

# Étude de la fonctionnalité de la Baie d'Authie pour l'avifaune

Analyse de la campagne  
de suivi 2023 > 2024



NOVEMBRE 2024

Convention de partenariat  
Eden 62 - GON



## Remerciements

*Nos premiers remerciements vont à l'ensemble des opérateurs impliqués dans la mise en œuvre de la campagne de suivi 2023-2024 en baie d'Authie :*

*Arthur BAILLEUL (Stagiaire Eden62), Kevin BATELOT (EDEN62), Mickael BECQUELIN (EDEN62), Zoé BALLART (Stagiaire EDEN62), Mathieu BIGAND (EDEN62), Antoine BOULOGNE (EDEN62), Lily CHOCHOY (Stagiaire EDEN62), Mickael COULY (EDEN62), Bruno COSSEMENT (EDEN62), Remi DABROWSKI (EDEN62), Ethan DEGRUGILLIER (Stagiaire EDEN62), Marie DELAMAERE (EDEN62), Lucas DEVOS (EDEN62), Nicolas DILLY (FDC80), Alexandre DRIENCOURT (EDEN62), Margaux DUBALUT (Bénévole), Émilien DUBORPER (EDEN62), Alexandre DUMONT (EDEN62), Emma DUVIVIER (Stagiaire EDEN62), Léo-Paul GODDERIS (Stagiaire CEN), Sophie GRON (EDEN62), Nicolas FRANÇOIS (EDEN62), Rudy FOURCROY (EDEN62), Clément HEROGUEL (EDEN62), Emeline JUSTIN (Stagiaire EDEN62), Antoine KUHN (EDEN62), David LAVOGIEZ (EDEN62), Christian LEROY (EDEN62), Yohan MINET (EDEN62), Carole PERON (PNM-EPMO), Johann PETIT (EDEN62), Solene PETIT (EDEN62), Vincent PILON (EDEN62), Jean-Baptiste POULAIN (EDEN62), Camille RATIER (EDEN62), Jean-Denis RATIER (EDEN62), Vincent REPILLET (EDEN62), Guilhem ROCHOY (Stagiaire EDEN62), Adrien ROGUET (Stagiaire FDC80), Lucas VEILLOT (Stagiaire EDEN62), Jérôme SALMON (Stagiaire EDEN62), Alexandre SIBILLE (EDEN62), Guillaume SMAL (EDEN62), Elisa TAVART (Stagiaire Eden62), Chloé TELLIER (EDEN62), Quentin TELLIER (EDEN62), Fabien TOULOTTE (EDEN62), Axel VIARD (Stagiaire FDC80), Lola VIGLIANO (PNM-EPMO), Hortense WACOGNE (Stagiaire EDEN62)*

## Table des matières

I) Introduction.....	1
II) Contexte .....	2
III) Présentation de la zone d'étude.....	4
A) Les caractéristiques naturelles de la baie .....	4
1) Caractéristiques géographiques et naturelles .....	4
2) Espaces naturels protégés de la baie d'Authie.....	7
B) Activités humaines et pressions sur les habitats et les espèces.....	12
1) Les activités de loisirs : état des lieux et pressions engendrées sur les habitats et les espèces .....	12
2) Les aménagements en baie : état des lieux et pressions sur les habitats et les espèces .....	20
IV) Matériel et méthode.....	24
A) Protocoles de suivis .....	24
1) Suivi de l'avifaune fréquentant les prés salés.....	24
2) Suivi de l'avifaune fréquentant les vasières et les bancs de sable .....	27
3) Fréquence et calendrier des suivis.....	31
B) Méthode de hiérarchisation des espèces .....	34
1) Indice de vulnérabilité (IV).....	34
2) Indice de représentativité (IR) .....	36
3) Détermination des enjeux .....	38
C) Analyses statistiques et cartographiques .....	39
1) Cartographie avec la méthode de Jenks .....	39
2) Indice de diversité de Shannon .....	39
3) Indice de diversité de Simpson .....	39
4) Indice d'équitabilité de Pielou.....	40
5) Test de Kruskal-Wallis .....	40
6) Test de Wilcoxon .....	40
7) Corrélation de Spearman.....	40
8) Test VIF .....	41
V) Résultats .....	42
A) Description des données.....	42
B) Espèces à enjeux.....	46
C) Répartition spatiale et temporelle.....	51
1) Résultat général.....	51
2) Répartition par groupes d'espèces.....	60

D) Diversité spécifique.....	142
3) Diversité par groupes d'espèces.....	144
VI) Facteurs influençant la répartition.....	149
A) Habitats et ressources alimentaires .....	149
1) Végétation .....	149
2) Présence de proies.....	153
B) Fréquentation et interaction avec l'avifaune .....	156
VII) Retour d'expérience et contraintes .....	166
A) Facteurs influençant la détection.....	166
1) Réplicas.....	166
2) Chemins empruntés.....	168
3) Conditions météorologiques.....	169
B) Contraintes géographiques du site.....	172
C) Organisation des moyens humains et des plannings .....	173
D) Utilisation du matériel .....	174
VII) Discussion.....	176
VIII) Conclusions et perspectives .....	181
Bibliographie .....	182
Annexes.....	189
A) Applications "Vasières et bancs de sable" et "Prés salés" .....	189
1. 1) Vasières et bancs de sable.....	189
2) Prés salés.....	190
B) Cartographie .....	192
C) Espèces à enjeux .....	194
D) Script R.....	198
1) Vegelittes, Kruskal-Wallis.....	198
2) Test de Wilcoxon .....	200
3) Meteo, corrélation de Spearman.....	201
4) Diversité, Shannon, Simpson et Pielou .....	202

# I) Introduction

Comme cela est constaté à l'échelle de la biodiversité mondiale, de nombreuses espèces d'oiseaux affichent un très net déclin (WWF, 2022). En France métropolitaine, sur les 277 espèces d'oiseaux nicheuses, 92 étaient considérées en danger d'extinction en 2016, soit près d'un tiers d'entre elles. En période internuptiale, la France métropolitaine accueille un grand nombre d'espèces migratrices ou hivernantes dont une large proportion est également considérée en danger d'extinction (UICN FRANCE et *al.*, 2016).

Il est parfois possible de freiner, voire d'enrayer (au moins partiellement) ce déclin par des actions de conservation des espèces et de leurs habitats. On peut citer à titre d'exemple les efforts de protection des zones humides. Engagés depuis plus de deux décennies, les mesures ont globalement permis d'améliorer la situation de certaines espèces, nicheuses ou non, comme le Blongios nain, la Guifette moustac ou encore le Bécasseau maubèche. (UICN France et *al.*, 2011).

Au sein du périmètre du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO), quatre baies sont intégrées à l'inventaire des zones d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) : la baie de Somme, la baie d'Authie, la baie de Canche et la baie de Slack. Deux d'entre elles ont vu une partie de leur surface bénéficier d'une protection forte au titre de réserves naturelles nationales (RNN). Ce classement permet de préserver les zones humides et les espèces associées avec la mise en place de mesures réglementaires strictes, assurant un effort de conservation supplémentaire.

