



Etude de la plus importante colonie nationale de la Sterne pierregarin à Gravelines

Description de la méthode de comptage par *distance sampling*



Réseau national oiseaux marins

15 et 16 octobre 2025

Bonifacio

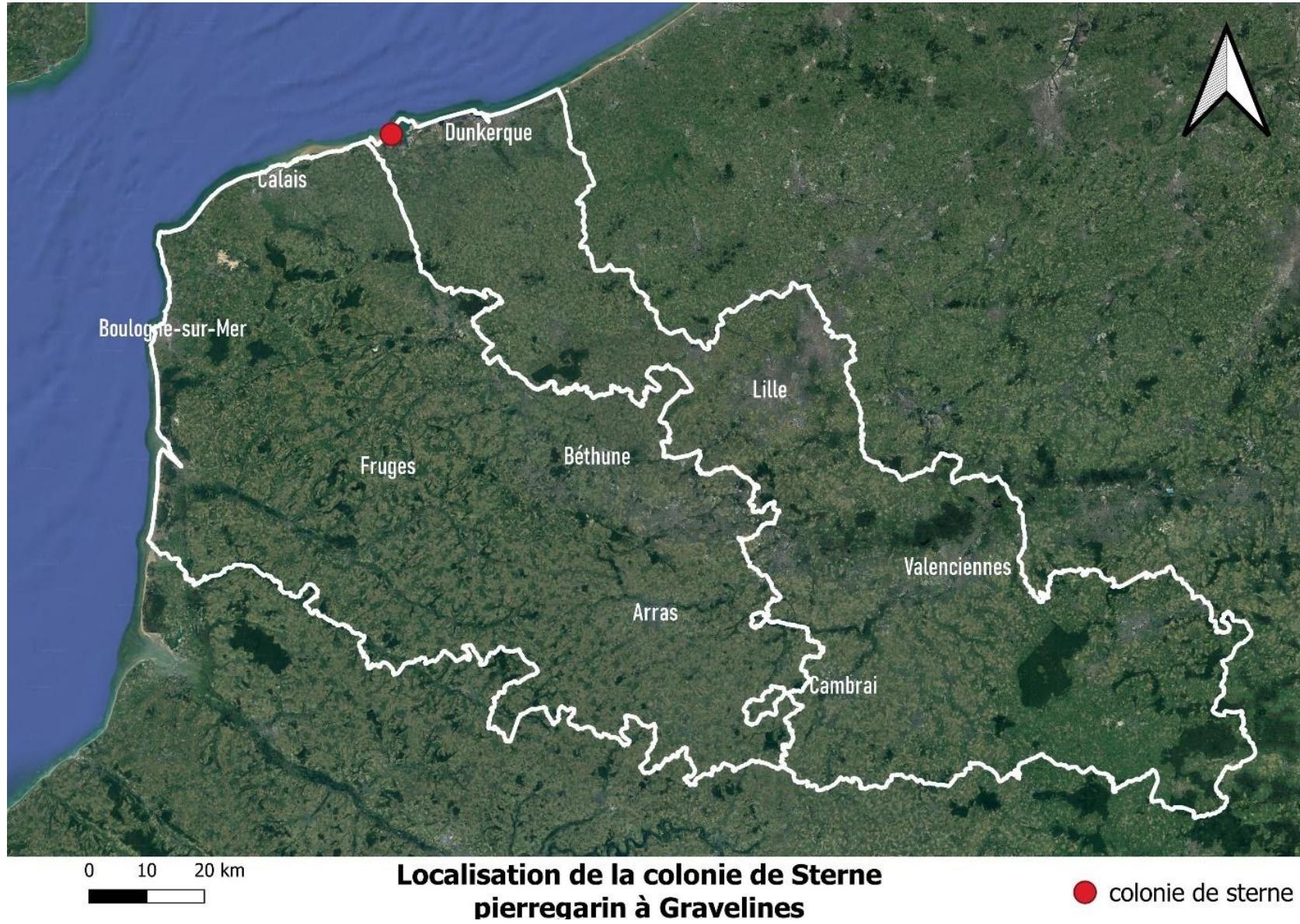
Nicolas Sadoul et Nathan Legroux



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



Introduction



Introduction



Introduction

Deux méthodes : observation « classique » et test drone en 2016 et 2017



Méthodes de suivi
des colonies d'oiseaux marins :
dénombrement
de l'effectif nicheur
et
suivi de la production
en jeunes

Document de travail
préparé dans le cadre de l'enquête
« oiseaux marins nicheurs de France 2009-2010 »

