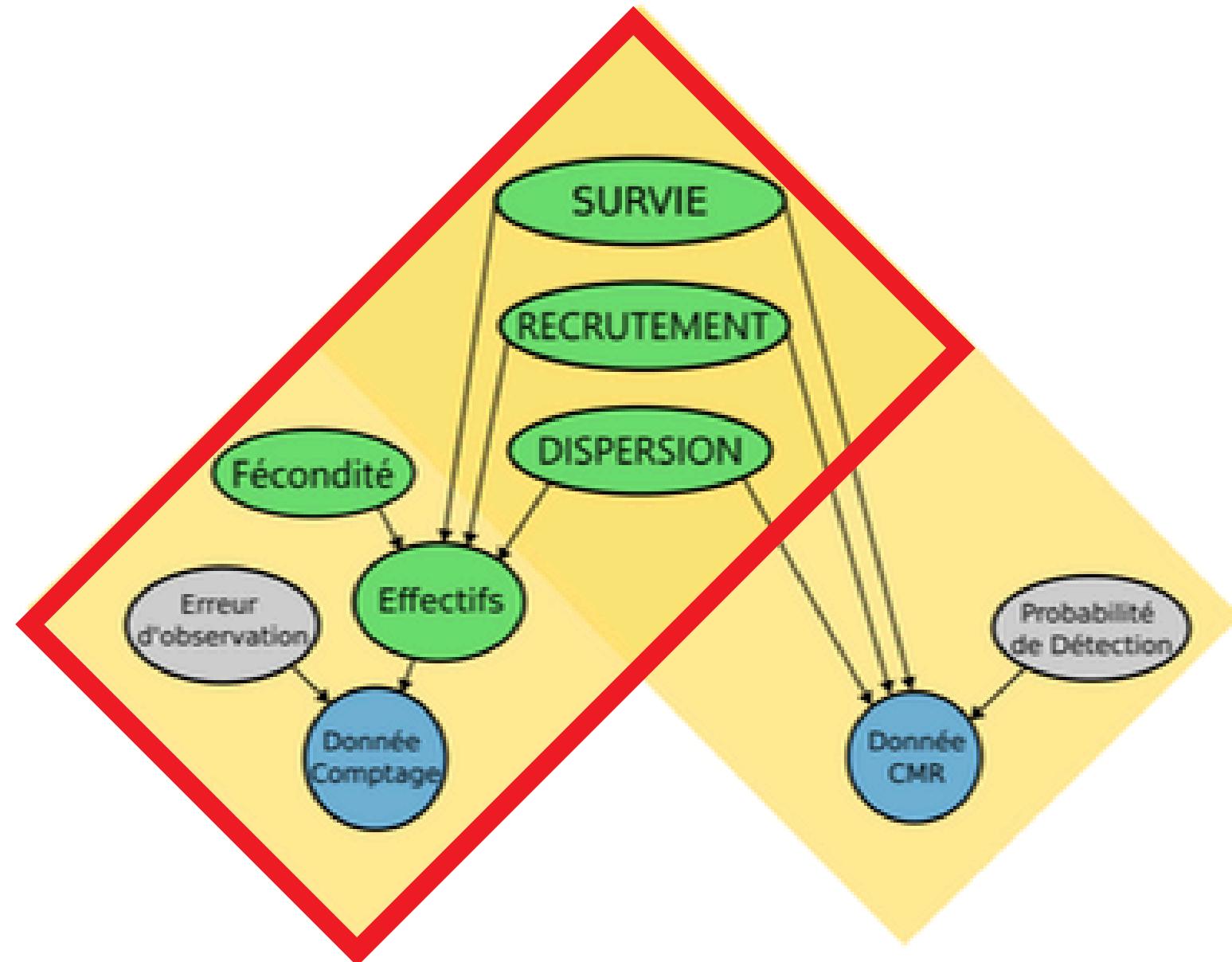
AVEC :

- $\Phi$  - LA SURVIE
- $P$  - LA FÉCONDITÉ
- $K$  - LE RECRUTEMENT
- $H$  - LA DISPERSION NATALE
- $V$  - LA DISPERSION DE REPRODUCTION

(PÉRON ET AL. 2010)

# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES COMPTAGES



MODÈLE DE  
POPULATION  
INTÉGRÉ

# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES COMPTAGES



$$\text{EFFECTIF}_{t+1} =$$

**COMBINAISON LINÉAIRE (EFFECTIF<sub>t</sub>, PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES)**

# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES COMPTAGES



EFFECTIF<sub>t+1</sub>

=

COMBINAISON LINÉAIRE (EFFECTIF<sub>t</sub>, PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES)

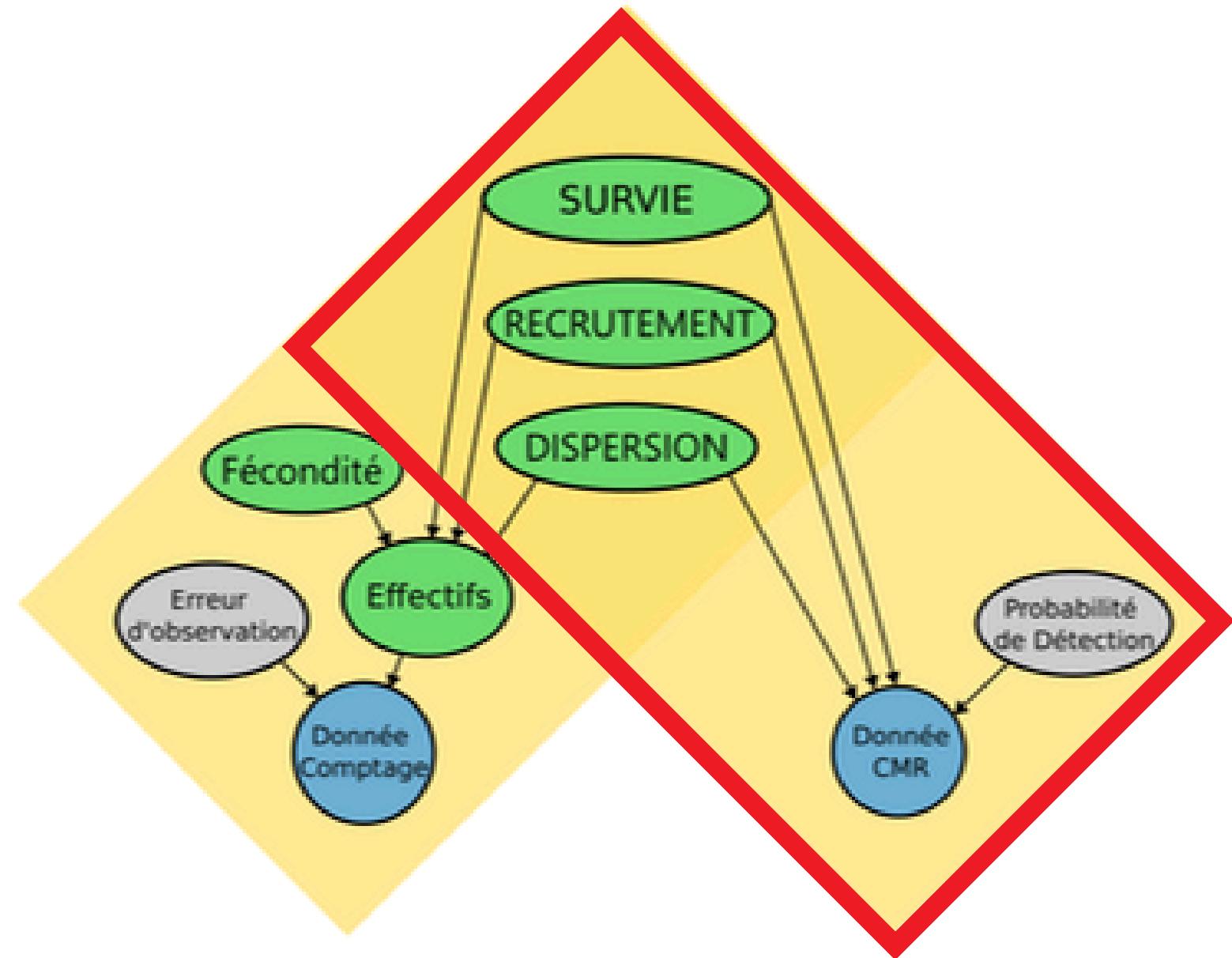
+

ERREUR D'OBSERVATION  $\sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\text{obs}})$



# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES DONNÉES DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

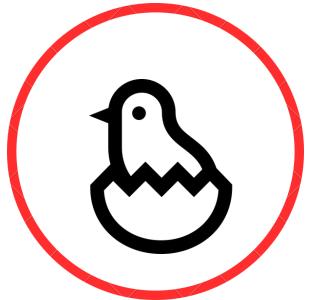


MODÈLE DE  
POPULATION  
INTÉGRÉ

# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES DONNÉES DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

UNE HISTOIRE DE CAPTURE :



**POUSSIN  
NÉ SUR LE SITE A**

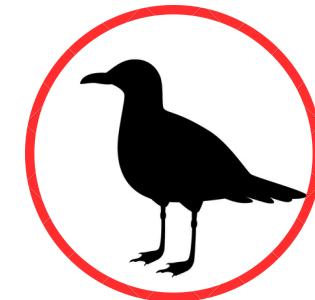
# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES DONNÉES DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

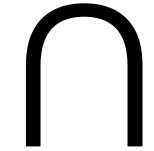
UNE HISTOIRE DE CAPTURE :



POUSSIN  
NÉ SUR LE SITE A



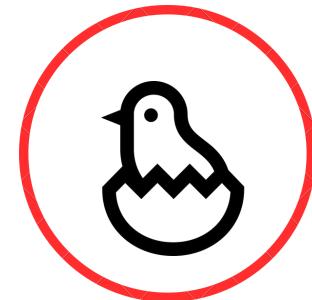
PRÉPRODUCTEUR  
NÉ SUR LE SITE A



# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES DONNÉES DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

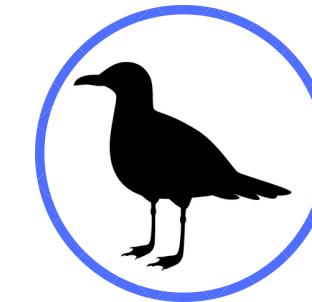
UNE HISTOIRE DE CAPTURE :



POUSSIN  
NÉ SUR LE SITE A



PRÉPRODUCTEUR  
NÉ SUR LE SITE A

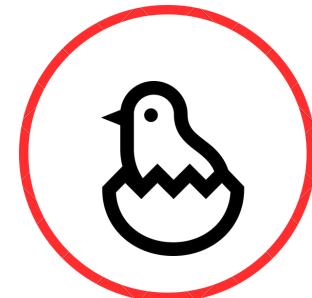


REPRODUCTEUR  
NICHANT SUR LE SITE B

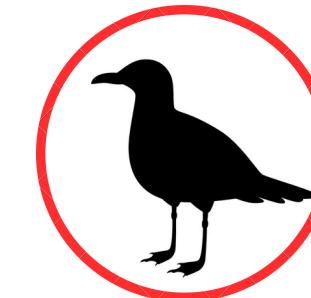
# MÉTHODES

## MODÉLISATION DES DONNÉES DE CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

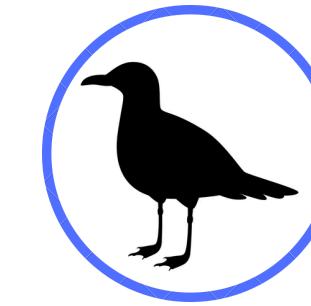
UNE HISTOIRE DE CAPTURE :



POUSSIN  
NÉ SUR LE SITE A



PRÉPRODUCTEUR  
NÉ SUR LE SITE A



REPRODUCTEUR  
NICHANT SUR LE SITE B

PROBABILITÉ DE  
TRANSITION  
ENTRE LES ÉTATS :



P(SURVIE JUVÉNILE)

$\Phi_{JUV}$



P(SURVIE ADULTE & RECRUTEMENT & DISPERSION A-B )

$\Phi_{ADULTE} \cdot K \cdot H_{A-B}$

AVEC :