Si la baie d'Authie ne dispose pas de mesures de protection fortes, l'estuaire est cependant reconnu site RAMSAR, ce qui lui donne un statut de zone humide d'importance mondiale. Malgré sa valeur en termes d'habitats et de diversité spécifique, et bien que les espèces d'oiseaux utilisant la baie soient connues, la manière dont l'avifaune utilise ses divers espaces ainsi que les variables qui l'influencent restent encore méconnues.

L'objectif de l'étude consiste donc à améliorer les connaissances sur la répartition de l'avifaune au sein de la baie d'Authie selon les saisons, et à mieux identifier les facteurs qui influencent cette répartition, notamment les ressources alimentaires disponibles, les habitats et le dérangement engendré par les activités humaines. Cette étude contribuera ainsi à mieux comprendre la fonctionnalité de ce site pour l'avifaune. Le Parc naturel marin pourra ainsi s'appuyer sur cette étude afin de définir les zones d'importance et ainsi orienter des mesures de gestion et de protection adaptées.

## II) Contexte

Bien que de nombreux suivis de la faune locale soient réalisés depuis de nombreuses années par les bénévoles des associations naturalistes, les données recueillies ne permettent pas d'identifier précisément les zones considérées comme "fonctionnelles" pour les espèces. Cela résulte d'un état des connaissances du site globalement très hétérogène : quelques zones sont bien connues et suivies, mais elles s'avèrent finalement peu nombreuses. *A contrario*, il existe de vastes zones peu prospectées (notamment les prés salés) ; ce qui représente évidemment une lacune majeure quant à la connaissance relative de l'avifaune locale et de ses comportements (JUSTIN, E., 2023). Il y a donc un enjeu réel à réduire cette hétérogénéité des connaissances, et cela semble éminemment difficile à réaliser en ne comptant que sur des méthodes participatives (quand bien même il y aurait une mobilisation importante des observateurs bénévoles). C'est pourquoi il apparaît crucial de mettre en œuvre des méthodes de suivi protocolées ou semi-protocolées, qui assurent une collecte de données systématique et standardisée.

Le manque de connaissances globales sur le site de la baie d'Authie, et notamment sur le rôle que l'estuaire joue pour plusieurs groupes d'espèces, a motivé la création d'un partenariat entre le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale et le Syndicat Mixte Eden62. En 2021, à l'aide du soutien financier de l'Office français de la biodiversité (OFB) et de France Relance, un partenariat stratégique entre le PNM EPMO / OFB et le Syndicat mixte Eden62 a été établi dans le but d'animer et mettre en œuvre le plan de gestion multi-sites de la baie d'Authie. Un des axes majeurs de ce plan est d'accroître les connaissances sur les fonctionnalités écologiques de la baie.

Dans ce cadre, le Syndicat Mixte Eden62, structure coordinatrice du projet, a sollicité le Groupe Ornithologique et naturaliste du Nord, agissant en tant qu'expert scientifique, *via* un contrat de recherche et de développement afin d'acquérir des connaissances sur l'utilisation de la baie par l'avifaune en lien avec la ressource alimentaire et la fréquentation de la baie.

Ainsi, le GON a élaboré deux protocoles : l'un concernant les « Vasières et bancs de sable » et l'autre visant les « Prés salés » (WILLIAMS G., LEGROUX N., 2023). Pour élaborer ces protocoles, plusieurs experts scientifiques et naturalistes du Pas-de-Calais ont été consultés, notamment C. Luczak, maître de conférences à l'Université de Lille, S. Verne, salarié du GON et docteur en écologie, M. Guerville, E. Gesquiere, F. Caloin et F. Leviez, naturalistes confirmés, membres et bénévoles du GON. Les suivis sont réalisés sur l'ensemble d'un cycle annuel ; ce qui fait l'objet de 4 "périodes" classiquement considérées chez les oiseaux : la

période d'hivernage, la période de migration pré-nuptiale, la période de reproduction et la période de migration post-nuptiale.

Dans le but de récolter les données de manière standardisée, de capitaliser au mieux l'information et de faciliter son traitement, l'équipe technique du Système d'information Régional sur la Faune (SiRF), base de données faunistique gérée par le GON, a développé une application de saisie, de visualisation et d'extraction des données. C. Blaise et M. Thuillier ont participé au développement de cette application, entièrement et uniquement dédiée à l'étude ciblée. Cette dernière propose deux interfaces respectivement dédiées aux protocoles "vasières et bancs de sable" et "prés salés". Son format d'usage permet par ailleurs une saisie et bancarisation des données standardisées directement sur le terrain. La visualisation des données en temps réel et la réalisation d'analyses automatisées constituent d'autres avantages.

La mise en place du protocole sur le terrain a été assurée par le Syndicat mixte Eden62 et des structures partenaires : le Conservatoire des Espaces Naturels, le Parc naturel marin et la Fédération départementale des chasseurs de la Somme.

Les données ont ensuite été analysées par le Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord de la France, avec le soutien du Syndicat Mixte Eden62. Le présent rapport a été rédigé en collaboration entre le GON et Eden62.

### III) Présentation de la zone d'étude

#### A) Les caractéristiques naturelles de la baie

##### 1) Caractéristiques géographiques et naturelles

La baie d'Authie se situe à l'embouchure de l'Authie, fleuve côtier situé à cheval entre les départements du Pas-de-Calais au nord et de la Somme au sud. Le fleuve se jette dans la Manche en prenant la forme caractéristique d'un estuaire dit "de type picard" propre à la Côte d'Opale (NB : il existe 3 estuaires "de type picard" en France : celui de la Canche, celui de l'Authie et celui de la Somme, respectivement cités du nord au sud).