Coordination : Bernard Cadiou



GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE OISEAUX MARINS

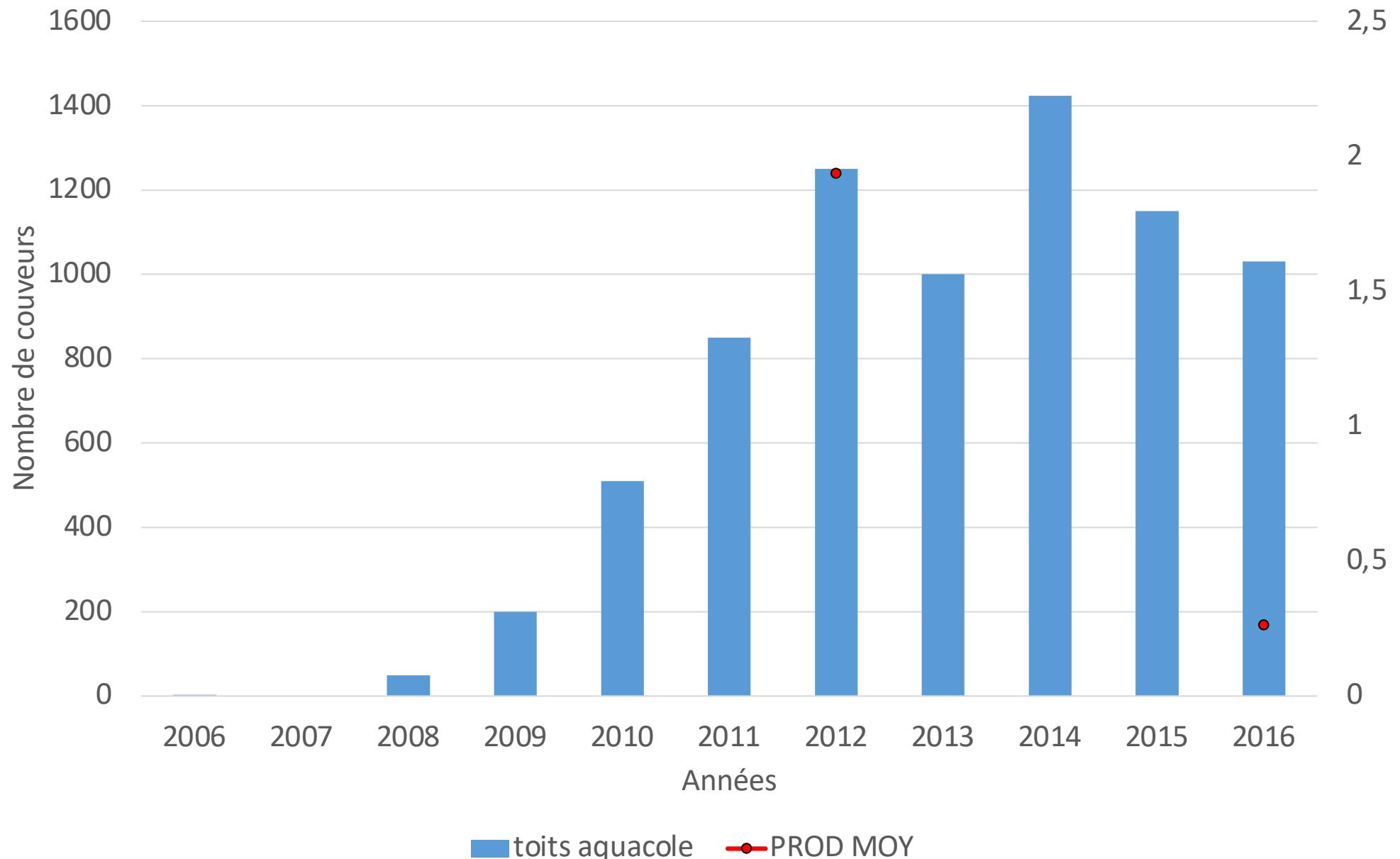


Sterne pierregarin												
ponte	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
éclosion												
envol												
RCS												
PROD												

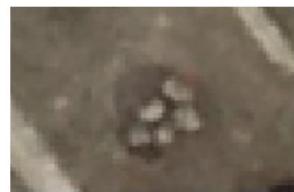
période principale période secondaire date exceptionnelle

RCS = recensement de l'effectif nicheur ; PROD = estimation de la production en jeunes