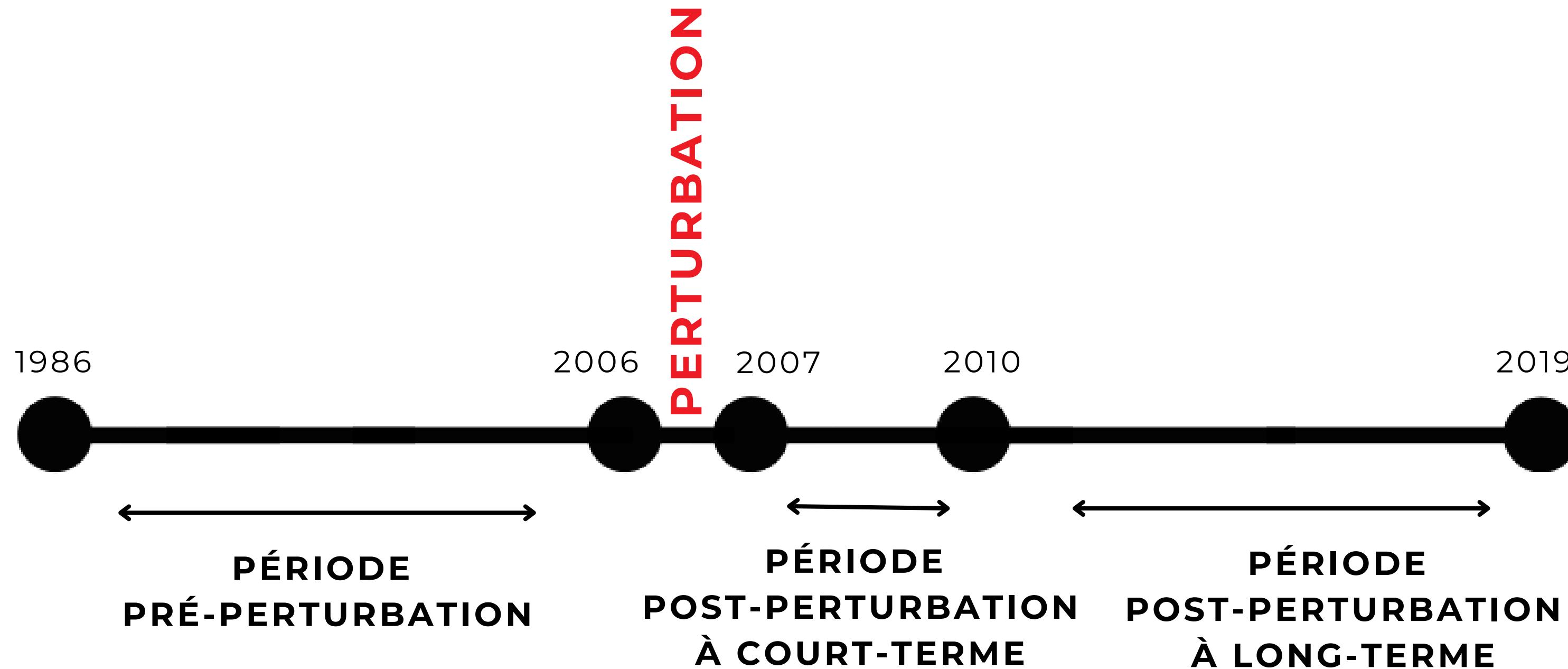
$\Phi$  - LA SURVIE

K - LE RECRUTEMENT

H - LA DISPERSION NATALE

# MÉTHODES

## DÉCOUPAGE EN PÉRIODES

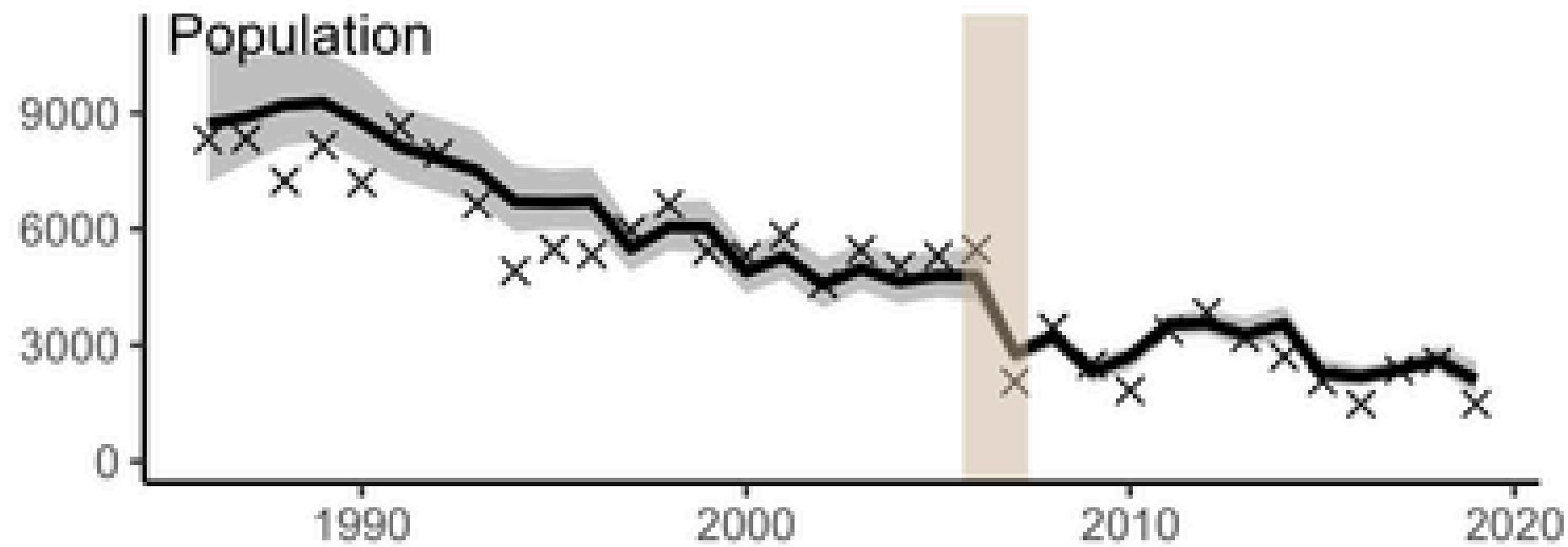


# RÉSULTATS

# RÉSULTATS

## QUESTION 1

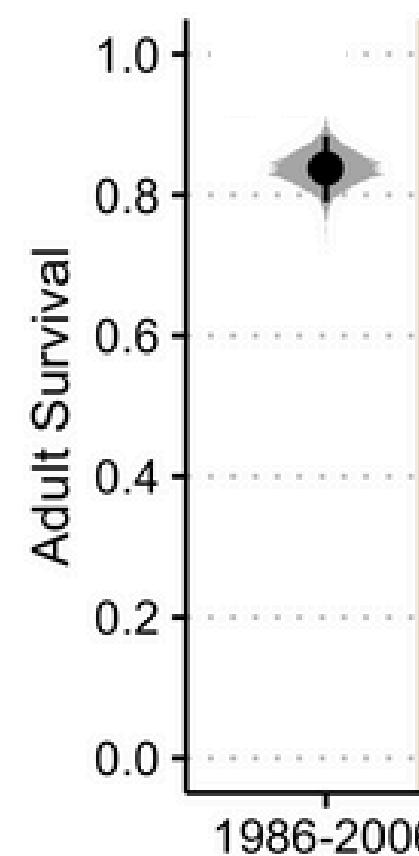
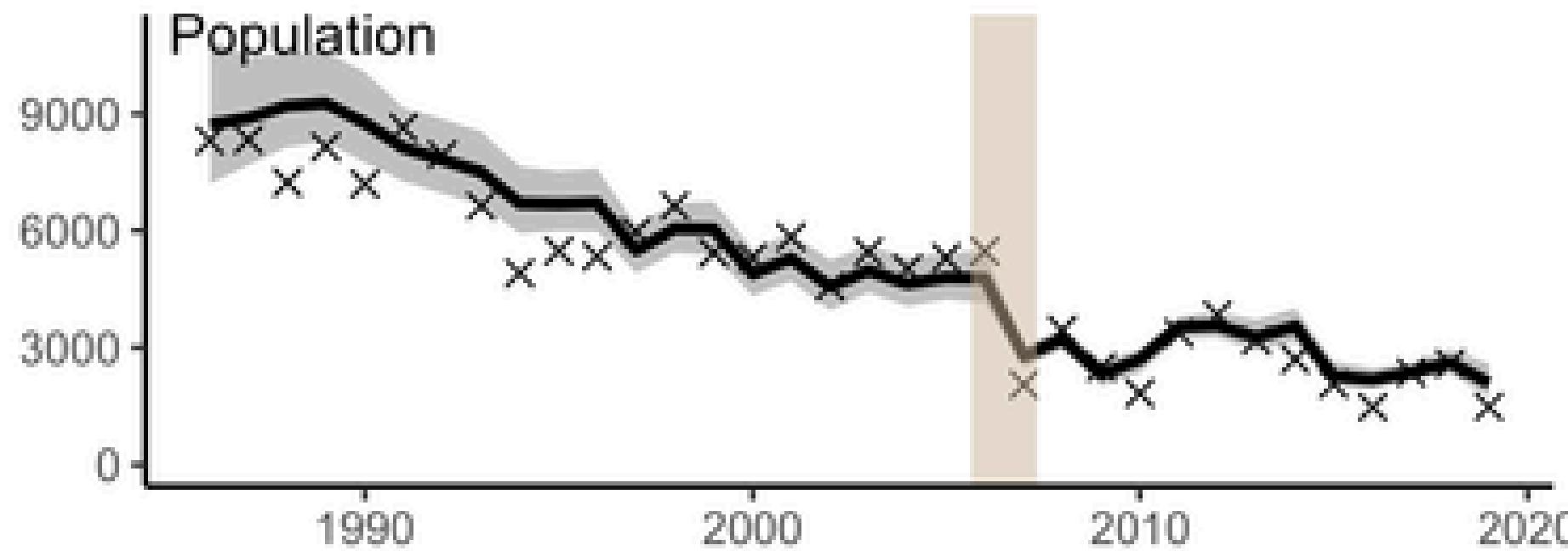
QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?



# RÉSULTATS

## QUESTION 1

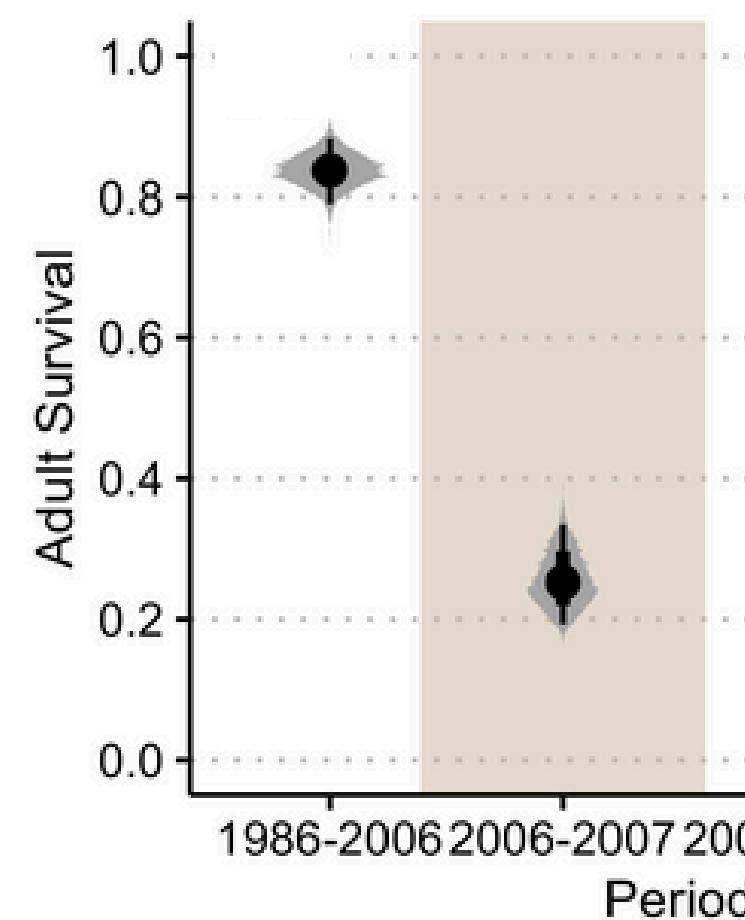
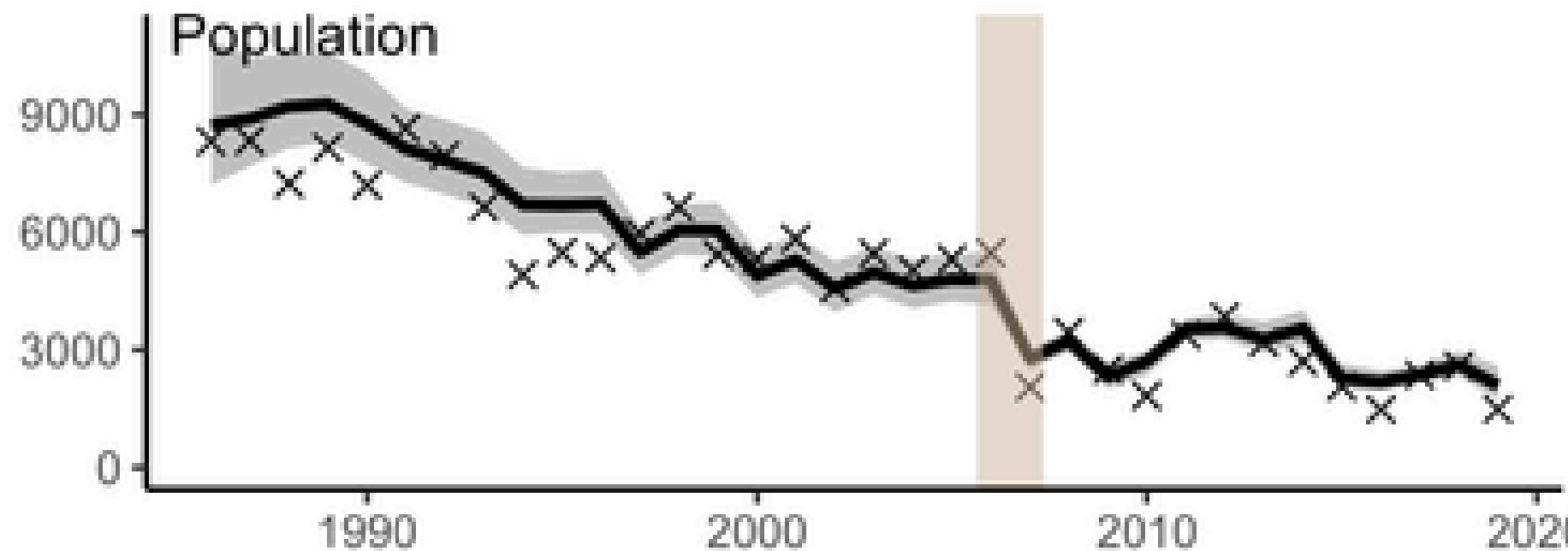
QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?