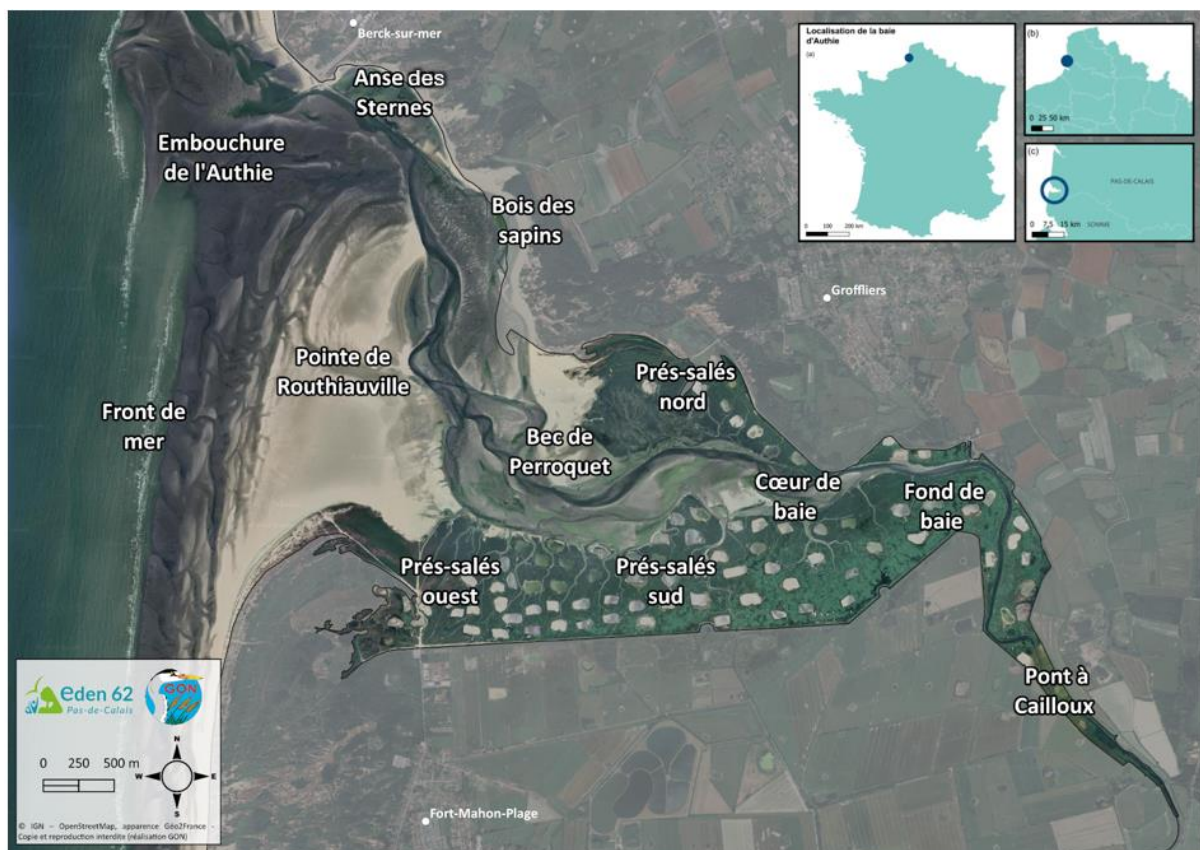


Figure 1 : Toponymie de la baie d'Authie et localisation des lieux-dits.

Les estuaires picards possèdent des caractéristiques qui les rendent uniques et les distinguent des autres types d'estuaires. En raison de la dérive littorale orientée Sud-Nord, ces derniers sont soumis à une dynamique sédimentaire particulière qui se manifeste par la formation d'une flèche sableuse au sud - appelée poulier - et d'une zone d'érosion au nord (DOBRONIAK C., 1999). Sous l'effet des vents, des marées et des courants marins, la baie ainsi formée est en perpétuel mouvement.



Situé à l'interface entre le fleuve et la mer, l'estuaire est une zone de mélange entre les eaux douces fluviales et les eaux salées marines, dont le principal gradient mésologique est lié au temps de submersion (TRIPLET P., 2012). L'interaction entre la terre et la mer génère une multitude d'habitats et de micro-habitats, ce qui confère à cet écosystème estuarien une richesse et une diversité spécifiques exceptionnelles. Cet écosystème fournit des espaces vitaux pour de nombreuses espèces : zones de repos, d'alimentation et de reproduction (AAMP / PNM EPMO, 2015). Considérée sous un angle spécifiquement ornithologique, on remarquera le fait que la baie d'Authie s'insère dans l'axe migratoire Est-Atlantique, ce qui la rend particulièrement importante pour l'avifaune.

Comme tout estuaire, la baie d'Authie présente trois milieux : la slikke, le schorre et les bancs de sable (Figure 102).

La slikke, communément appelée vasière, se développe en bordure du chenal. Elle se situe dans la partie inférieure de l'estran, celle qui est la plus souvent inondée, à chaque marée haute, y compris pendant les mortes-eaux (les marées de très faible amplitude). Elle est de fait totalement dépourvue de végétation. En baie d'Authie, la slikke s'étend sur environ 600 hectares. Elle est constituée de matériaux sablo-vaseux, dont les dépôts sont soumis aux divagations du fleuve.

La slikke abrite une grande diversité d'espèces. Parmi elles, figurent des invertébrés tels que les vers marins, les bivalves et les crustacés, essentiels à la chaîne trophique. Ils consomment notamment les matières organiques apportées par le fleuve Authie, les transformant en nutriments accessibles pour d'autres espèces. (AAMP / PNM EPMO, 2015). À marée haute, ce milieu accueille de nombreuses espèces de poissons. Les adultes viennent y chasser ou se reproduire ; les alevins l'utilisent comme zone de nurseries, à la fois riche en nourriture et relativement protégé des prédateurs (AAMP / PNM EPMO, 2015). À marée basse, de vastes étendues de vasières exondées deviennent accessibles, offrant une abondance de proies pour les oiseaux côtiers tels que les limicoles et les laridés, notamment lors des périodes de migration et d'hivernage (TRIPLET P., 2012). Les mammifères marins, bien que moins directement dépendants de la slikke, bénéficient également de la productivité de ce milieu. Les phoques gris et veaux marins tirent profit des ressources halieutiques de la baie (AAMP / PNM EPMO, 2015).

Le schorre, dénommé prés salés ou mollière est implanté au-delà de la slikke, dans la partie supérieure de l'estran. Il se forme dans les zones de faible profondeur protégées de la houle (TRIPLET P., 2012). Cet espace est recouvert par la mer uniquement lors des marées de vives eaux. Soumis au balancement des marées mais de manière plus espacée que la slikke,

le schorre accueille une végétation spécifiquement adaptée à ces conditions salines. Cet habitat se distingue sous la forme d'un tapis de végétation basse et dense, parsemé de chenaux nommés filandres (TRIPLET, P., 2024). En baie d'Authie, le schorre s'étend sur environ 500 hectares. Sa surface est ponctuée de mares creusées à des fins cynégétiques. Ces mares sont inondées lors de la période de chasse et exondées à partir de la fermeture de la saison.

Le schorre est divisé en trois zones distinctes, le bas schorre, le moyen schorre et le haut schorre.