Introduction

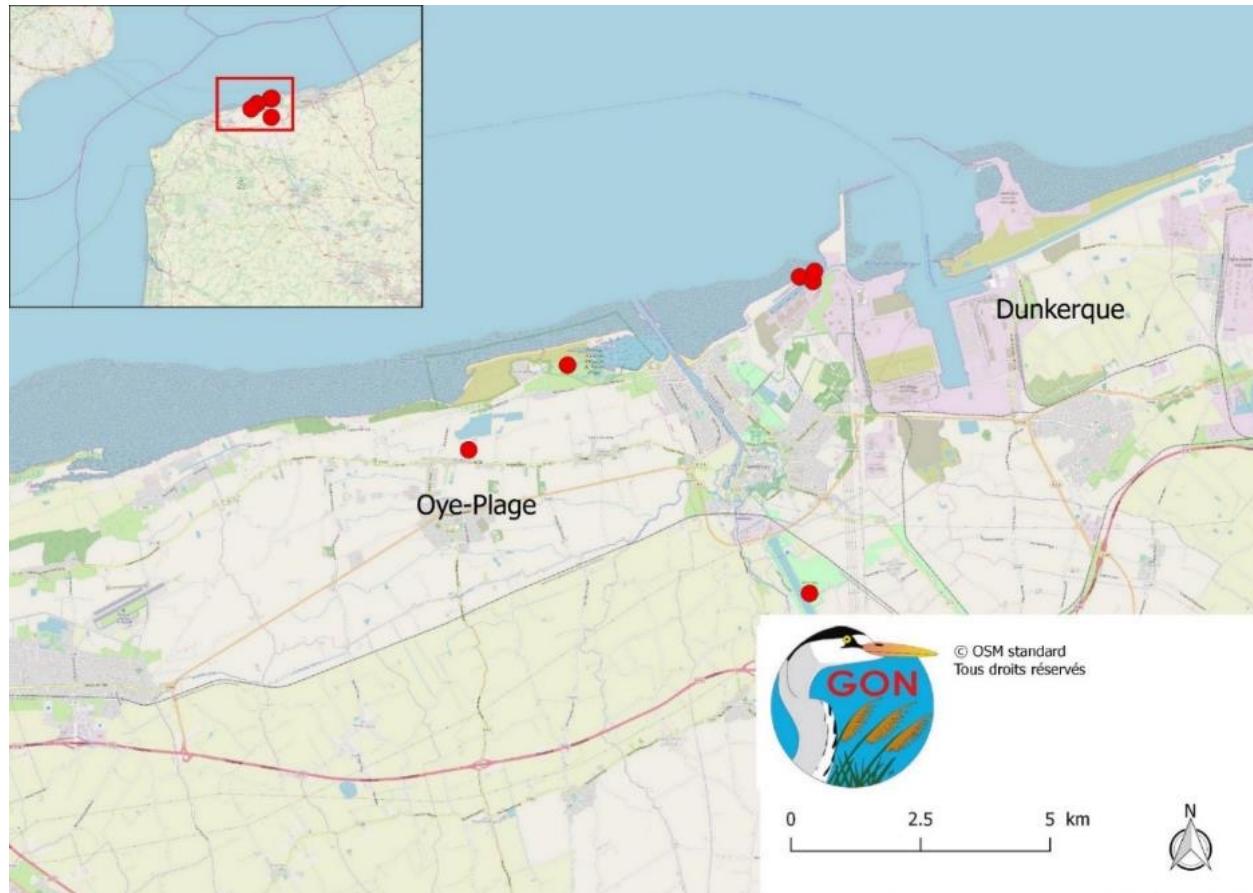


- 2016 : Nettoyage des toits de l'entreprise Aquanord



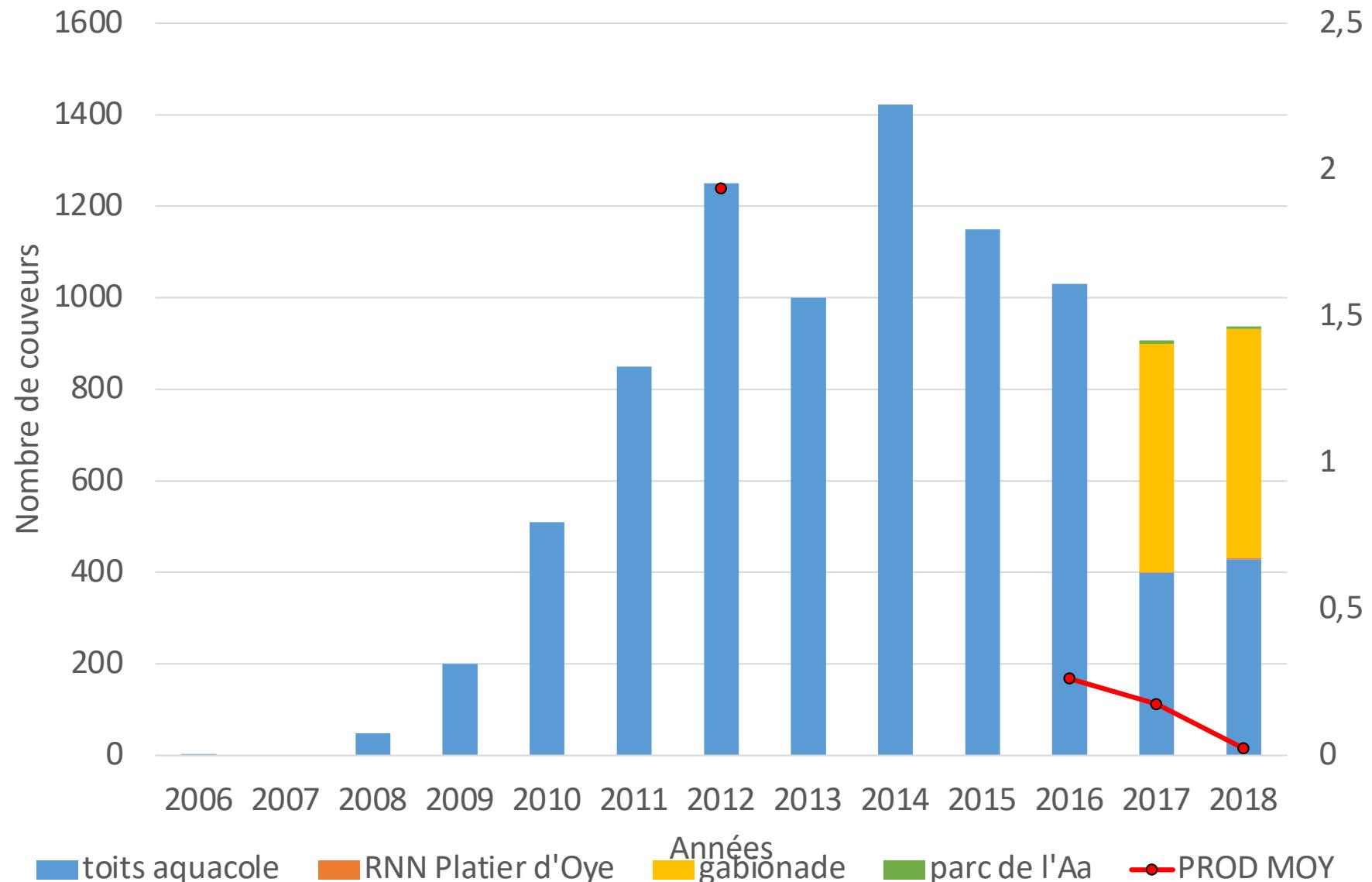
Effet n°1 : baisse des effectifs et échec de la production

- 2016 : Nettoyage des toits de l'entreprise Aquanord



Effet n°2 : nouvelles colonisations

Introduction



Introduction

Deux secteurs sont aménagés :

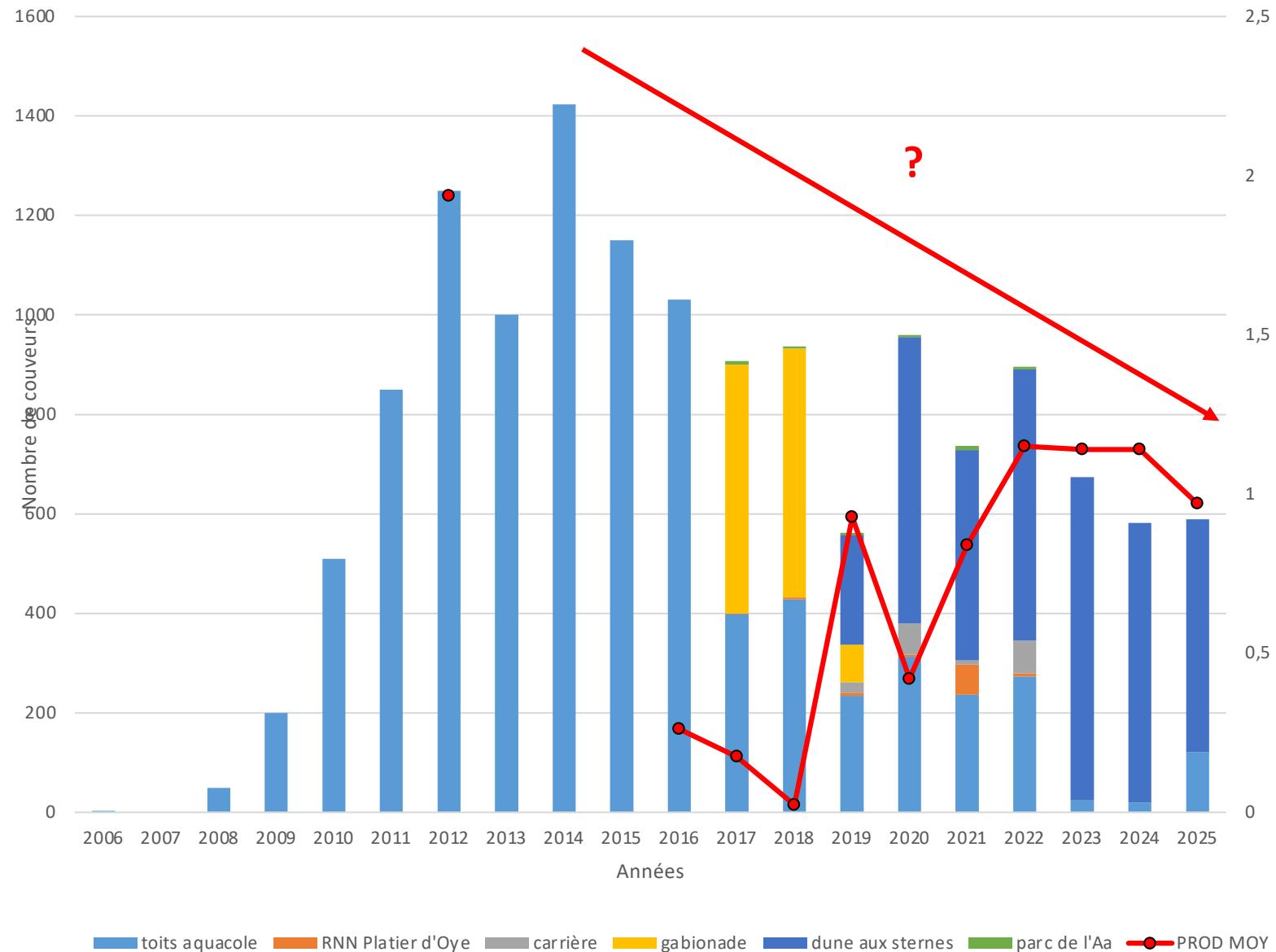
- ✓ La « dalle béton »
- ✓ La parcelle A (dune aux sternes)