# RÉSULTATS

## QUESTION 1

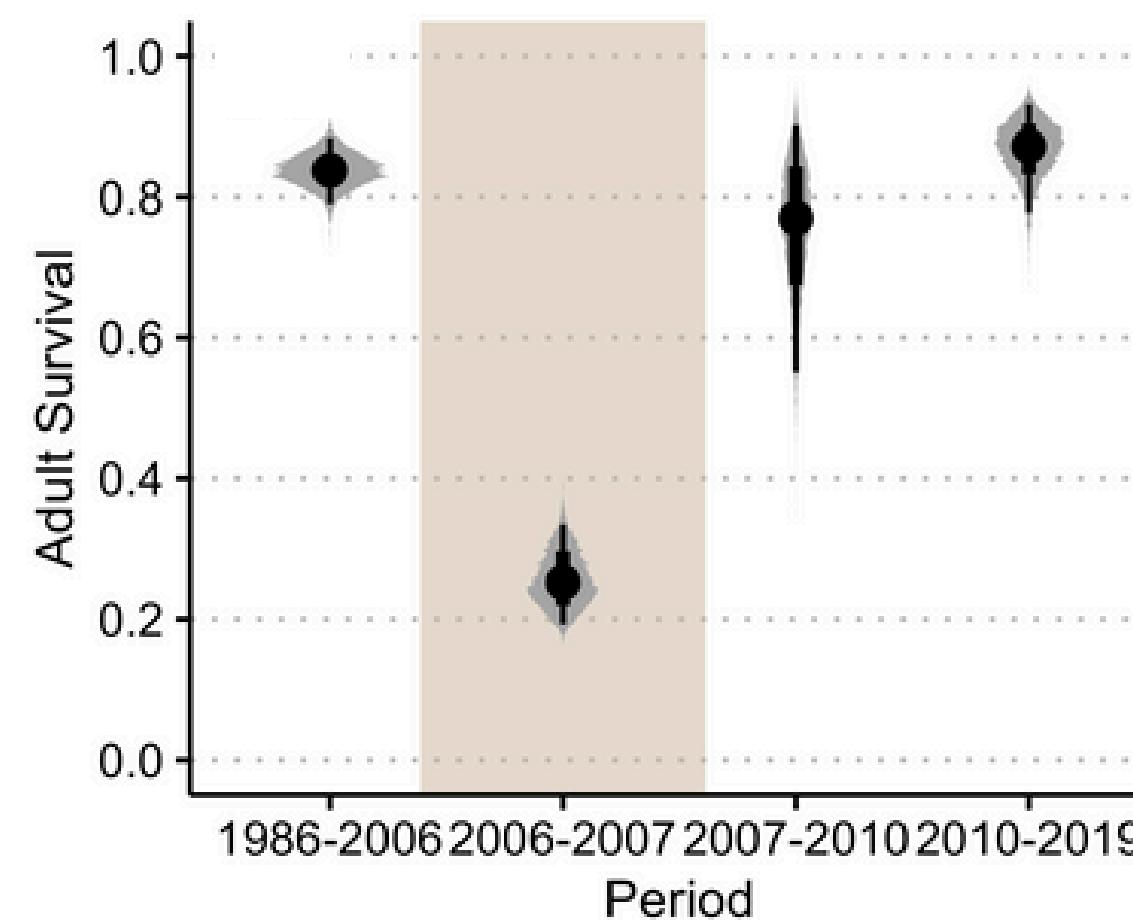
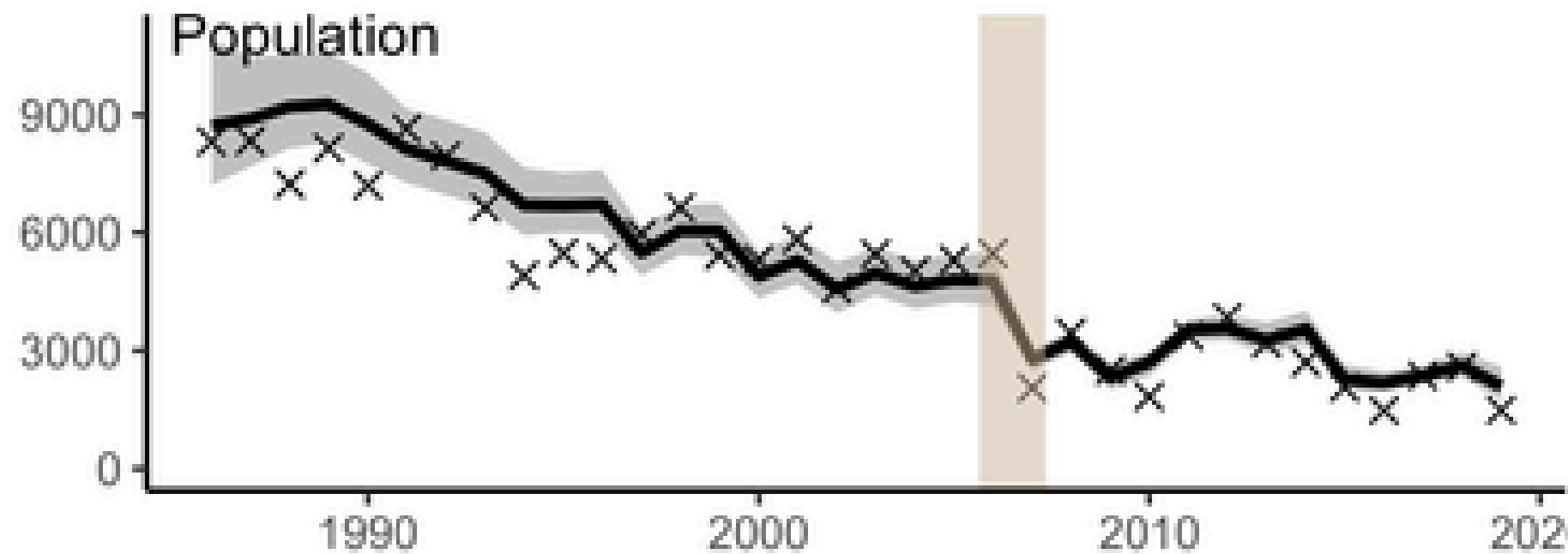
QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?



# RÉSULTATS

## QUESTION 1

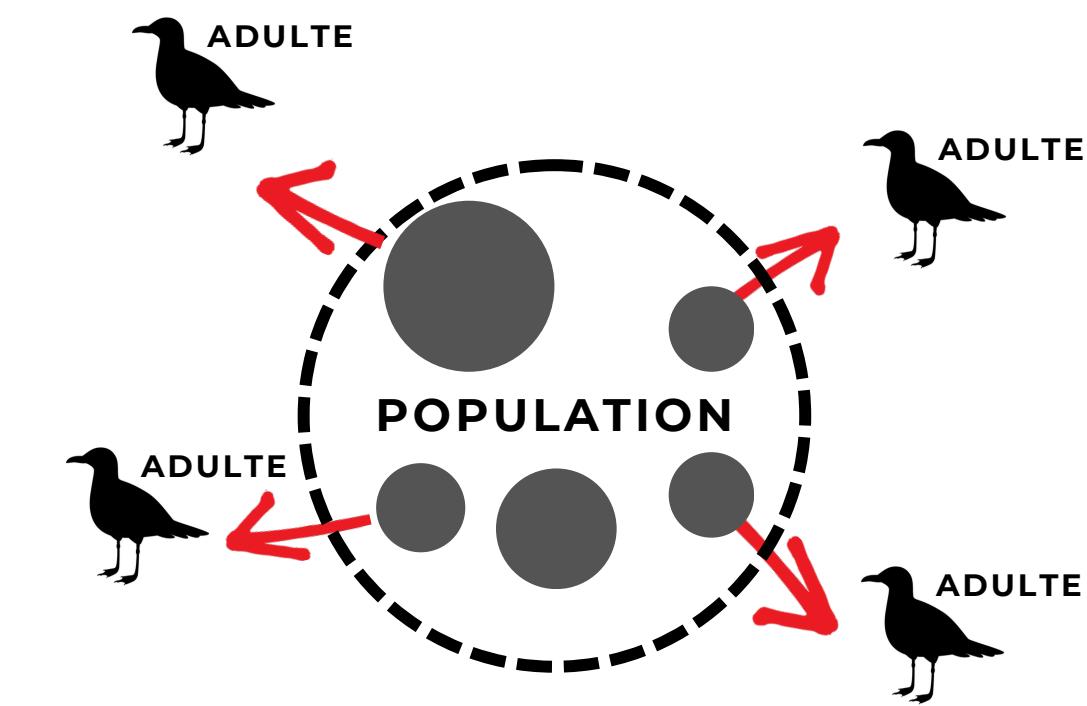
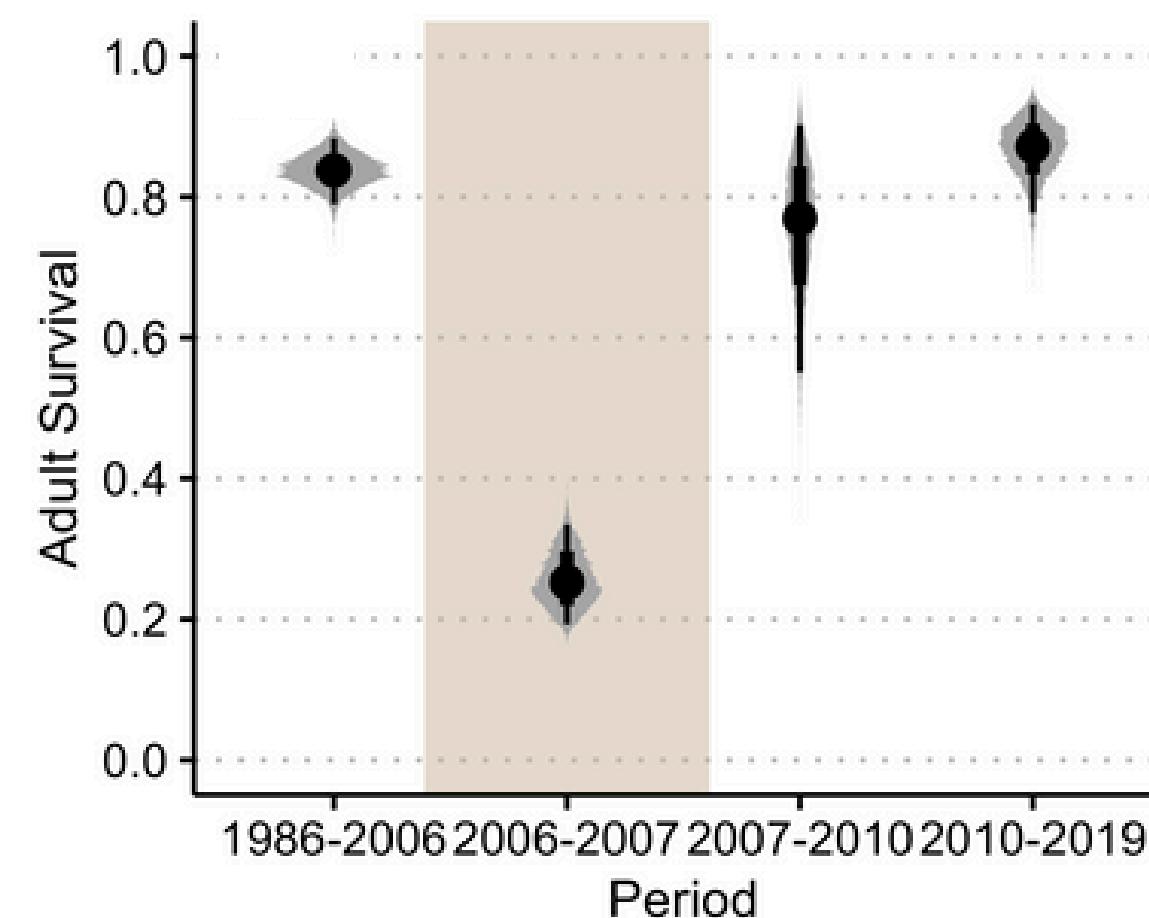
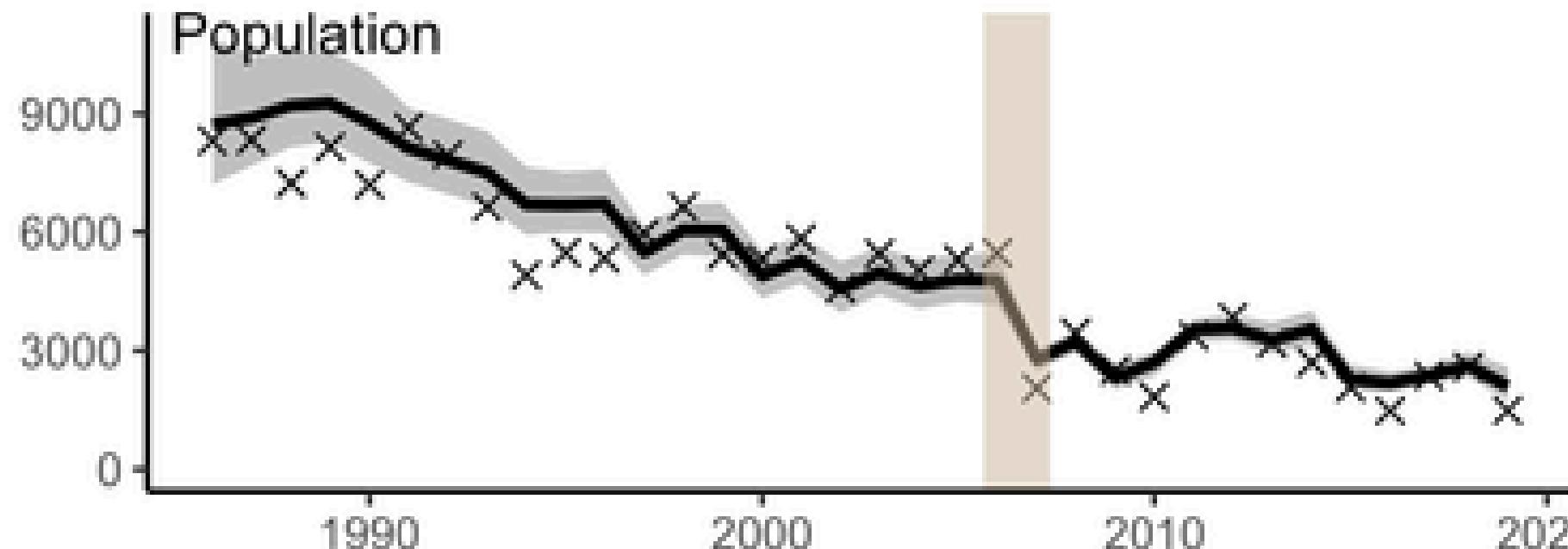
QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?



# RÉSULTATS

## QUESTION 1

QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?