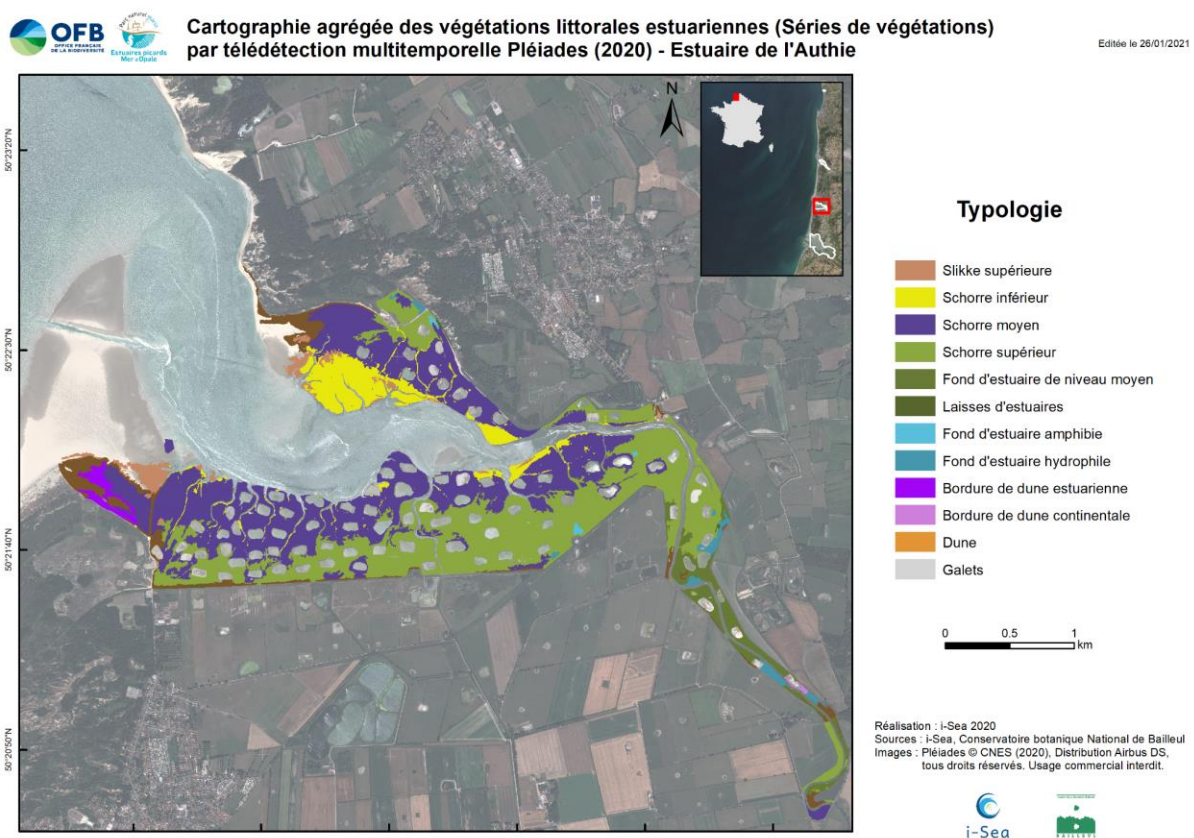


Figure 2 : Cartographie des séries végétations littorales estuariennes par télédétection multitemporelle Pléiades (2020) - L'estuaire de l'Authie (projet VEGELITES – PNM EPMO, CBN de Bailleul et i-Sea).

Le bas schorre constitue la partie la plus régulièrement inondée par les marées ; elle est de ce fait particulièrement riche en nutriments. Il accueille une végétation basse capable de tolérer un niveau élevé de salinité (COSSEMENT, B. et *al.*, 2019). Il est occupé majoritairement par le Puccinellie maritime (*Puccinellia maritima*), la Spartine (*Spartina maritima*), la Soude maritime (*Suaeda maritima*) et l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) (AAMP / PNM EPMO, 2015). Cette végétation apporte à la fois protection et nourriture à de nombreuses espèces marines. Le bas schorre favorise notamment la croissance des juvéniles de poissons et d'invertébrés, faisant de cette zone un lieu de

reproduction et d'alimentation essentiel pour de nombreuses espèces. Découvert par la mer, cet habitat est aussi très favorable à l'accueil des passereaux. La végétation basse produit en effet une grande quantité de graines, ce qui attire bien entendu les oiseaux granivores, particulièrement lors de la période d'hivernage (TRIPLÉ P., 2012).

Le moyen schorre, moins fréquemment inondé, abrite une diversité d'espèces végétales et animales adaptées aux conditions de salinité et d'humidité intermédiaires. La végétation, dominée par l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*), y est plus haute et plus dense que dans le bas schorre. Les mares de chasse présentes dans cette zone peuvent offrir un lieu de repos et d'alimentation pour les anatidés, laridés, limicoles et ardéidés pouvant être perturbé lors de la saison cynégétique et des dérangements occasionnés par l'entretien des huttes.

Le haut schorre est la partie présentant le plus de diversité végétale (AAMP / PNM EPMO, 2015). Il est composé d'une végétation plus haute, notamment les roselières à Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) ou à Roseau commun (*Phragmites australis*), les prairies à Jonc de Gérard (*Juncus gerardii*), ou l'Obione pédonculée (*Halimione pedunculata*), l'une des espèces les plus rares de France (AAMP / PNM EPMO, 2015). Cette végétation offre des conditions de nidification optimales pour les passereaux, notamment les espèces inféodées aux milieux humides ou agricoles (MEIRLAND A. et al., 2016).

Enfin, le banc de sable, nommé Pointe de Routhiauville, est une plate-forme sableuse de plus de trois kilomètres allant du sud vers le nord. Cette langue de sable est essentiellement alimentée par apport de sédiments marins ainsi que par l'érosion des dunes de la rive nord de l'Authie (DOBRONIAK C., 1999). Le banc de sable, qui, à marée haute, reste partiellement émergé, offre un reposoir précieux à la faune locale. Il est l'une des zones privilégiées pour le repos des laridés et des limicoles ainsi que les phoques. Cette zone abrite essentiellement des organismes marins, notamment des crustacés et des amphipodes. Ces petits invertébrés constituent une source de nourriture indispensable pour les oiseaux marins qui fréquentent la région (AAMP / PNM EPMO, 2015).

## 2) Espaces naturels protégés de la baie d'Authie

La baie d'Authie bénéficie de divers statuts de protection, de labels et d'inventaires qui témoignent de son importance écologique et de sa valeur environnementale remarquable.

## a) Sites Natura 2000

L'ensemble de l'estuaire est reconnu au sein du réseau Natura 2000 (Figure 4), qui se décline sous deux formes principales : les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et les Zones de Protection Spéciale (ZPS).

L'entièreté de la baie est désignée en Zone Spéciale de Conservation (ZSC) avec 3 sites distincts. Deux ZCS sont exclusivement marines : ZSC FR3102005 " Baie de Canche et couloir des trois estuaires ", ZSC FR2200346 " Estuaire et littoral picards (baies de Somme et d'Authie) ". Une ZSC concerne essentiellement l'arrière du littoral et le cordon dunaire au nord (ZSC FR3100482 "Dunes de l'Authie et Mollières de Berck"). Les ZSC sont des sites reconnus pour la richesse des habitats dans le cadre du réseau Natura 2000 de l'Union européenne. Elles visent à maintenir ou rétablir un état de conservation favorable pour les habitats naturels et les espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire.

D'autre part, une partie de la baie d'Authie sud est classée en Zone de Protection Spéciale (ZPS), désignée en 2006. La ZPS FR2210068 "Estuaires Picards : Baie de Somme et d'Authie" s'étend sur 15 214 hectares dont 190 hectares sont compris sur le périmètre de la baie d'Authie. Les ZPS, parties intégrantes du réseau Natura 2000, sont spécialement conçues pour la conservation des oiseaux sauvages. Elles visent à assurer le maintien des espèces d'oiseaux en leur fournissant des habitats nécessaires pour le repos et l'alimentation.

Les ZSC FR3102005, ZSC FR2200346 et ZPS 2210068 étant des sites Natura 2000 majoritairement marins, ils sont ainsi géré par l'OFB / PNM EPMO.