Introduction



Introduction



2019

Introduction



2023

Introduction



2024

Introduction

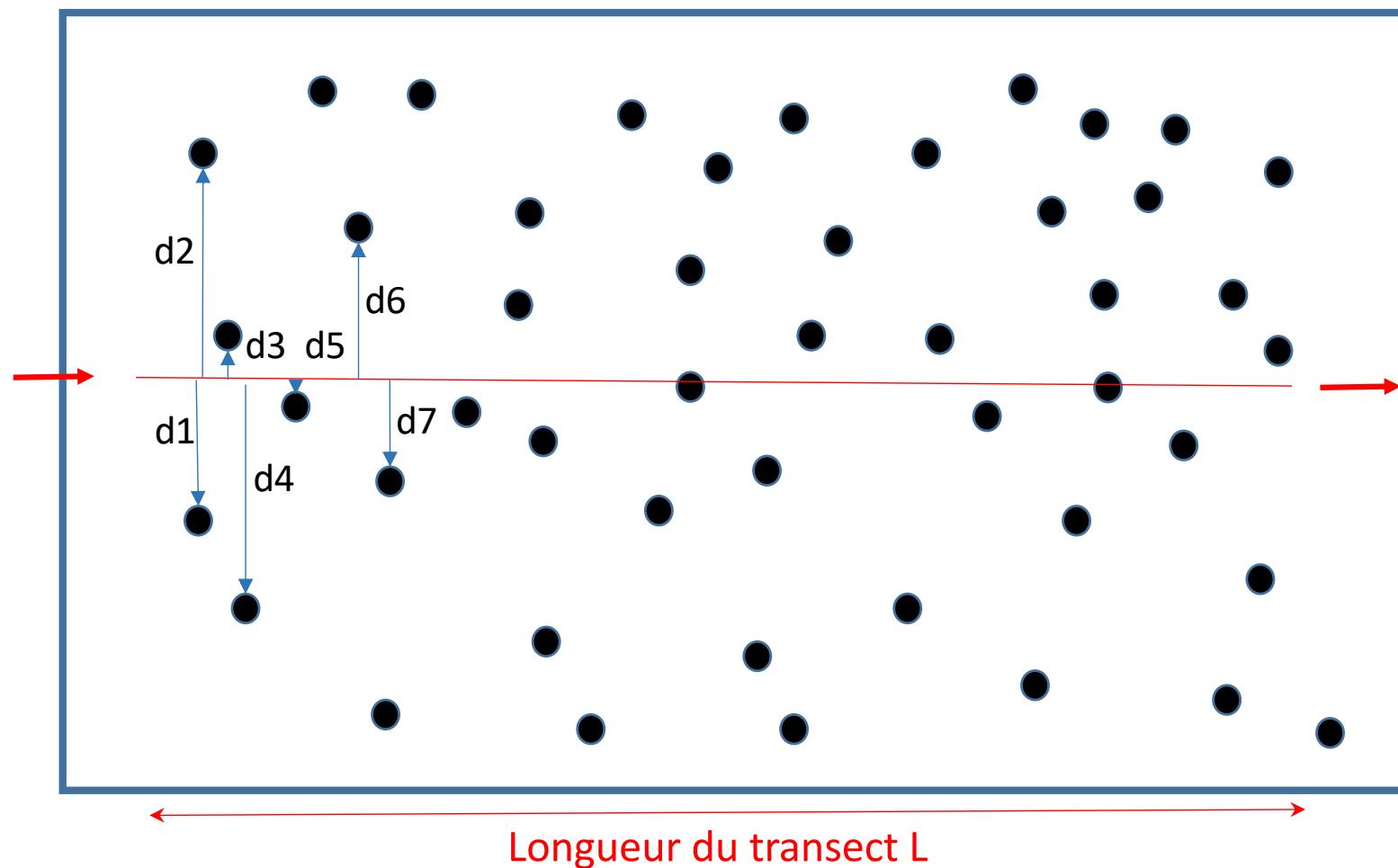
- Déetectabilité des nicheurs présents sur la colonie diminue plus les oiseaux sont éloignés du point d'observation.
- Difficulté pour obtenir les autorisations survols drone
- Volonté de ne pas induire un dérangement





Méthodes De la pratique...

Principe des mesures sur le terrain



Distances d_1 , d_2 ,, d_n de chaque objet détecté, perpendiculaires à la ligne du transect

Méthodes De la pratique...



Application sur la dune aux sternes

Déplacement en voiture le long de la piste

Transects 1, 2,.., 5
 $L_{total} = 100m$

Deux zones distinctes de végétation

Superficie totale occupée par la colonie calculée sur image aérienne
 $= 4325 m^2$





Méthodes De la pratique...

Application sur la dune aux sternes

→ Mesures des distances au télémètre laser



- Mise en œuvre du distance sampling sur 3 ans :
- ✓ 9 juin 2023 : calage de la manip
 - ✓ 23 mai et 4 juin 2024
 - ✓ 27 mai et 5 juin 2025

→ Chaque distance est reportée à son n° de transect

Date:	Sites:	Obs:	
05/06/2025 Dune aux sternes		P-L. Gamelin	
Secteur	Transect	DISTANCE (m)	Remarques
Homogène	1	3,3	
Homogène	1	2,3	
Homogène	1	5,5	
Homogène	1	3,9	
Homogène	1	0,6	
Homogène	1	6,5	
.....	
.....	
Homogène	3	8,8	
Homogène	3	0,2	
Homogène	3	9,7	
Homogène	3	0	
Homogène	3	0	
.....	
.....	
Hétérogène	4	7,5	
Hétérogène	4	3,5	
Hétérogène	4	3	
Hétérogène	4	1,5	
.....	
.....	