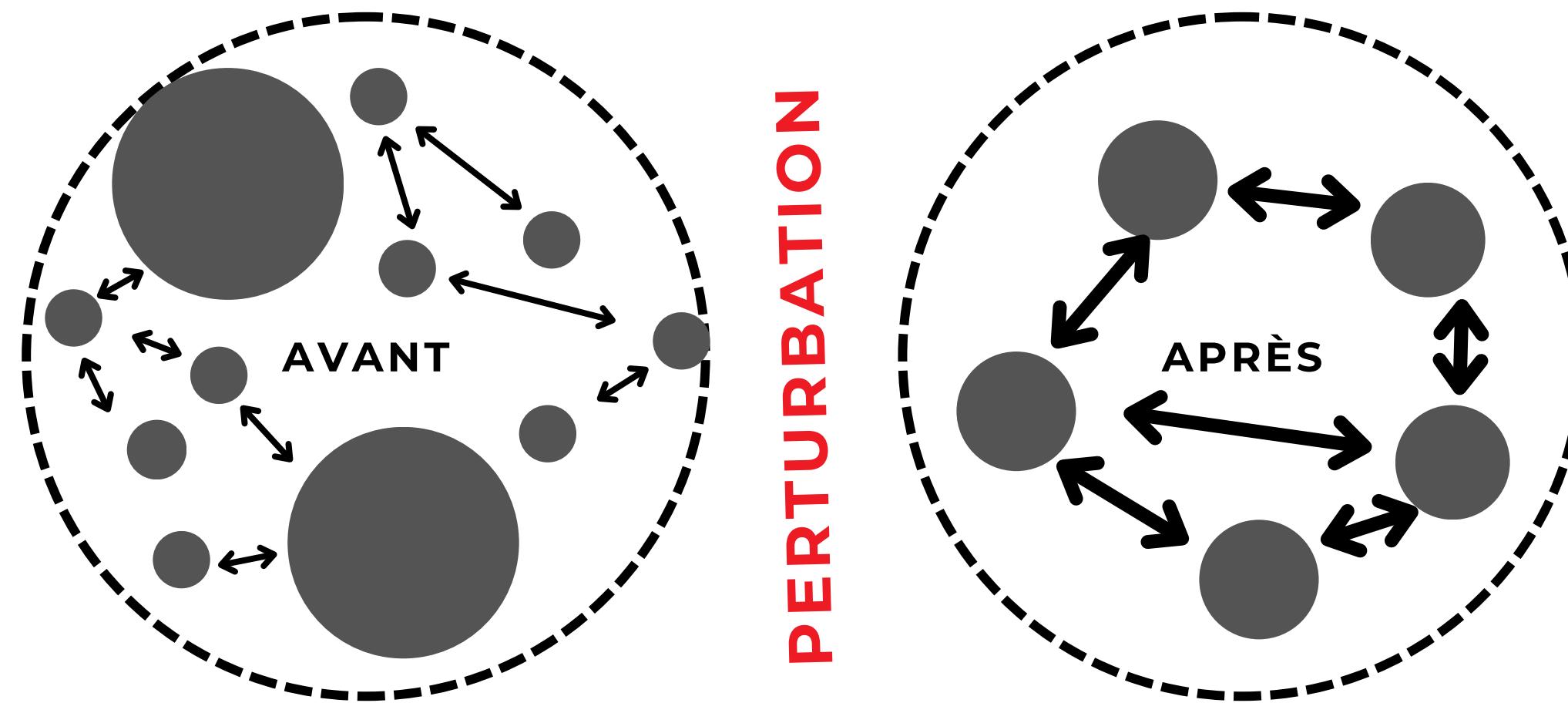


ÉMIGRATION PERMANENTE  
D'ADULTES

# RÉSULTATS

## QUESTION 2

EST-CE QUE LA STRUCTURE ET LA DYNAMIQUE  
DE LA POPULATION ONT CHANGÉ?

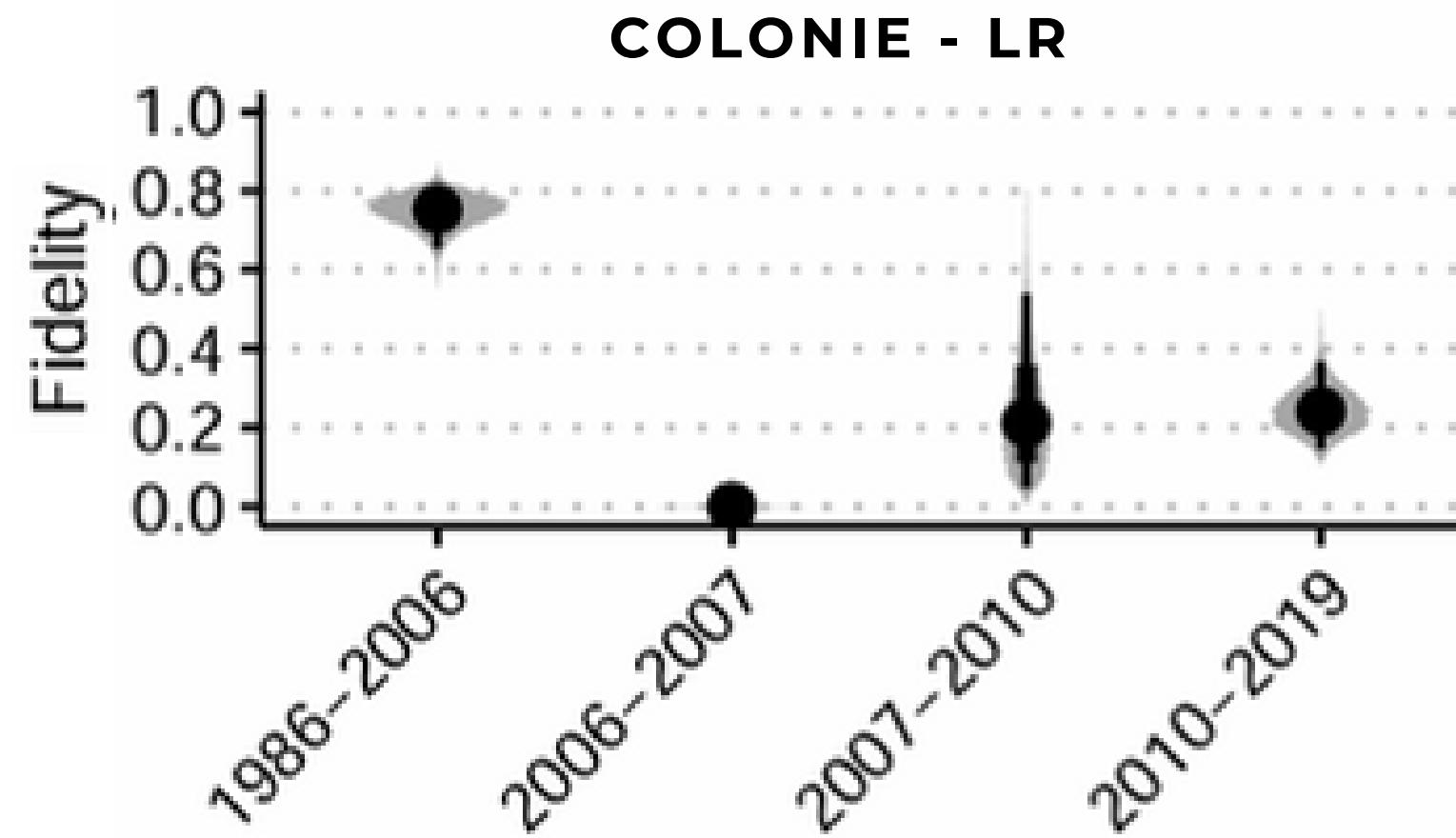


MOINS DE COLONIES  
&  
UNE DISTRIBUTION DES REPRODUCTEURS  
SPATIALEMENT PLUS HOMOGÈNE

# RÉSULTATS

## QUESTION 2

EST-CE QUE LA STRUCTURE ET LA DYNAMIQUE  
DE LA POPULATION ONT CHANGÉ?



FIDÉLITÉ À LA COLONIE EN FONCTION  
DES PÉRIODES D'ÉTUDE

# RÉSULTATS

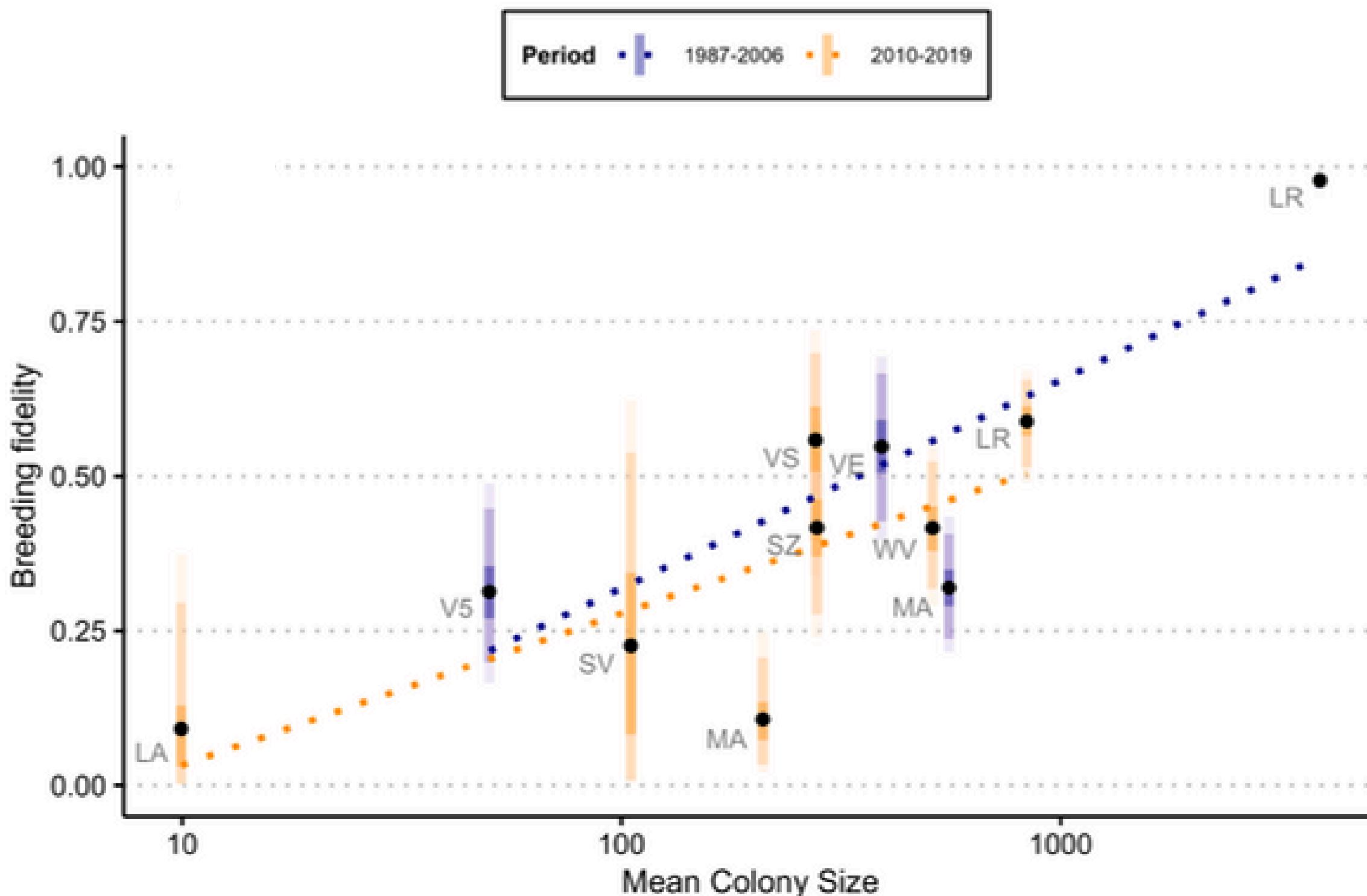
## QUESTION 3

COMMENT LES FACTEURS DE LA DISPERSION  
ONT ÉTÉ AFFECTÉS PAR LA PERTURBATION ?

# RÉSULTATS

## QUESTION 3

COMMENT LES FACTEURS DE LA DISPERSION  
ONT ÉTÉ AFFECTÉS PAR LA PERTURBATION ?