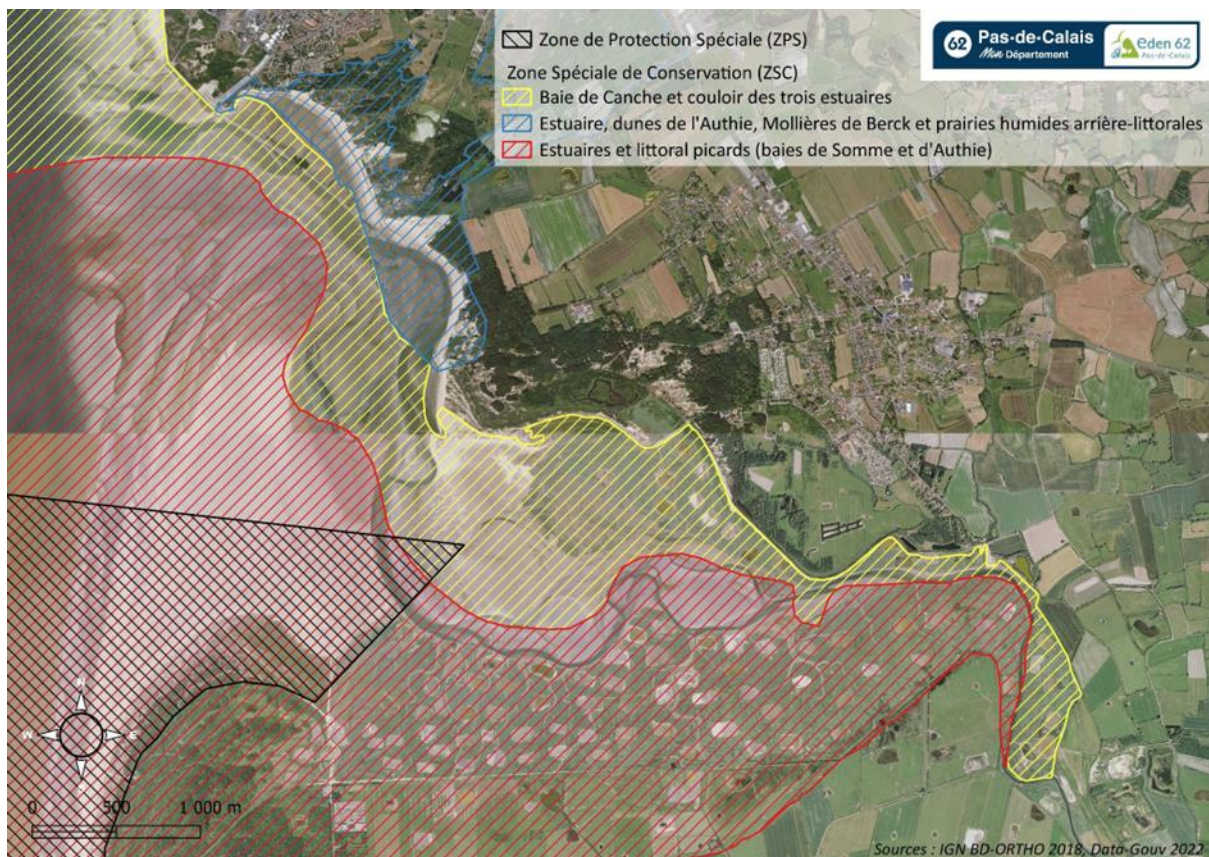


Figure 3 : Zonage Natura 2000 en baie d'Authie.

## b) Les inventaires ZNIEFF et ZICO

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), lancé en 1982 par le Ministère de l'Environnement a pour objectif d'identifier des secteurs écologiquement importants en France. Cet inventaire est un élément majeur de la politique de prise en compte de la nature car il doit impérativement être consulté pour tout projet d'aménagement. Ils sont essentiels pour éclairer les décisions d'aménagement, mais ils n'empêchent pas nécessairement les activités destructrices si elles ne sont pas accompagnées de mesures législatives robustes.

Les ZNIEFF de type I concernent les secteurs ayant un grand intérêt biologique et écologique. Elles s'étendent majoritairement sur des surfaces réduites et sont définies par la présence d'espèces rares. L'ensemble de la baie d'Authie est couvert par cet inventaire, soulignant la richesse biologique et écologique de cette zone (FR220004972 et FR310007240).

Le sud de la baie est également classé en ZNIEFF de type II (FR220013894). Cette classification inclut des ensembles naturels cohérents et plus riches que les milieux environnants, résultant d'une approche globale du territoire qui met en avant la cohérence écologique et les liens fonctionnels étroits entre les différents habitats de la baie d'Authie et ses alentours.

L'estuaire et ses abords (dunes et bas-champs) sont également désignés comme une Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) PE 10 : « Estuaires Picards : Baies de Somme et d'Authie » dans le cadre de la directive Oiseaux. Cet inventaire reconnaît le rôle crucial de la baie dans la préservation des populations aviaires, en soutenant notamment la désignation des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

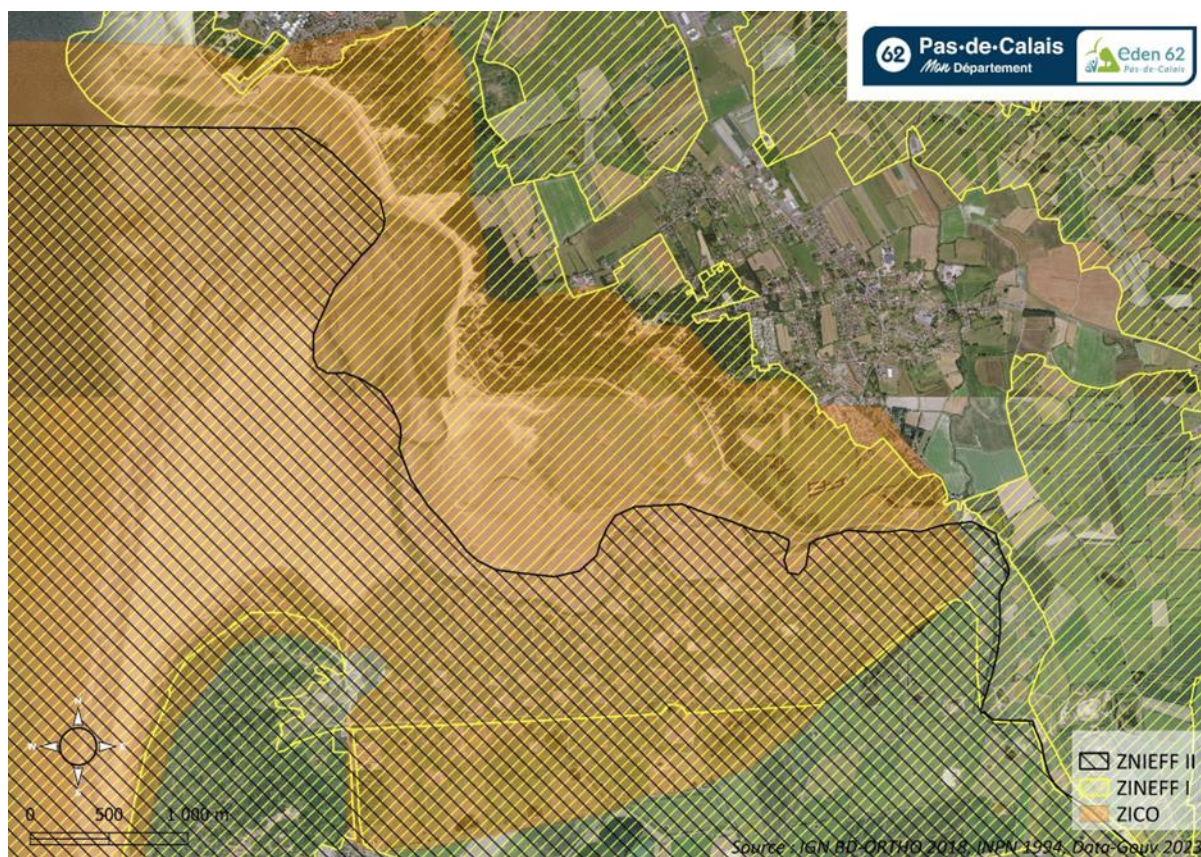


Figure 4 : Zonage des labels ZNIEFF et ZICO en baie d'Authie.