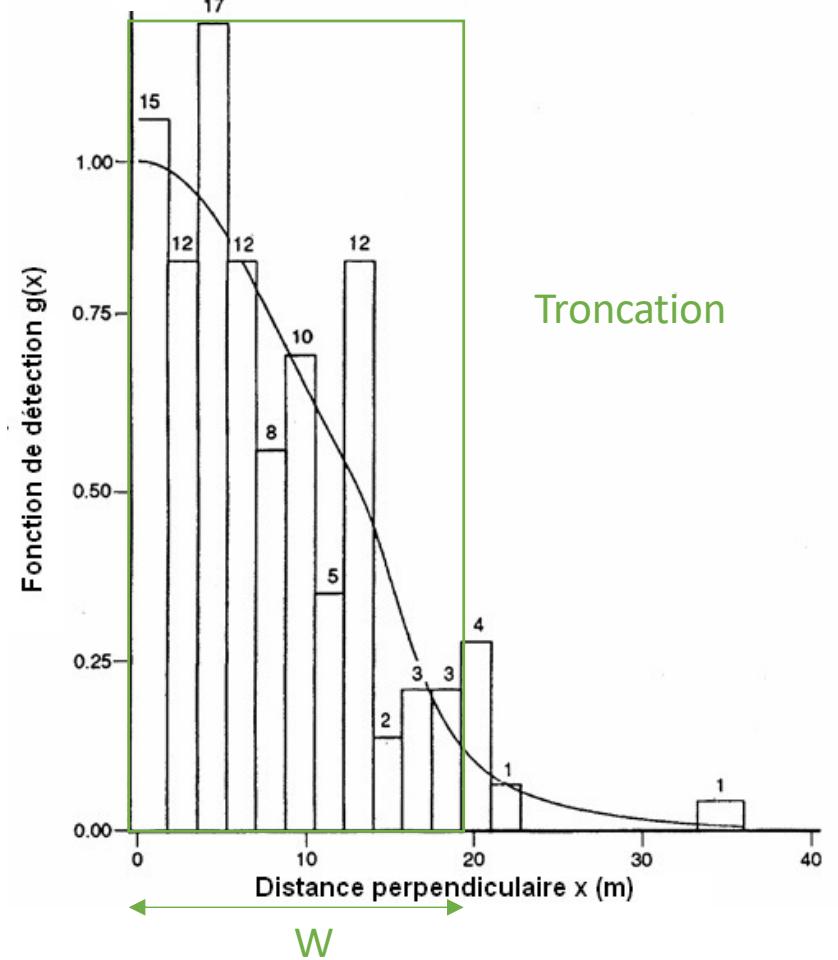
Méthodes ...à la théorie

Principes théoriques

Le nombre d'objets détectés (histogrammes) diminue avec la distance au transect.

→ modélisation d'une fonction de détection (courbe) ajustée aux données :

- Postulat 1 : Tous les objets sur la ligne de transect ($d=0$) sont détectés avec certitude
- probabilité de détection $\hat{g}(x)$ varie de $1 \rightarrow 0$
- Postulat 2 : les objets sont mesurés à leur position initiale (avant leur possible déplacement)
- Postulat 3 : les mesures de distance sont exactes

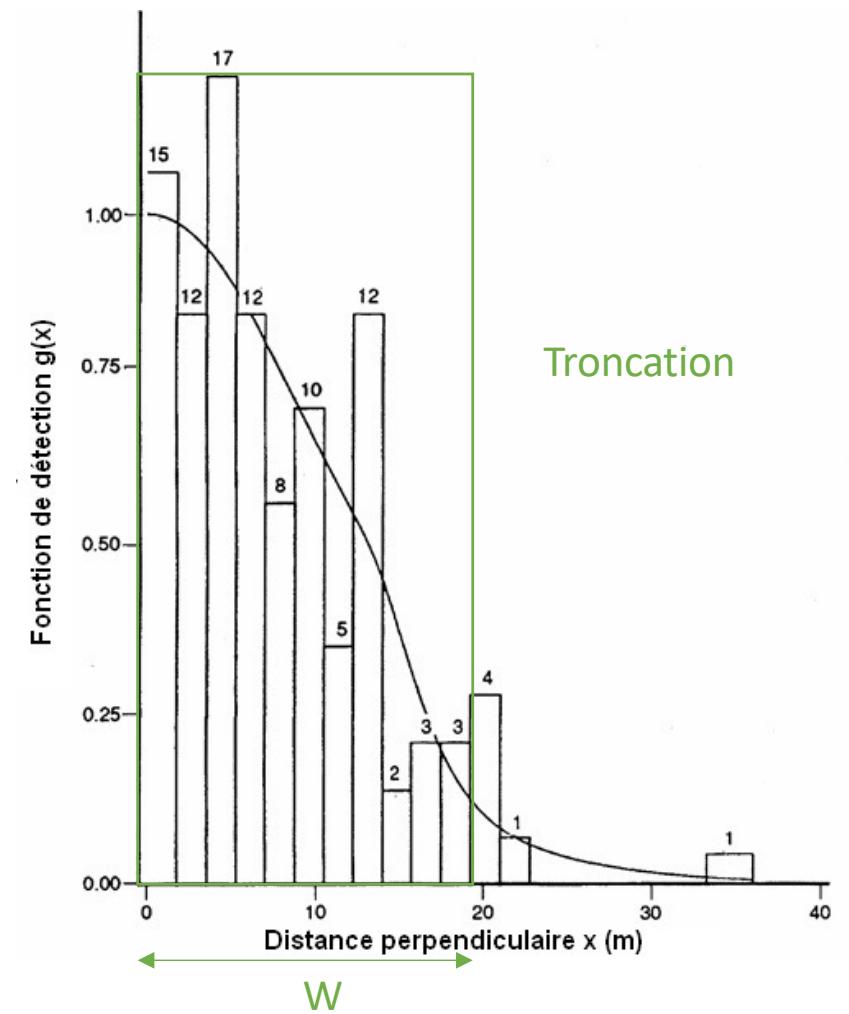
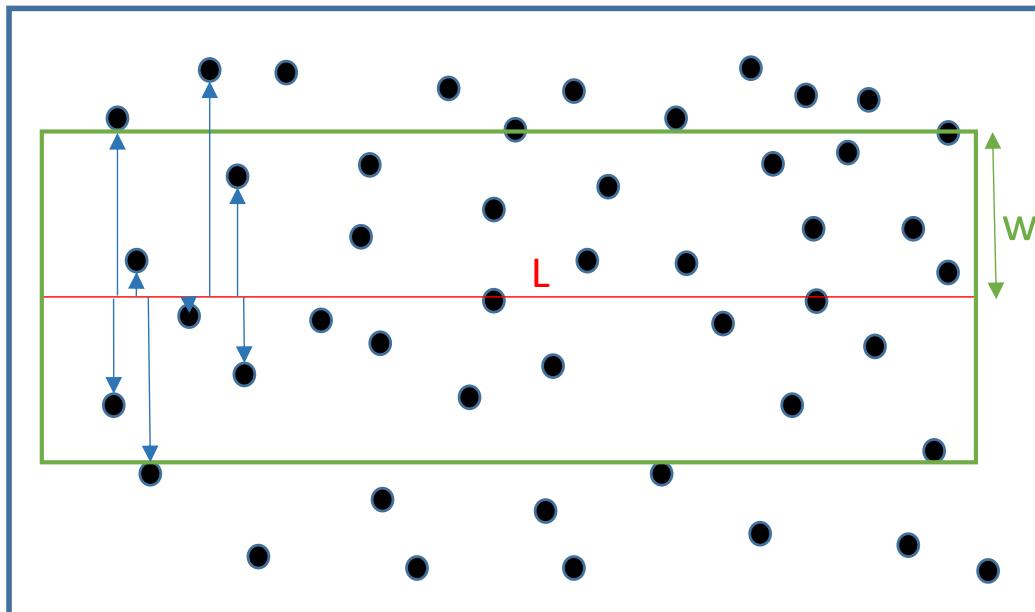




Méthodes ...à la théorie

Principes théoriques

Le modèle estime la densité sur la superficie délimitée par la longueur du transect L et la largeur $2W$