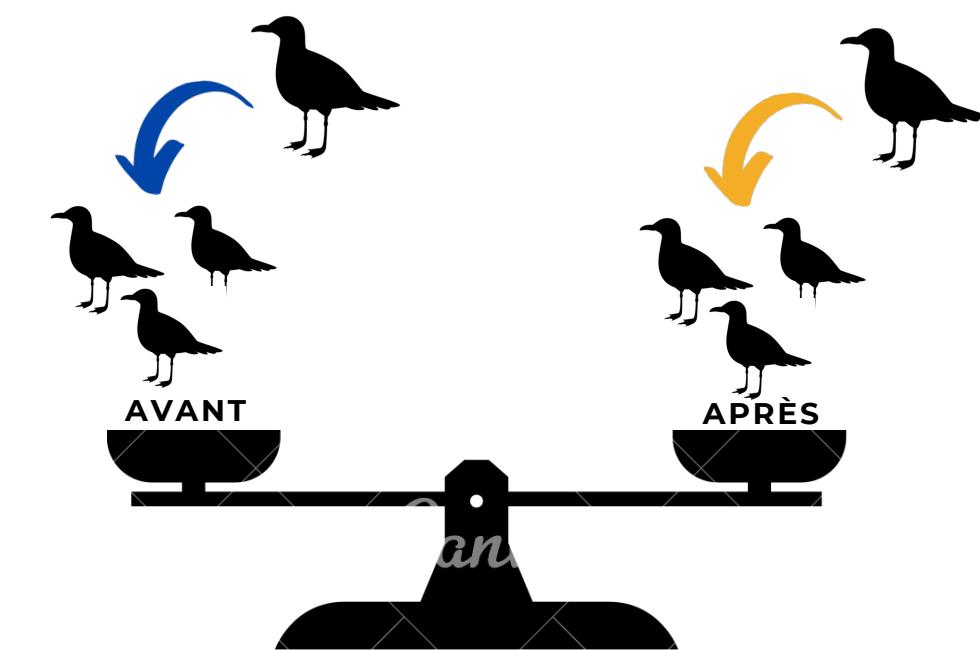
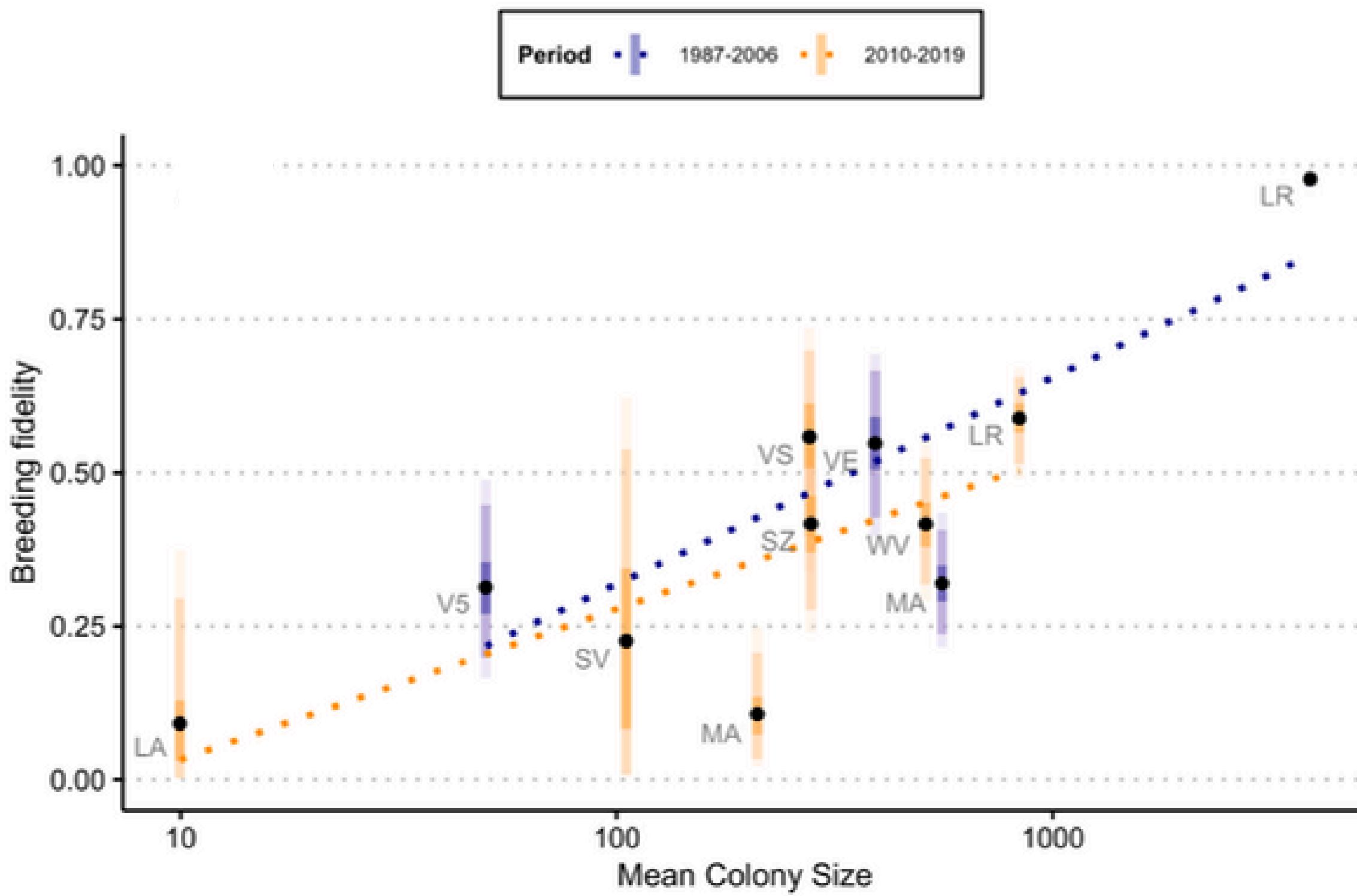


FIDÉLITÉ À LA COLONIE EN FONCTION  
DU NOMBRE DE REPRODUCTEURS DE LA COLONIE

# RÉSULTATS

## QUESTION 3

COMMENT LES FACTEURS DE LA DISPERSION  
ONT ÉTÉ AFFECTÉS PAR LA PERTURBATION ?

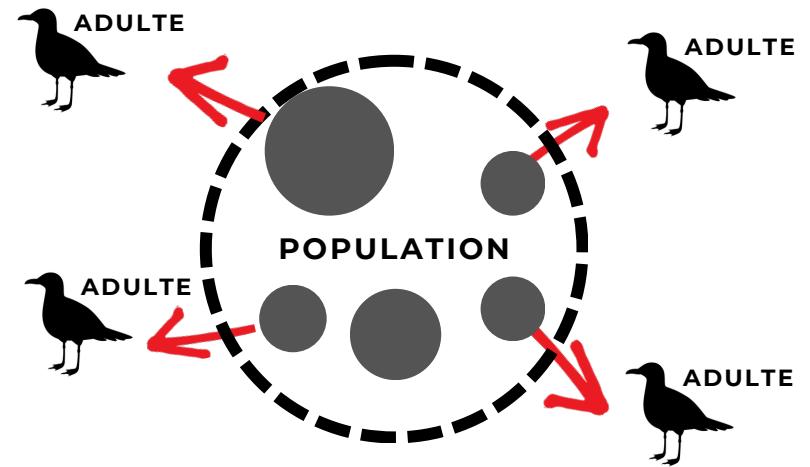


CONSERVATION DE  
L'INTENSITÉ DE  
L'ATTRACTION VERS LES  
CONSPÉCIFIQUES

# DISCUSSION

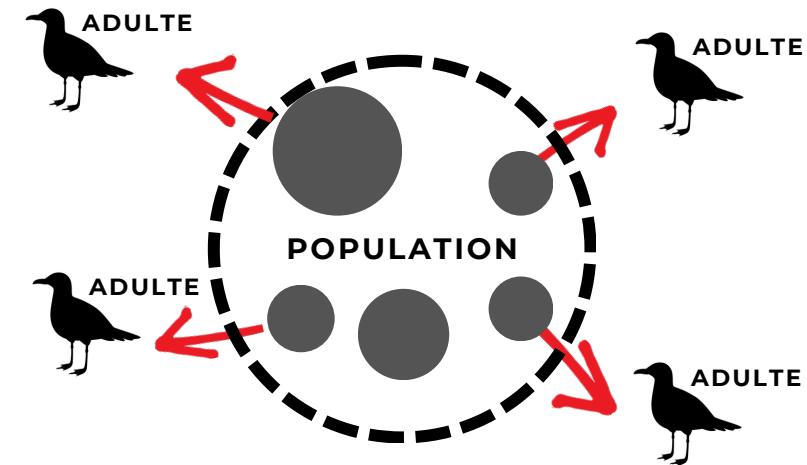
# DISCUSSION

1

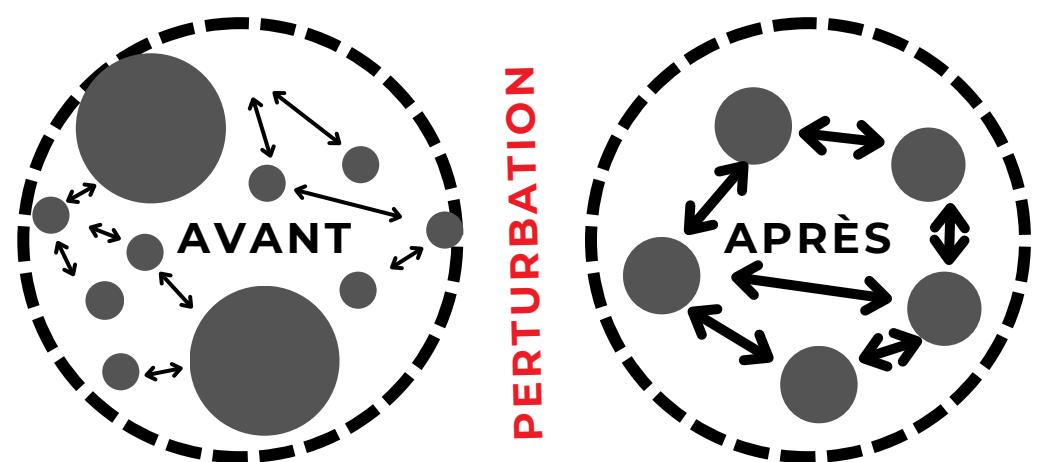


# DISCUSSION

1

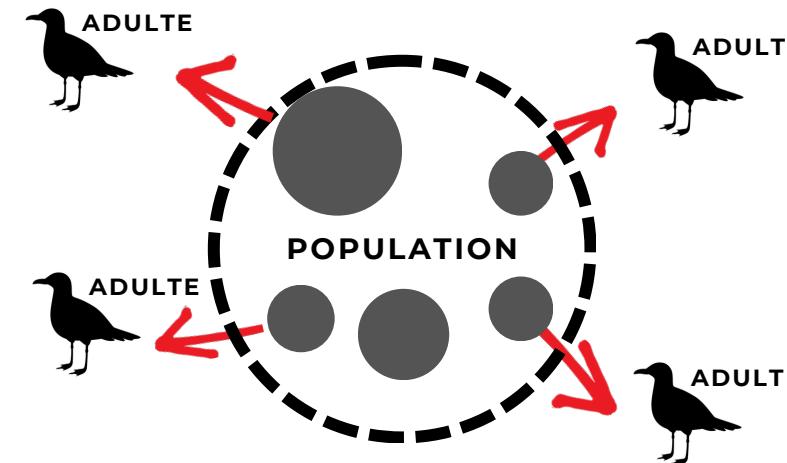


2

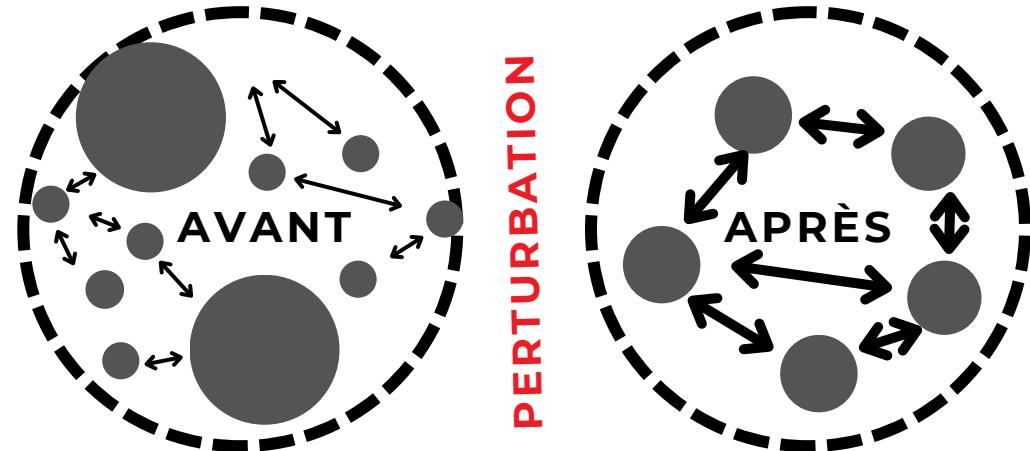


# DISCUSSION

1



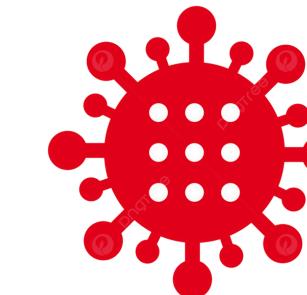
2



## IMPORTANCE DU TYPE DE PERTURBATION:



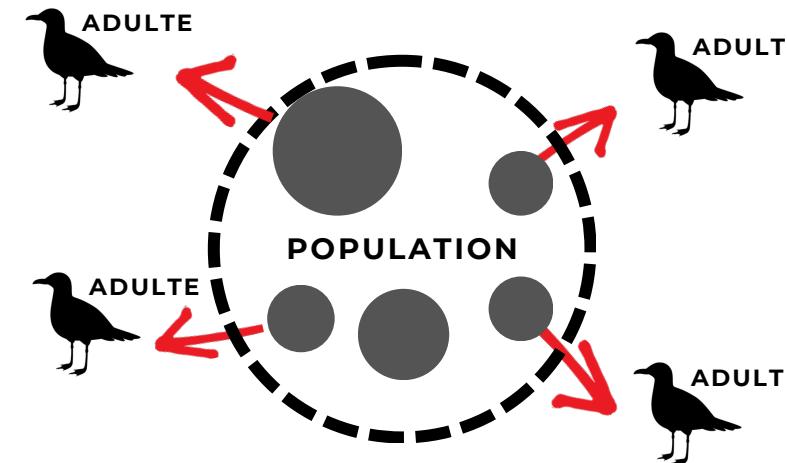
PRESSION DE PRÉDATION ET INONDATION  
CHEZ LE BEC-EN-CISEAUX NOIR  
(BURGER ET AL. 1982)



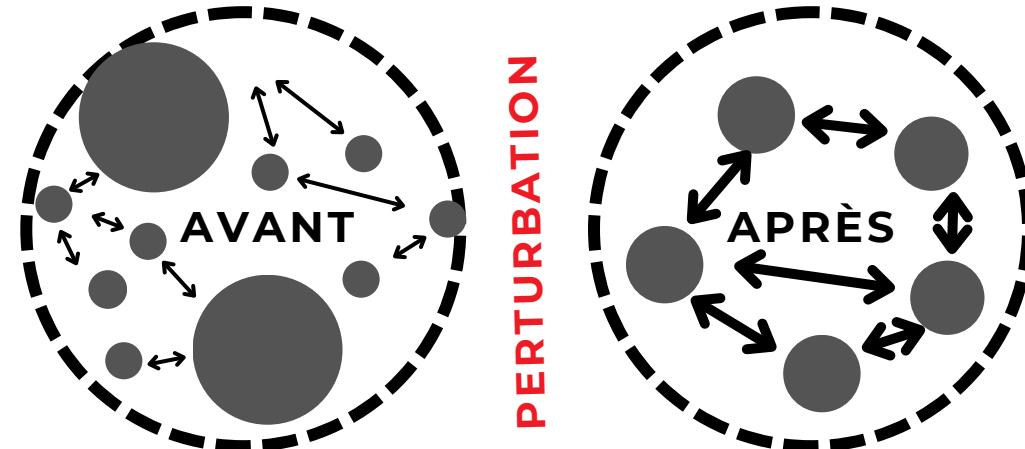
GRIPPE AVAIRE  
CHEZ LE FOU DE BASSAN  
(GRÉMILLET ET AL. 2023)