### c) Site Ramsar

La convention des zones humides, également connue sous le nom de convention de Ramsar, a été adoptée en 1971 avec pour objectif principal de promouvoir l'utilisation durable des zones humides à l'échelle mondiale. Les sites Ramsar sont des zones humides d'importance internationale, reconnues pour leur valeur écologique, leur biodiversité exceptionnelle et les nombreux services écosystémiques qu'elles fournissent. En 1998, la partie sud de la baie d'Authie a été désignée comme site Ramsar, témoignant de son importance environnementale. La baie d'Authie fait partie intégrante du site Ramsar de la "Baie de Somme", (FR7200018) qui s'étend sur une superficie de 19 090 hectares.

#### d) Réserve de chasse et de faune sauvage

La réserve de Chasse Maritime Authie-Somme nommée Littoral Nord de la Somme a été créée en 1973. Elle est délimitée au nord par l'axe du chenal principal de l'Authie jusqu'à 3 milles en mer, à l'est par l'alignement de l'extrémité ouest de la mare de hutte de chasse dite « Canterelle » située sur la Pointe de Routhiauville avec le phare de Berck. Tout acte de chasse est interdit dans la réserve (ROLET C., 2019). L'accès aux véhicules à moteur, l'introduction d'espèces domestiques, ainsi que l'excavation ou le stockage de matériaux sont interdits, sauf dans le cadre des opérations de gestion et de protection des milieux naturels, de la faune et de la flore sauvage, ainsi que des travaux de défense contre la mer et de lutte contre les pollutions marines (Article IV, arrêté préfectoral de la Somme du 8/12/2005) (ROLET C., 2019).

#### e) Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale

La baie d'Authie fait partie du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (gérée par l'Office français de la biodiversité). Créée en 2012, cette aire marine protégée couvre une vaste zone (2 300 km<sup>2</sup>) incluant plusieurs estuaires côtiers. En tant que Parc naturel marin, elle vise à préserver la biodiversité marine et côtière, à promouvoir des activités humaines respectueuses de l'environnement, et à sensibiliser le public à l'importance de la conservation marine. Les orientations de gestion du Parc naturel marin sont fixées par décret. Un plan de gestion d'une durée de 15 ans est établi pour décliner ces orientations de gestion en objectifs. Plus d'informations sur les objectifs du Parc : [Plan de gestion |Parc naturel marin Estuaires picards et de la mer d'Opale \(parc-marin-epmo.fr\)](http://Plan%20de%20gestion%20Parc%20naturel%20marin%20Estuaires%20picards%20et%20de%20la%20mer%20d'Opale%20(parc-marin-epmo.fr)) .

#### f) Espaces protégés du Conservatoire du littoral

En plus de sa vaste étendue marine, la baie d'Authie est entourée par des espaces naturels sensibles, acquis par le Conservatoire du littoral, un établissement public. Le Conservatoire joue un rôle crucial en tant que partenaire dans la protection de ces zones côtières. Lorsqu'il acquiert des terrains, ceux-ci deviennent inaliénables, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent plus être vendus ou exploités à d'autres fins que la conservation naturelle. Ainsi, ces terrains sont exclusivement destinés à préserver la nature et accueillir le public. En baie d'Authie, la gestion de ces espaces est partagée entre deux entités : le Syndicat Mixte Eden62, qui s'occupe des terrains situés au nord, et le Syndicat Mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard, responsable de ceux situés au sud.

Les inventaires et protections comme les sites Natura 2000, les ZNIEFF et les ZICO, bien que cruciales pour la reconnaissance et la conservation des habitats et des espèces, ne constituent pas des mesures de protection fortes. Elles reposent souvent sur des engagements volontaires et la coopération des acteurs locaux, plutôt que sur des réglementations strictes et contraignantes (sauf mesures réglementaires prévues dans le document d'objectifs du site).

## B) Activités humaines et pressions sur les habitats et les espèces

Les pressions sur les habitats et les espèces sont multiples et variées provenant de facteurs anthropiques et naturels. Ces pressions peuvent altérer ou dégrader les écosystèmes, réduisant ainsi la capacité des espèces à survivre et à se reproduire. Les pressions exercées sur les espèces sont souvent qualifiées de dérangements et définies selon TRIPLET P. et SCHRICKE V. (1998), comme « *tout événement généré par l'activité humaine qui provoque une réaction de défense ou de fuite d'un animal, ou qui induit directement ou non, une augmentation des risques de mortalité pour les individus de la population considérée ou, en période de reproduction, une diminution du succès de reproduction* ».

L'objectif ici n'étant pas de dresser une liste exhaustive des pressions possibles, nous allons nous centrer essentiellement sur l'impact des activités humaines sur les espèces et leurs habitats.

### 1) Les activités de loisirs : état des lieux et pressions engendrées sur les habitats et les espèces

#### a) Description des activités de loisirs en baie d'Authie

Longtemps espace naturel utilisé pour quelques activités de loisirs historiques, comme la chasse maritime, la cueillette ou la pêche, la baie d'Authie est aujourd'hui le lieu de nombreuses activités de loisirs qui se sont développées avec l'essor du tourisme balnéaire (AAMP / PNM EPMO, 2015).

Les études menées sur les activités de loisirs en baie d'Authie (EDEN62, COSSEMENT B., et *al.*, 2019 ; AAMP / PNM EPMO, 2015 ; LE GUYADER D., 2018) ne donnent que peu d'informations sur la fréquentation réelle de la baie et la localisation des activités. L'étude



conduite par le Syndicat mixte Eden62 en 2023 sur la fréquentation et les activités de loisirs en baie d'Authie (TELLIER C., JUSTIN E., 2024) servira de référence pour présenter les activités en baie. Cette étude comprend 10 sessions de comptage, réparties sur une année. Pour chaque comptage, le dénombrement des activités de loisirs a été effectué pendant une heure par observation depuis un point fixe.

Au total, 16 activités de loisirs ont été recensées au cours d'une année. Elles comptent les activités de loisirs terrestres et aériennes, aucune activité de loisirs maritime n'ayant été recensée du fait de la méthode d'échantillonnage (réalisation des suivis à marée basse).