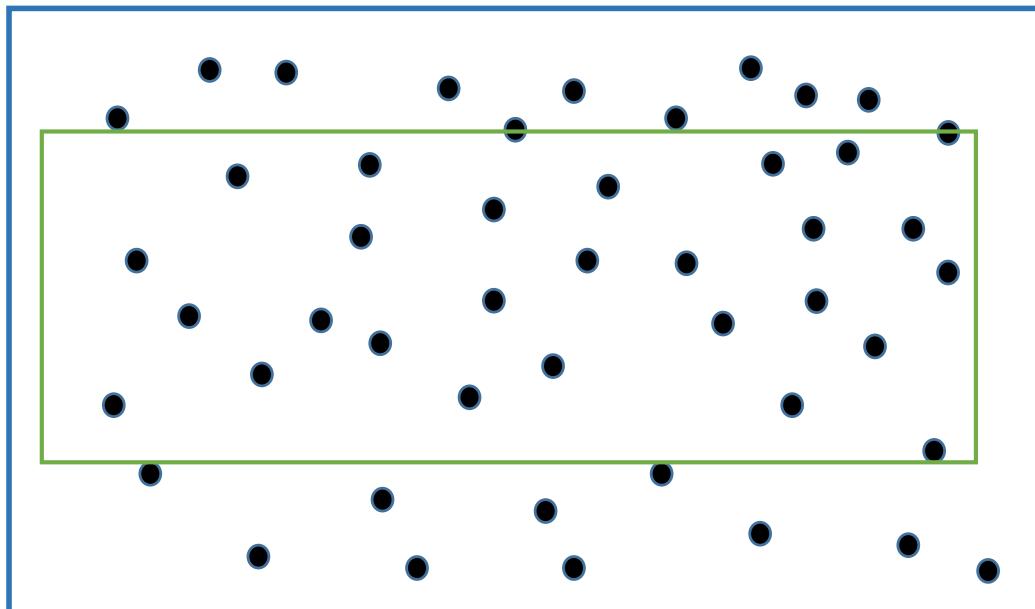


Méthodes ...à la théorie

Principes théoriques

Le modèle estime la densité sur la superficie délimitée par la longueur du transect L et la largeur 2W

$$\text{Densité} = \frac{N}{\text{surface}}$$



En distance sampling

$$D = \frac{n}{2L \int_0^w \hat{g}(x) dx}$$



D [IC inf ; IC sup]

Superficie de la
zone d'étude



N [IC inf ; IC sup]

Résultats

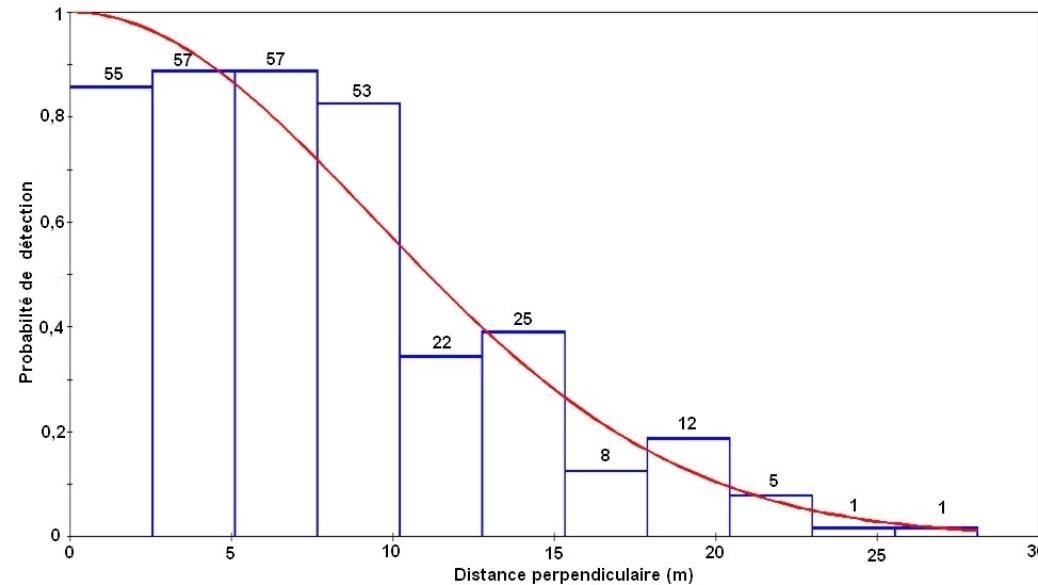
Recensement du 5 juin 2025



Sélection de modèles

Distribution des données (n = 296 NAO détectés) en fonction de la distance au transect et courbe de détection

Logiciel libre « Distance 7.5 »
(Thomas et al. 2010)



- Etape 1 : déterminer la distance de troncation et les meilleurs intervalles de regroupement des données pour le meilleur ajustement de la courbe de détection
- Etape 2 : sélection de modèles en testant plusieurs fonctions et termes d'ajustement

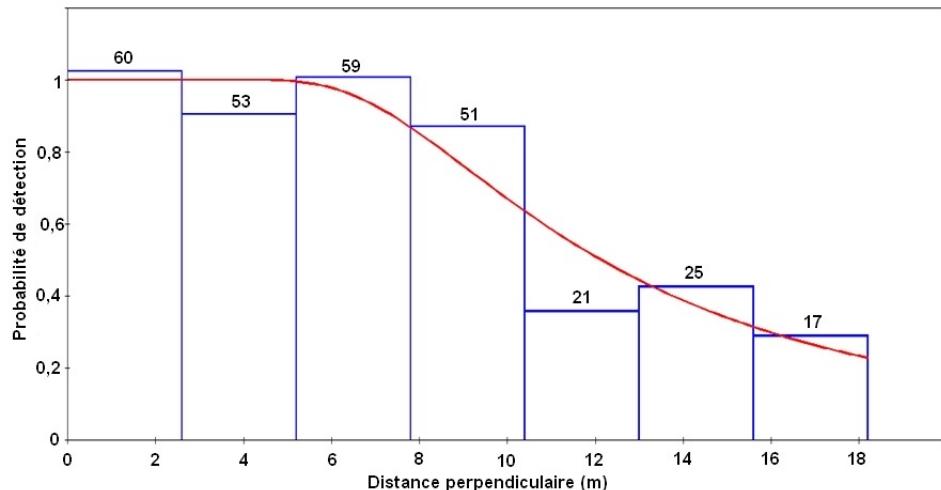
Résultats

Recensement du 5 juin 2025



Densité et effectif : modèle sans stratification

Bon ajustement du modèle sélectionné (fonction d'ajustement Hazard-rate)



Probabilité de détection
CV = 6,3% (< 20%)

Test d'ajustement
 $\chi^2 = 5,77$; ddl = 4 ; p < 0,217

Probabilité de détection $p = 0,697 [0,616 - 0,789]$

→ 21 à 38% des NAO présents entre 0 et 18,2m ne sont pas détectés par les observateurs

Densité et effectif

Paramètres	Estimation	-95% IC/+95% IC
Densité (NAO/m ²)	0,225	0,15 – 0,34
Nombre de NAO	975	649 - 1464

Résultats

Recensement du 5 juin 2025



Densité et effectifs : modèle avec stratification



*Bon ajustement du modèle sélectionné
(fonction d'ajustement Half-normal)*

Test ajustement de fonction de détection

Secteur homogène $\chi^2 = 10,29$; ddl = 5 ; p = 0,067

Secteur hétérogène $\chi^2 = 7,36$; ddl = 5 ; p = 0,194

CV probabilité de détection

Secteur homogène 6,84%

Secteur hétérogène 8,36%



Probabilité de détection entre 0 et 18,2m

Secteur homogène : p = 0,525 [0,458 - 0,600]