# DISCUSSION

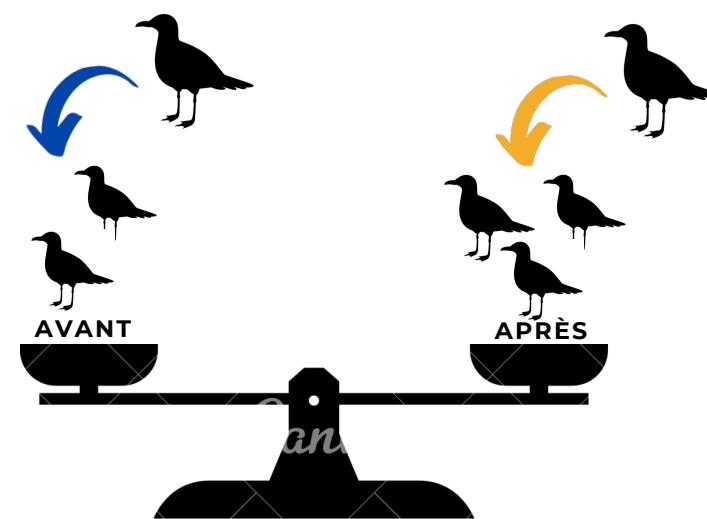
1



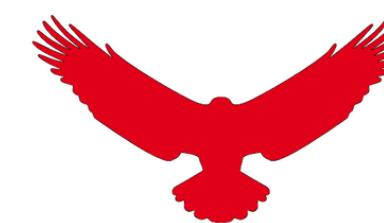
2



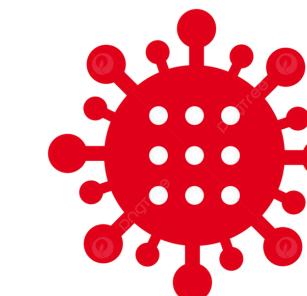
3



## IMPORTANCE DU TYPE DE PERTURBATION:



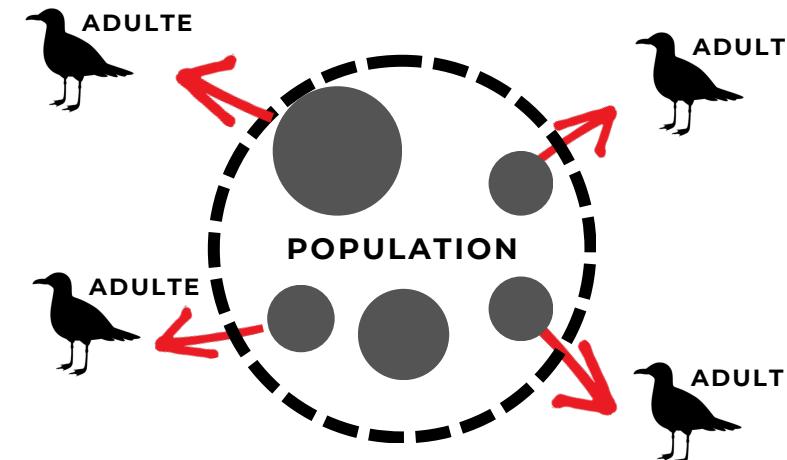
PRESSION DE PRÉDATION ET INONDATION  
CHEZ LE BEC-EN-CISEAUX NOIR  
(BURGER ET AL. 1982)



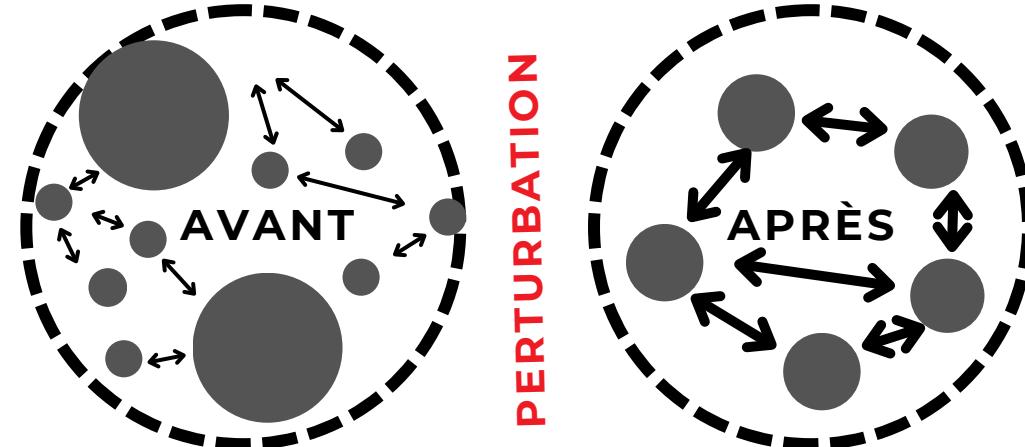
GRIPPE AVAIRE  
CHEZ LE FOU DE BASSAN  
(GRÉMILLET ET AL. 2023)

# DISCUSSION

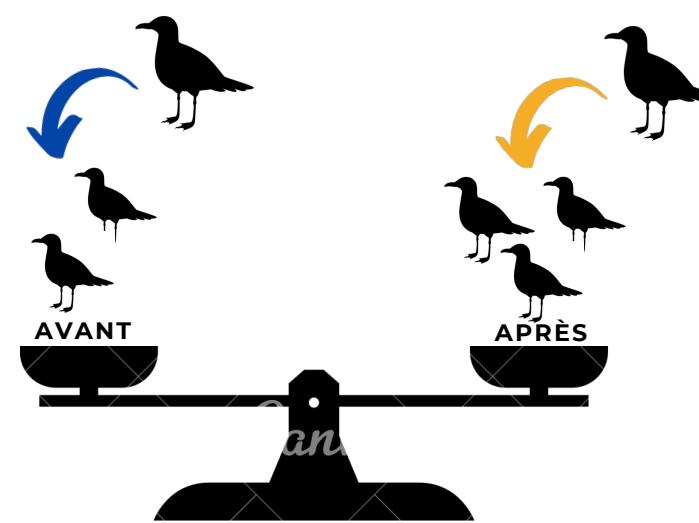
1



2



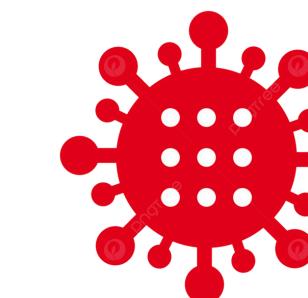
3



## IMPORTANCE DU TYPE DE PERTURBATION:



PRESSION DE PRÉDATION ET  
INONDATION  
CHEZ LE BEC-EN-CISEAUX NOIR  
(BURGER ET AL. 1982)



GRIPPE AVAIRE  
CHEZ LE FOU DE BASSAN  
(GRÉMILLET ET AL. 2023)

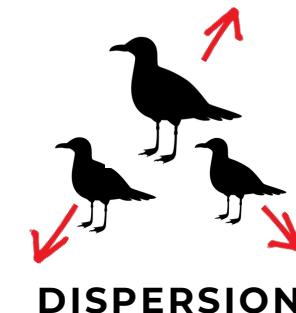
## IMPORTANCE DES COMPOSANTES DÉMOGRAPHIQUES:



FÉCONDITÉ

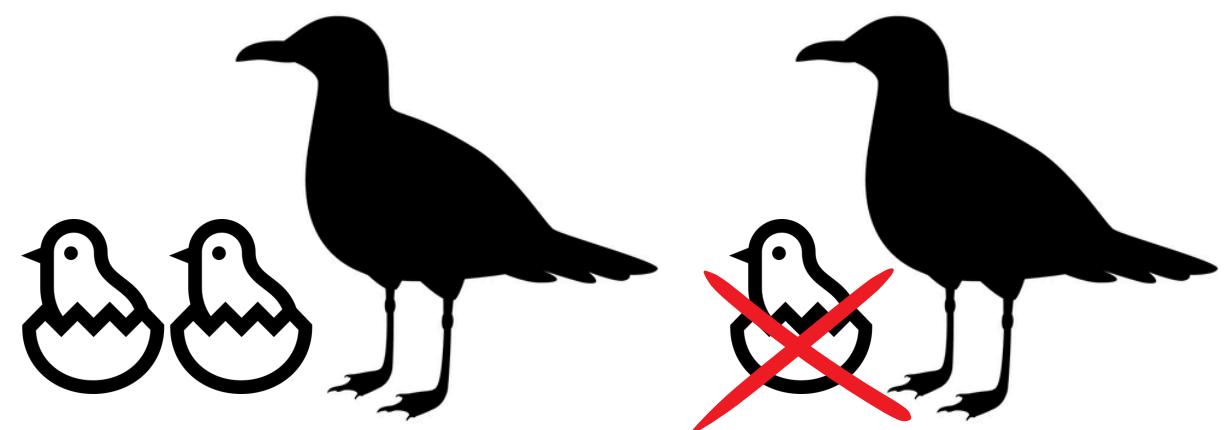


SURVIE



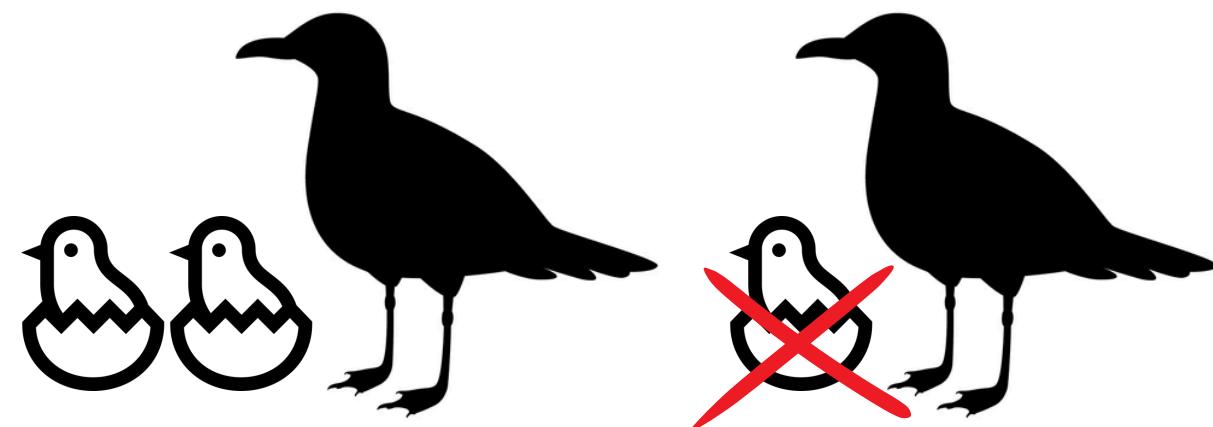
DISPERSION

# PERSPECTIVES



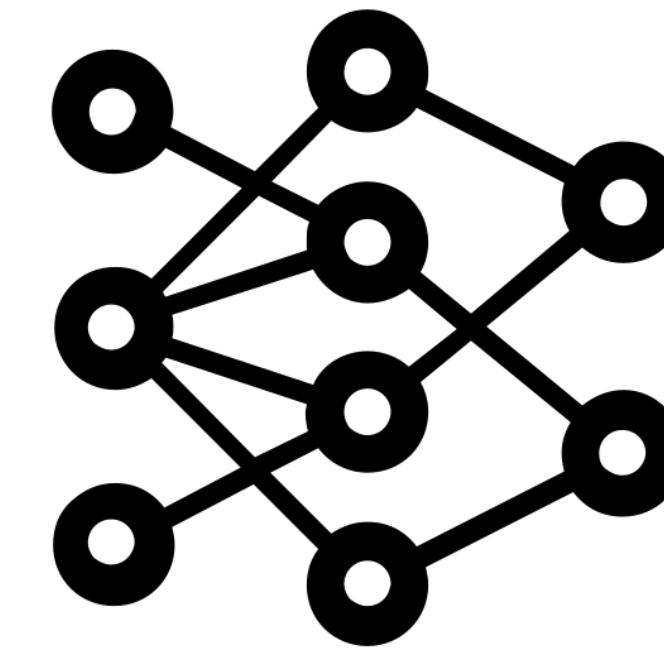
**APPORT D'INFORMATIONS  
SUR LA FÉCONDITÉ**

# PERSPECTIVES



**APPORT D'INFORMATIONS  
SUR LA FÉCONDITÉ**

(SCHAUB & KÉRY 2022)



**TESTER D'AUTRES FACTEURS DE  
DISPERSION  
EX : LES LIENS SOCIAUX**

(ACKER ET AL. 2017, DOLIGEZ ET AL. 2003)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION



**SLIDE 2**

ORO, DANIEL, DANIEL DOAK, MARIA GARCIA, ET MERITXELL GENOVART. 2024. « RARE EVENTS, ECOLOGICAL DYNAMICS, AND THE IMPORTANCE OF LONG-TERM DEMOGRAPHIC STUDIES ». [HTTPS://DOI.ORG/10.22541/AU.171292413.36758380/V1](https://doi.org/10.22541/au.171292413.36758380/v1).

**SLIDE 5**

BOWLER, DIANA E., ET TIM G. BENTON. 2005. « CAUSES AND CONSEQUENCES OF ANIMAL DISPERSAL STRATEGIES: RELATING INDIVIDUAL BEHAVIOUR TO SPATIAL DYNAMICS ». BIOLOGICAL REVIEWS 80 (2): 205-25. [HTTPS://DOI.ORG/10.1017/S1464793104006645](https://doi.org/10.1017/S1464793104006645).

**SLIDE 6**

CLOBERT, JEAN, ÉD. 2012. DISPERSAL ECOLOGY AND EVOLUTION. 1ST ED. OXFORD: OXFORD UNIVERSITY PRESS.

**SLIDE 8**

DANCHIN, ETIENNE, ET RICHARD H. WAGNER. 1997. « THE EVOLUTION OF COLONIALITY: THE EMERGENCE OF NEW PERSPECTIVES ». TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION 12 (9): 342-47. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/S0169-5347\(97\)01124-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01124-5).

**SLIDE 25**

GRÉMILLET, DAVID, AURORE PONCHON, PASCAL PROVOST, AMANDINE GAMBLE, MOUNA ABED-ZAHAR, ALICE BERNARD, NICOLAS COURBIN, ET AL. 2023. « STRONG BREEDING COLONY FIDELITY IN NORTHERN GANNETS FOLLOWING HIGH PATHOGENICITY AVIAN INFLUENZA VIRUS (HPAIV) OUTBREAK ». BIOLOGICAL CONSERVATION 286 (OCTOBRE):110269. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.BIOCON.2023.110269](https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2023.110269).