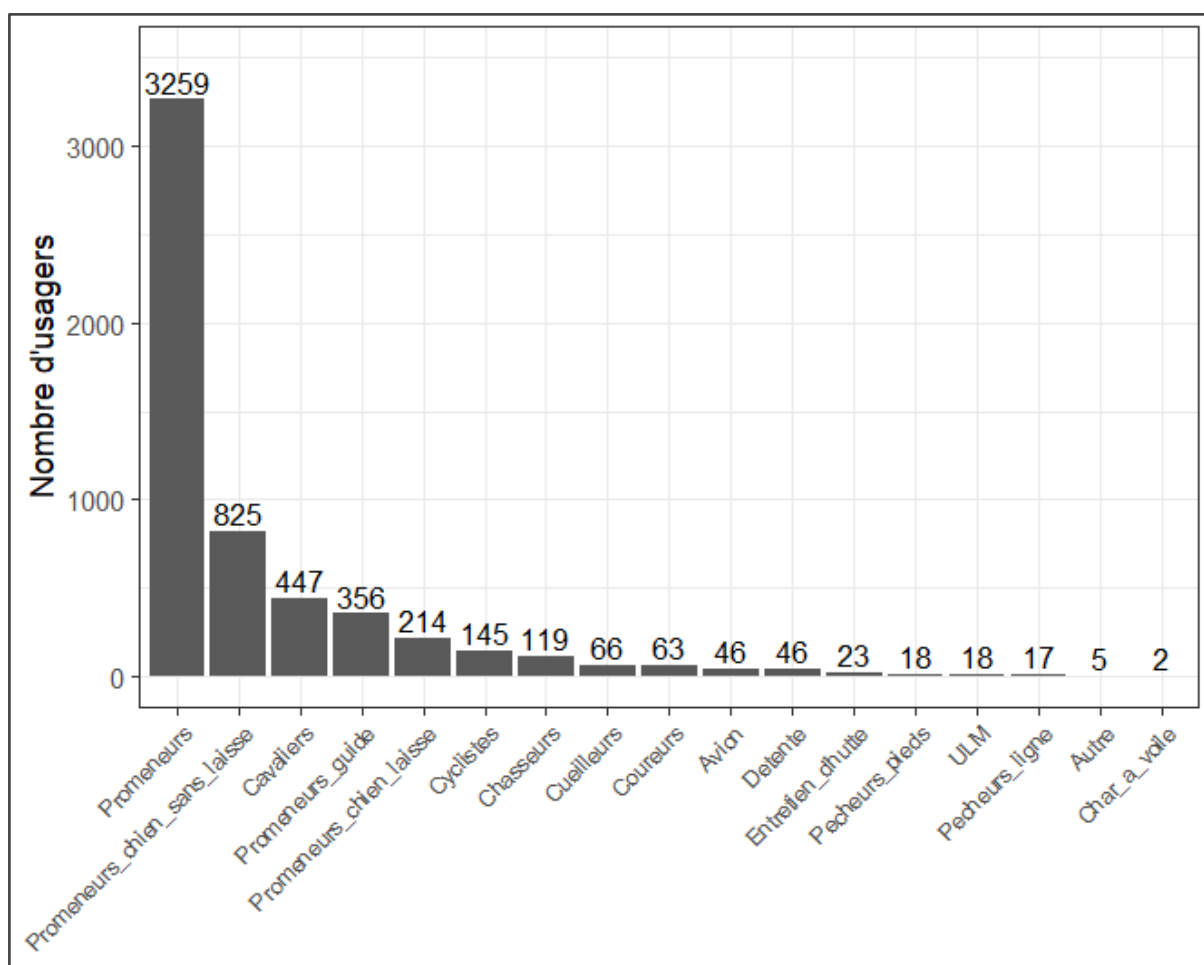


Figure 5 : Nombre d'usagers recensés par activité lors du suivi de la fréquentation.

L'activité de loisirs majoritairement observée est l'activité de promenade (Figure 5), qui, pour toutes dates confondues, représente 82% des activités de loisirs. Dans ces 82% sont compris, la promenade seule, la promenade avec chien en laisse, la promenade avec chien sans laisse et la promenade avec guide.

Outre l'attrait grandissant des personnes pour les sports de nature, la baie d'Authie a bénéficié de plusieurs aménagements facilitant l'accès à la baie ces dernières années. En effet, de nombreuses infrastructures d'accueil du public ont été réhabilitées ou créées : le parking de

la Madelon, anciennement implanté sur le domaine public maritime a été reculé et réaménagé, de même pour le parking présent au bout de la rue Charles Delesalle. En fond de baie, une passerelle a été réalisée dans le secteur du Pont à Cailloux permettant aux usagers de traverser l'Authie et ainsi relier le nord et le sud de la baie.

Par ailleurs, des sentiers de randonnée se sont multipliés et des belvédères ont été construits offrant aux usagers la possibilité de découvrir les paysages et la biodiversité en baie d'Authie (Figure 6).



Figure 6 : Sentiers balisés et aménagements pour l'accueil du public en baie d'Authie.

Bien que l'activité de promenade soit majoritaire, il faut noter une proportion importante de cavaliers sur le site. Deux centres équestres sont implantés à proximité immédiate, permettant ainsi aux cavaliers de bénéficier d'un accès direct à la baie (Figure 7).



Figure 7 : Sentiers équestres balisés en baie d'Authie.

Il faut souligner aussi que certaines activités sont saisonnières, telles que la chasse ou la cueillette qui dépendent des dates d'ouverture. D'autres activités sont particulièrement dépendantes des conditions météorologiques, notamment les activités aériennes.

Cette étude a par ailleurs permis de mettre en lumière que la baie d'Authie est un site naturel fréquenté tout au long de l'année (Figure 8). Bien que le pic de fréquentation ait été atteint lors de la saison estivale, durant la période de vacances scolaires, le site demeure largement fréquenté hors période de vacances et hors week-ends. Le principal paramètre influant sur la fréquentation semble être lié aux conditions météorologiques. En période printanière et estivale, le site connaît une fréquentation importante. Une baisse progressive a ensuite été constatée entre les périodes automnale et hivernale.