Secteur hétérogène : p = 0,794 [0,676 - 0,936]



% des oiseaux nicheurs non détectés entre 0 et 18,2m par les observateurs

Secteur homogène : 47%

Secteur hétérogène : 21%



Résultats

Recensement du 5 juin 2025

Densité et effectifs : modèle avec stratification

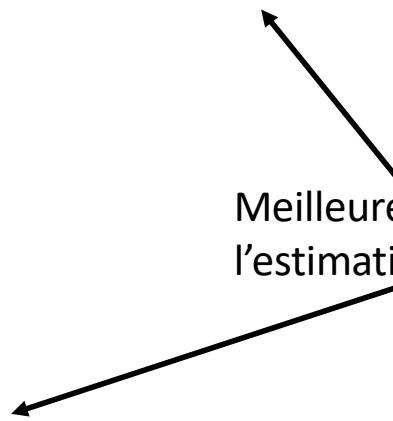
Densité et effectifs reproducteurs

Aire d'étude	Densité (NAO/m ²)	-95%IC/+95%IC	Nombre de NAO	-95%IC/+95%IC	
Homogène	0,248	0,136 – 0,452	622	341 – 1135	2510 m ²
Hétérogène	0,249	0,062 – 0,990	452	113 – 1813	1815 m ²
Total	0,248	0,017 – 0,363	1074	736 - 1569	4325 m ²

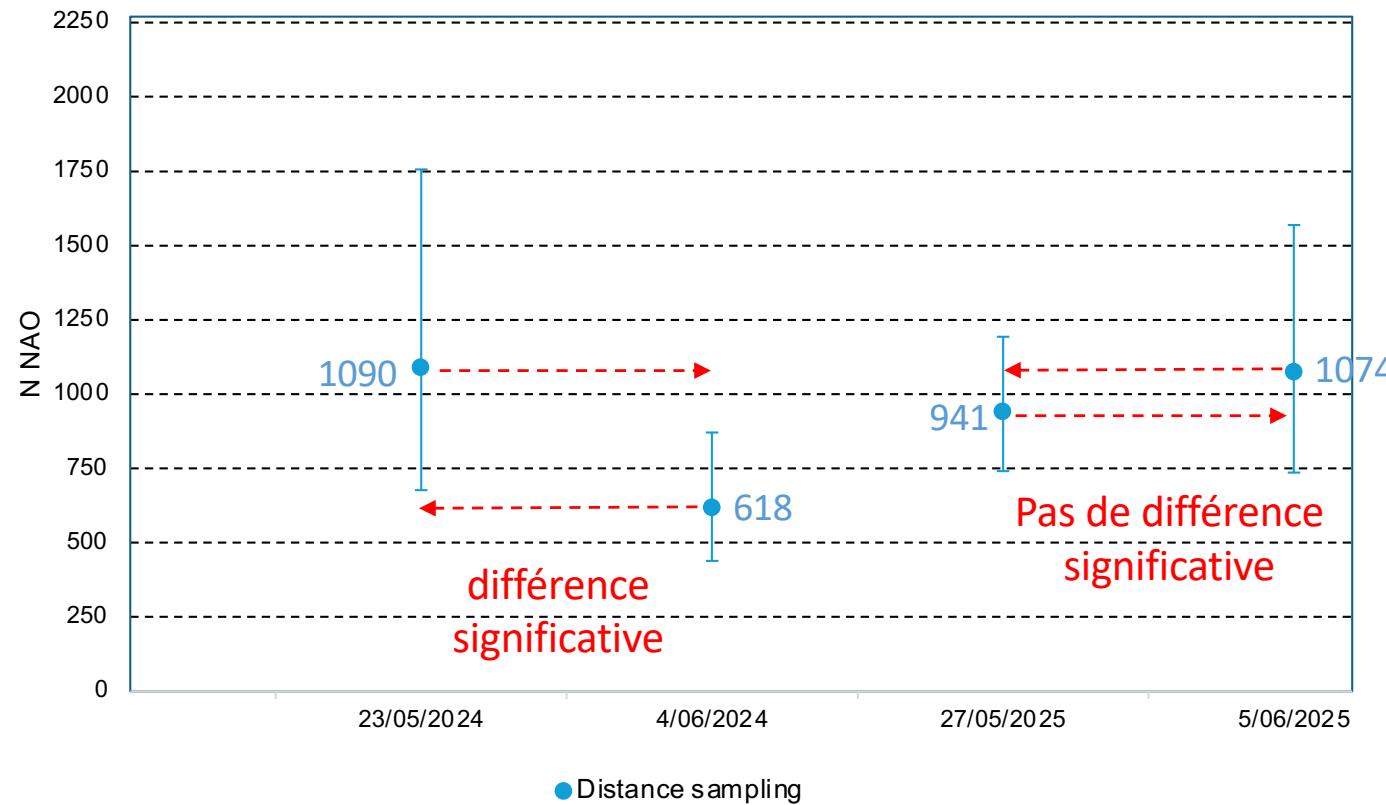
Densité et effectifs : modèle sans stratification

Paramètres	Estimation	-95% IC/+95% IC
Densité (NAO/m ²)	0,225	0,150 – 0,339
Nombre de NAO	975	649 - 1464