**SLIDE 25**

BURGER, JOANNA. 1982. « THE ROLE OF REPRODUCTIVE SUCCESS IN COLONY-SITE SELECTION AND ABANDONMENT IN BLACK SKIMMERS (RYNCHOPS NIGER) ». THE AUK 99 (1): 109-15. [HTTPS://DOI.ORG/10.2307/4086026](https://doi.org/10.2307/4086026).

**SLIDE 26**

SCHAUB, MICHAEL, ET MARC KÉRY. 2022. INTEGRATED POPULATION MODELS THEORY AND ECOLOGICAL APPLICATIONS WITH R AND JAGS. ACADEMIC PRESS. [HTTPS://WWW.JOURNALS.UCHICAGO.EDU/DOI/10.1086/722657](https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/722657).

**SLIDE 26**

ACKER, PAUL, AURÉLIEN BESNARD, JEAN-YVES MONNAT, ET EMMANUELLE CAM. 2017. « BREEDING HABITAT SELECTION ACROSS SPATIAL SCALES: IS GRASS ALWAYS GREENER ON THE OTHER SIDE? » ECOLOGY 98 (10): 2684-97. [HTTPS://DOI.ORG/10.1002/ECY.1962](https://doi.org/10.1002/ECY.1962).

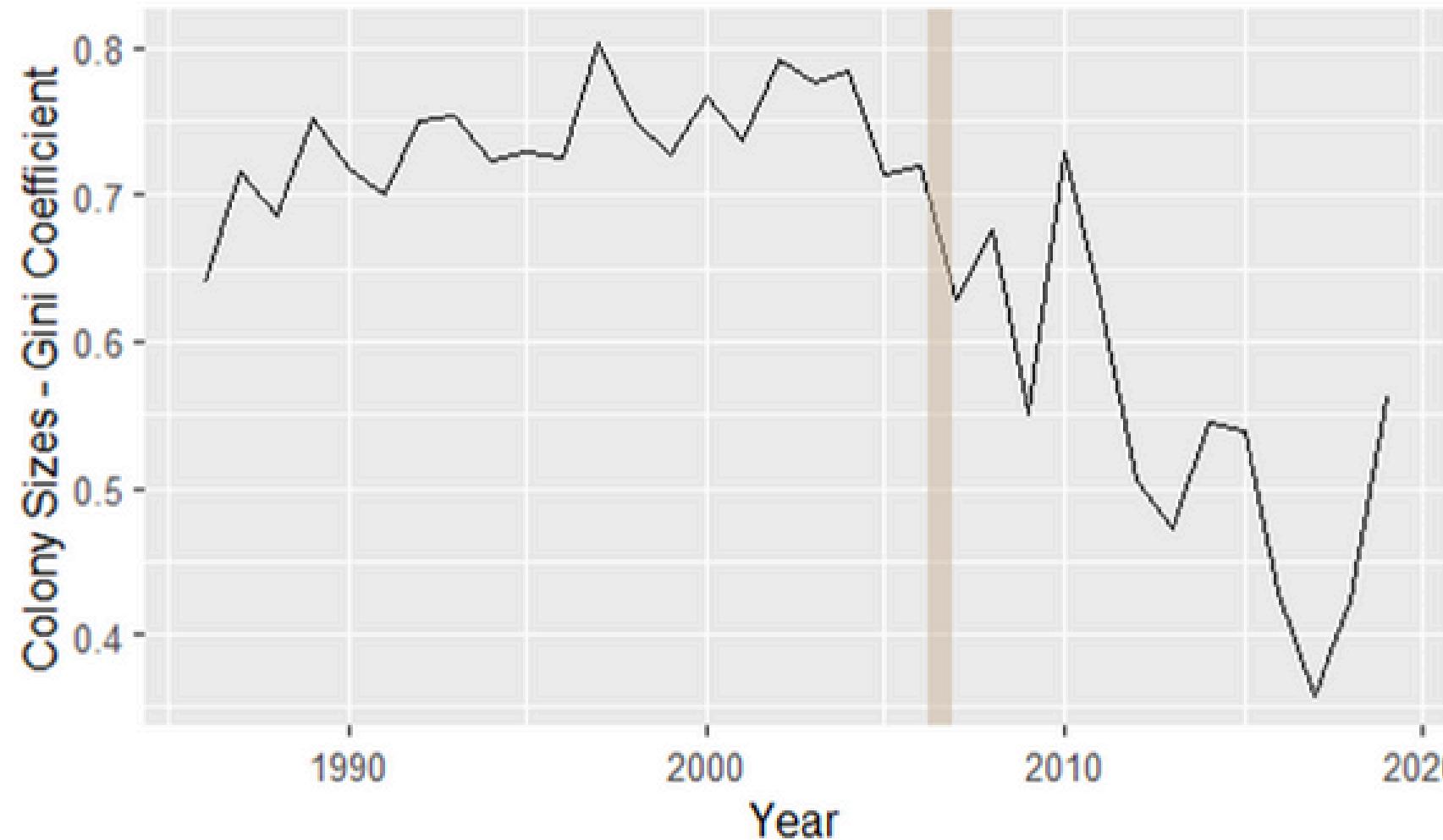
**SLIDE 26**

DOLIGEZ, BLANDINE, CLAIRE CADET, ETIENNE DANCHIN, ET THIERRY BOULINIER. 2003. « WHEN TO USE PUBLIC INFORMATION FOR BREEDING HABITAT SELECTION? THE ROLE OF ENVIRONMENTAL PREDICTABILITY AND DENSITY DEPENDENCE ». ANIMAL BEHAVIOUR 66 (5): 973-88. [HTTPS://DOI.ORG/10.1006/ANBE.2002.2270](https://doi.org/10.1006/ANBE.2002.2270).

# **ANNEXES**

Parameter	Prior
Mean survival	$\phi \sim \text{Uniform}(0,1)$
Standard deviation survival	$\sigma_\phi \sim \text{Uniform}(0.0001, 1)$
Number female fledging per pair	$\rho \sim \text{Uniform}(0,1)$
Breeding dispersion from a colony	$\eta \sim \text{Dirichlet}(1,1,\dots,1)$
Natal dispersion from a colony	$\nu \sim \text{Dirichlet}(1,1,\dots,1)$
Observation error - Method 1	$\sigma_{\text{obs},1} \sim \text{Uniform}(0,0.15)$
Observation error - Method 2	$\sigma_{\text{obs},2} \sim \text{Uniform}(0,0.3)$

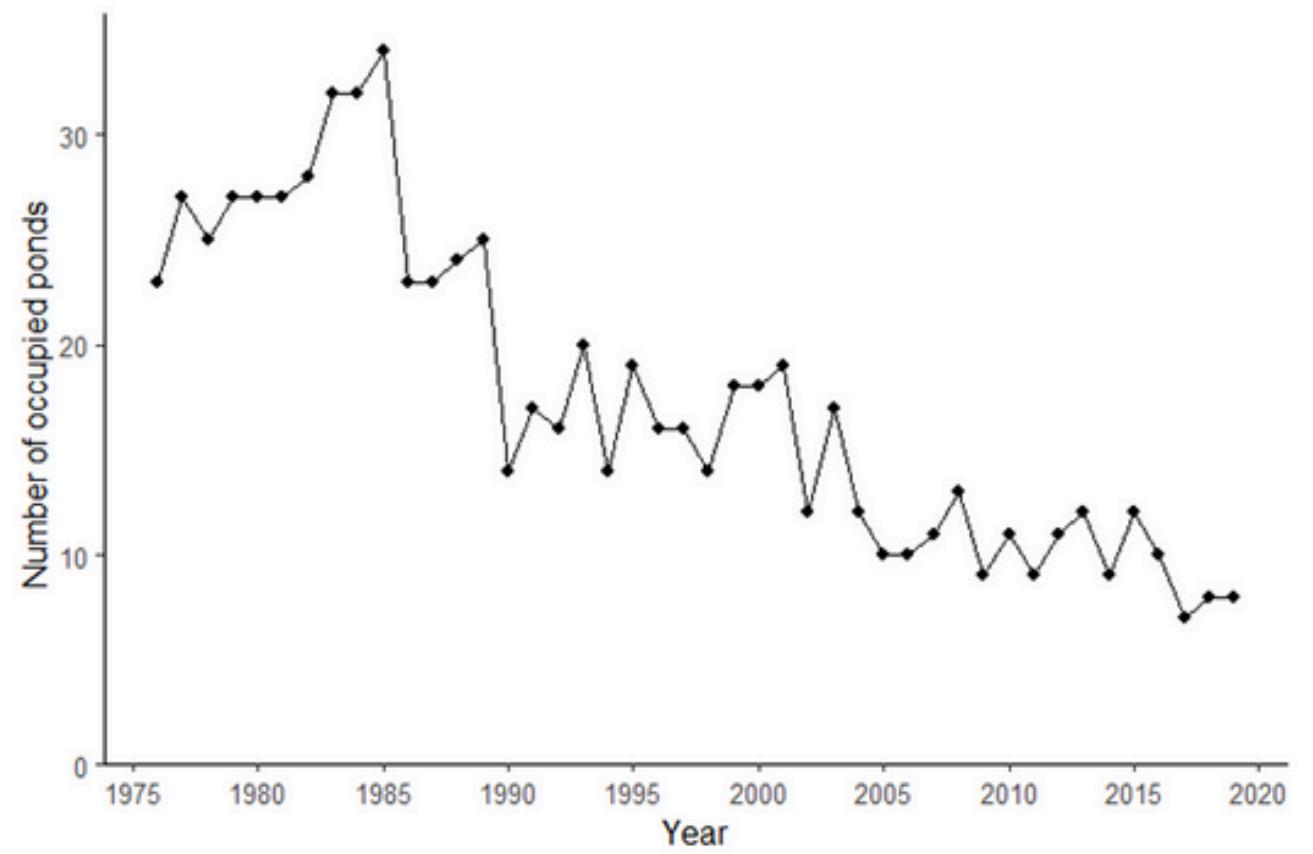
Appendix 1. Priors used for the parameters of the Integrated Population Model. All priors are considered as noninformative, except for observation errors. Method 1 is based on multiplying the number of observed breeders with a fixed ratio. Method 2 is based on the ratio between ringed and unringed birds and the probability to read a ring on a detected bird. Method 1 is expected to have an observation error of less than 15% and method 2 is expected to have an observation error of less than 30%.



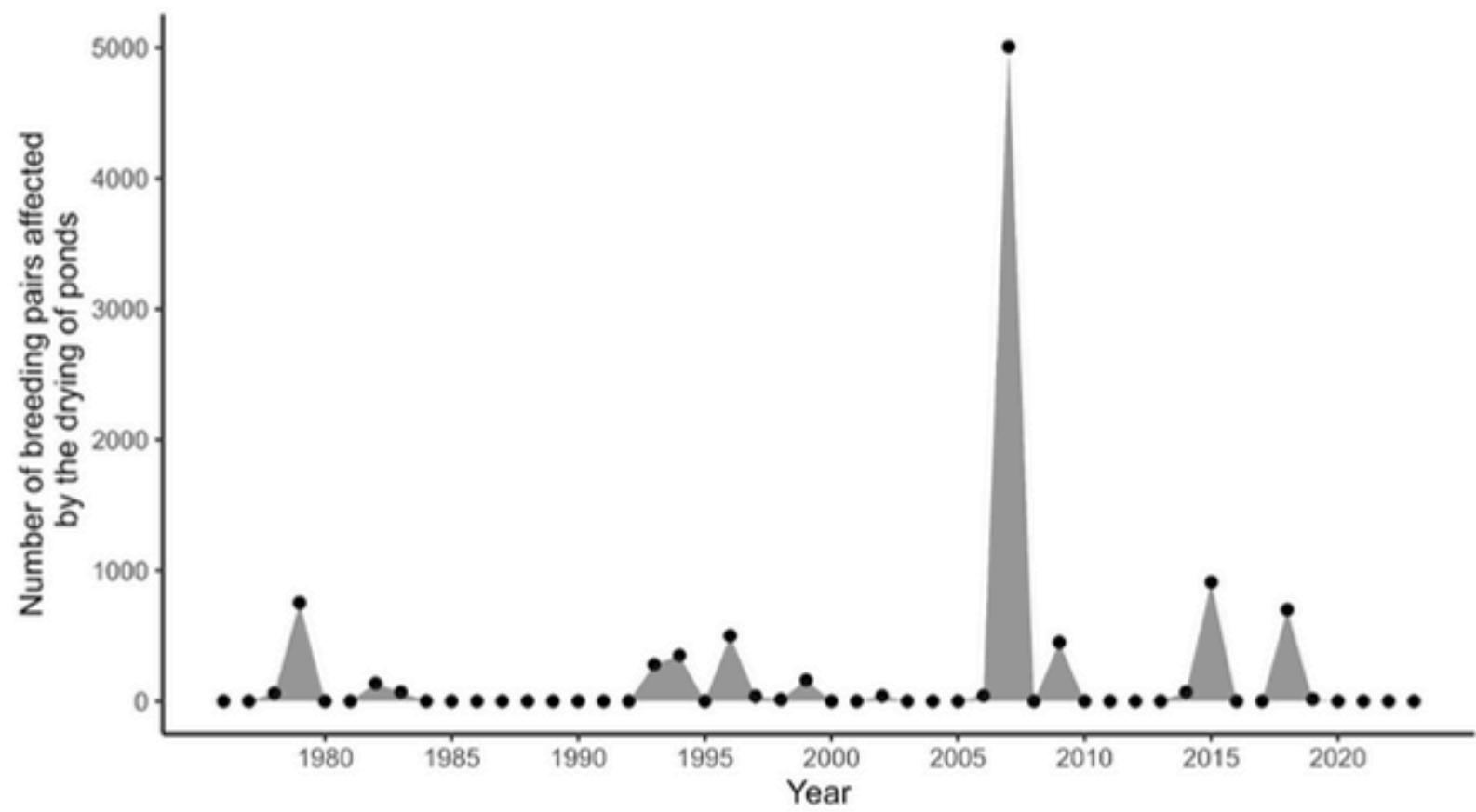
Appendix 2. Gini coefficient applied to the number of breeders of occupied colonies of Black-headed Gulls (*Chroicocephalus ridibundus*) from the population occupying the Forez plain, for each year between 1986 and 2019. The vertical band marks the perturbation that occurred at la Ronze pond in 2007.

Definitions	1986-2006		2007-2010		2010-2019	
	Est.	CI (95%)	Est.	CI (95%)	Est.	CI (95%)
<b>Mean survival of adults</b>	0.84	[0.79,0.88]	0.76	[0.55,0.90]	0.87	[0.78,0.93]
<b>Standard deviation survival of adults</b>	0.70	[0.42,0.97]	0.83	[0.51,0.99]	0.89	[0.68,1.00]
<b>Mean survival during the first year</b>	0.18	[0.14,0.22]	0.48	[0.22,0.81]	0.34	[0.26,0.42]
<b>Standard deviation survival during the first year</b>	0.54	[0.37,0.79]	0.54	[0.04,0.98]	0.32	[0.03,0.81]
<b>Number of female fledging per pair in LR</b>	0.97	[0.91,1.00]	0.08	[0.00,0.66]	0.18	[0.00,0.90]
<b>Number of female fledging per pair in SAT</b>	0.96	[0.87,1.00]	0.00	[0.00,0.01]	0.63	[0.24,0.90]
<b>Breeding fidelity in LR</b>	0.98	[0.97,0.99]	0.68	[0.49,0.90]	0.59	[0.51,0.66]
<b>Breeding fidelity in MA</b>	0.32	[0.24,0.41]	0.23	[0.08,0.45]	0.11	[0.03,0.21]
<b>Natal fidelity in LR</b>	0.75	[0.65,0.82]	0.24	[0.05,0.54]	0.24	[0.15,0.36]
<b>Natal fidelity in MA</b>	0.38	[0.25,0.52]	0.19	[0.01,0.52]	0.18	[0.02,0.46]

**Appendix 3.** Posterior mean and 95% credible interval of some demographic parameters estimated by the IPM. Results are shown for three periods: before the perturbation (1986-2006), shortly after the perturbation (2007-2010), and a few years after the perturbation (2010-2019).



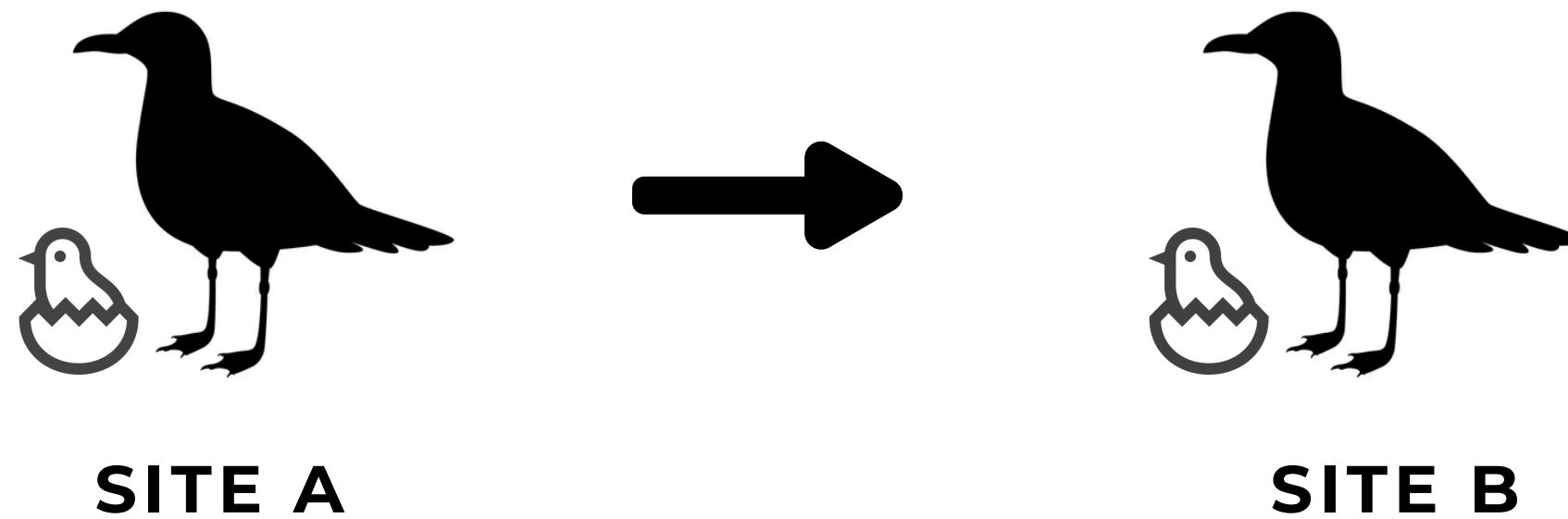
Appendix 4. Number of occupied ponds over the years by Black-headed Gulls (*Chroicocephalus ridibundus*) in the Forez plain, between 1976 and 2019.



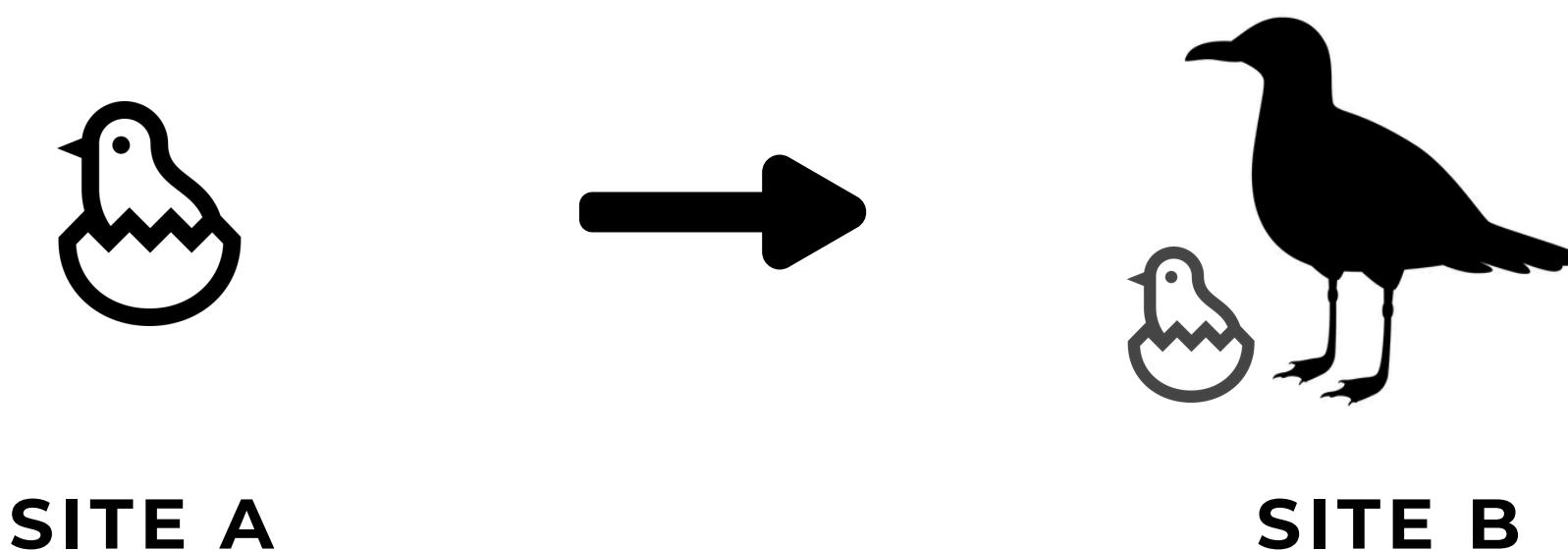
Appendix 5. Number of breeding pairs of black-headed gulls affected by the drying of ponds in the Forez plain each year during the study period. Dots represent the number of breeding pairs on a pond in the year before it was dried up.

# CONTEXTE

**DISPERSION DE  
REPRODUCTION**



**DISPERSION  
NATALE**

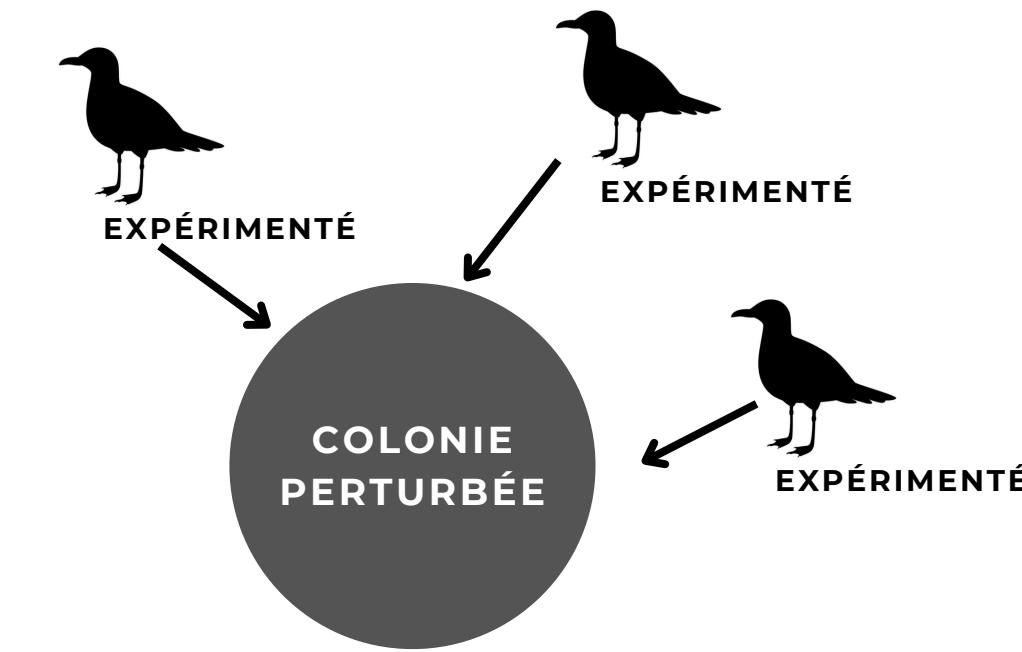
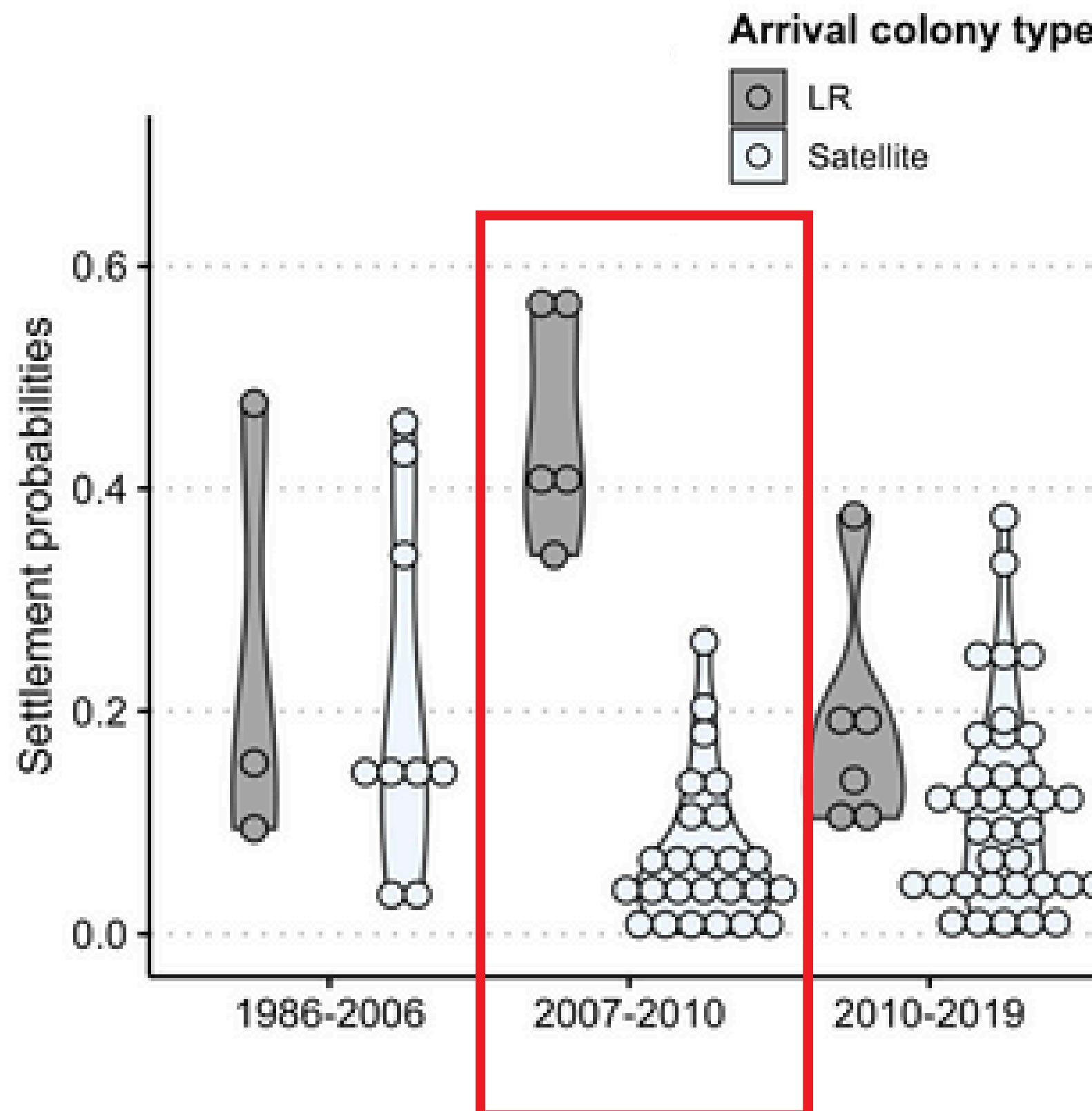


**DÉFINITION DE LA DISPERSION**

# RÉSULTATS

## QUESTION 1

QUELLE A ÉTÉ LA RÉPONSE IMMÉDIATE  
DE LA POPULATION À LA PERTURBATION ?



RECOLONISATION PAR  
DES REPRODUCTEURS  
EXPÉRIMENTÉS

# RÉSULTATS

## QUESTION 3

COMMENT LES FACTEURS DE LA DISPERSION  
ONT ÉTÉ AFFECTÉS PAR LA PERTURBATION ?