Meilleure précision de l'estimation comparée à



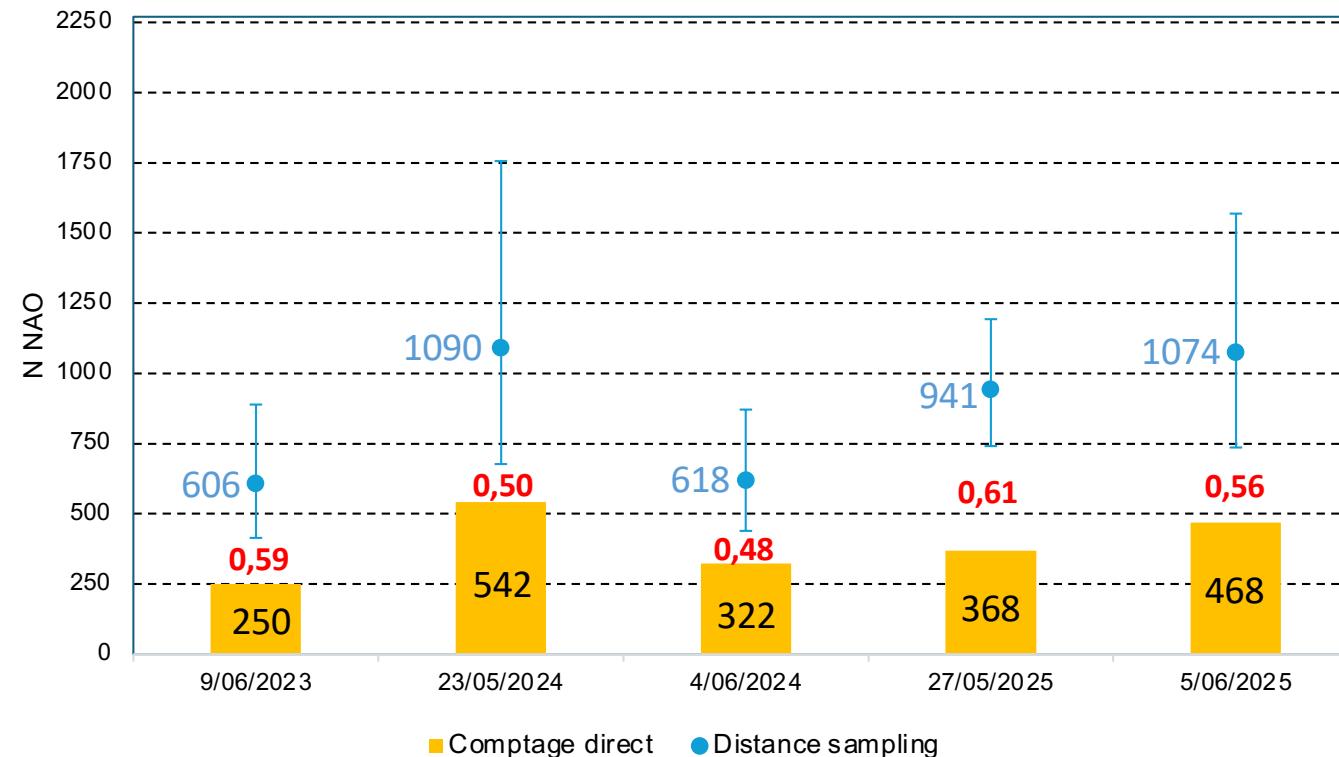
Comparaison des effectifs recensés à différentes dates



Un des points forts du distance sampling :
→ Encadrer l'estimation par des intervalles de confiance

Comparaison des effectifs recensés selon les méthodes

Comparaison des effectifs recensés par comptage direct à distance et par distance sampling



Le comptage à distance entraîne une sous-estimation des effectifs de 48% à 61% comparés à ceux obtenus par distance sampling



Conclusion

Intérêt de la méthode du distance sampling

Elle offre la possibilité de prendre en compte une probabilité de détection qui décroît avec la distance entre l'observateur et l'objet du recensement

Elle permet de produire des estimations de densité et d'effectifs non biaisées statistiquement ...

...encadrées par des intervalles de confiance

Elle nécessite cependant

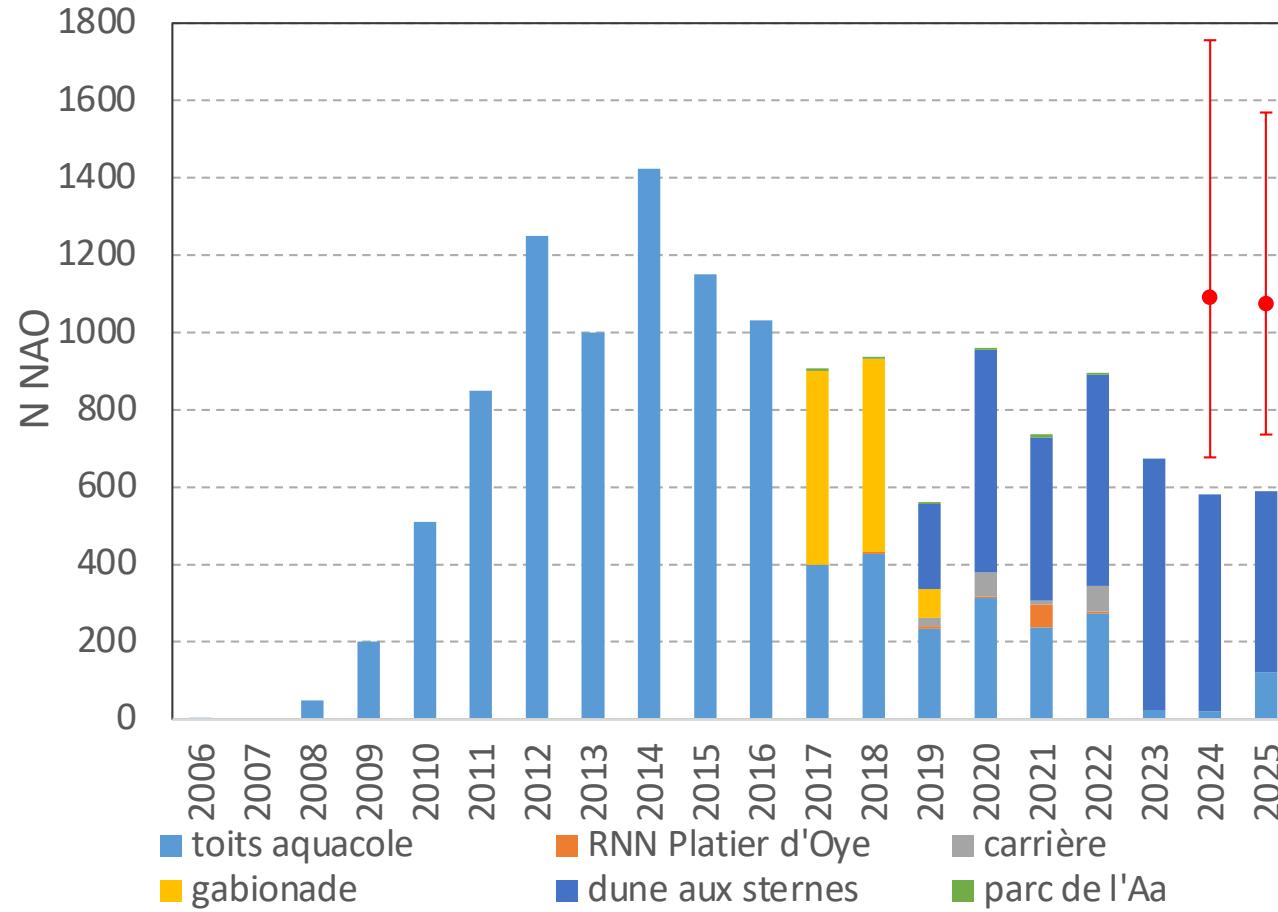
- Un nombre minimum > 50 d'objets détectés,
- de respecter 3 postulats :
 - tous les objets sur la ligne de transect sont détectés avec certitude
 - les objets sont mesurés à leur position initiale (avant déplacement)
 - les mesures de distance sont exactes,
- de connaître la superficie occupée par la colonie



Conclusion

Les comptages visuels à distance

- *Déclin des effectifs de Sterne pierregarin sur Gravelines depuis le milieu des années 2010 ?*



Sous l'hypothèse que les conditions de comptage sur les toits aquacoles en 2014 étaient bonnes (probabilité de détection proche de 1), un déclin significatif reste improbable