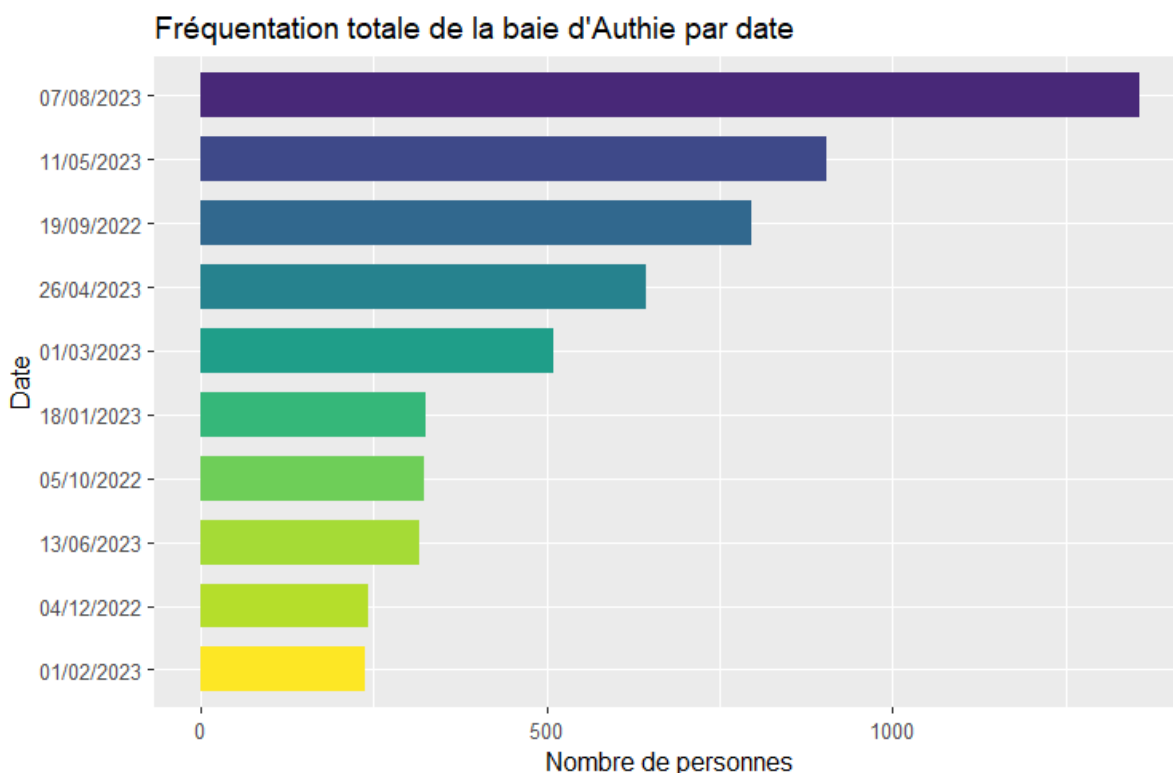


Figure 8 : Fréquentation totale de la baie d'Authie par date (TELLIER C., JUSTIN E., 2024).

D'un point de vue spatial, un maillage cartographique a permis de délimiter les zones de prospection, offrant une vue d'ensemble de la répartition des activités. La fréquentation de la baie n'est pas homogène : certaines zones sont très utilisées pour les activités de loisirs tandis que d'autres ne sont pas du tout fréquentées. Ces variations peuvent s'expliquer en grande partie par les contraintes physiques du site. En effet, certaines zones de la baie sont particulièrement difficiles d'accès. Des secteurs requièrent de parcourir de longues distances ou présentent des obstacles physiques tels que la végétation dense ou la présence de vasières. C'est notamment le cas pour la zone au nord de la Pointe de Routhiauville et les zones proches du chenal de l'Authie où aucune activité de loisirs n'a été enregistrée. Les prés salés, lorsqu'ils sont éloignés de zones d'accès à la baie, sont aussi peu fréquentés. Ils sont majoritairement utilisés pour des activités de loisirs telles que la chasse et la cueillette. À l'inverse, certaines zones de la baie attirent un grand nombre de visiteurs. La zone de l'Anse des sternes, la sortie de la rue Charles Delesalle, l'entrée sud de la baie et la zone du Bois des Sapins sont très fréquentées, probablement en raison de la présence de sentiers et d'aménagements facilitant leur accessibilité. Ces zones constituent des points d'accès privilégiés à la baie (Figure 6).

## b) Pressions et impacts engendrés par les activités de loisirs sur les habitats et les espèces

La fréquentation humaine, en particulier dans les zones où elle est élevée, peut entraîner des perturbations significatives pour les espèces locales et la destruction de leurs habitats.

La dégradation physique du milieu naturel en baie d'Authie est une conséquence directe et visible de la fréquentation humaine. Le piétinement répété par les visiteurs endommage la végétation et compacte les sols (BLANDIN P., et *al.*, 1982). Ce piétinement peut mener à la disparition totale de la végétation, laissant les sols à nu.

En baie d'Authie, la prolifération de sentiers non balisés est significative, souvent causée par une surfréquentation de certains secteurs et par l'entretien des sentiers pour l'activité cynégétique. Ce chevelu de sentiers est représenté sous la carte ci-dessous (Figure 9) qui met en évidence l'ensemble des sentiers non balisés en baie d'Authie. Ainsi, les végétations les plus impactées par la multiplication de sentiers, notamment en raison de la mise à nu des sols, comprennent des espèces végétales rares et précieuses telles que le Lilas de mer (*Limonium vulgare*) et l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) (Figure 2). Ces plantes sont d'une importance écologique significative et font partie des enjeux majeurs de conservation du plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (AAMP / PNM EPMO, 2015).



Figure 9 : Sentiers non balisés dans les prés salés de la baie d'Authie.

Outre la dégradation du milieu causée par le piétinement, l'entretien des abords des huttes de chasse modifie la composition végétale et la structure de l'habitat. En effet, le fauchage aux abords des huttes est quasiment systématique car il améliore les conditions de visibilité et rend la zone plus attractive pour les limicoles et les anatidés. Bien que cette pratique soit profitable pour les espèces floristiques d'intérêt patrimonial (BLONDEL C. et al., 2022), celle-ci engendre des modifications de l'habitat. Les changements de cortèges de végétations sont particulièrement impactants pour les huttes présentes dans les roselières, favorables à l'accueil d'oiseaux paludicoles d'intérêt patrimonial, dont certains ont un statut menacé avec une population en déclin (Conseil de gestion PNM-EMPO du 22/02/2024, Délibération n°2024-CG-04).

Indépendamment de la modification de leurs habitats, la fréquentation perturbe également le comportement des oiseaux. L'avifaune est particulièrement sensible aux dérangements provoqués par les activités de loisirs. L'interaction avec une activité de loisirs va générer un stress chez les individus. L'apparition d'un état de stress chez l'oiseau va engendrer des modifications physiologiques (augmentation du rythme cardiaque, changements hormonaux, augmentation de la température), qui vont conduire à une perte d'énergie chez l'animal. (LE CORRE N., 2009).

Chez les oiseaux, le dérangement va provoquer une réaction d'évitement ou de fuite (TRIPILET P., 2009) de leurs sites de repos, d'alimentation ou de nidification. La réaction d'évitement est due à un dérangement dit passif : une activité de loisirs est réalisée dans une zone favorable à l'accueil des oiseaux, mais la présence de l'activité oblige l'animal à choisir une autre zone pouvant être moins intéressante. La fuite est, elle, une réponse à un dérangement dit actif, dû à une interaction directe entre un oiseau et une activité qui le contraint à se déplacer (TRIPILET P., 2009). Cette fuite, induisant une perte d'énergie, peut avoir des conséquences néfastes sur la condition physique des oiseaux.

Il faut aussi noter que l'impact du dérangement varie aussi en fonction des espèces et de la saison. En période hivernale, la dépense d'énergie chez les oiseaux est plus importante. En effet, du fait des conditions climatiques difficiles (froid, précipitations, vent), les oiseaux doivent dépenser plus d'énergie pour maintenir leur température corporelle (TAMISIER A., et *al.*, 2003). A cette variable, s'ajoute la moindre quantité de nourriture disponible et donc une source d'énergie moins abondante. Tout dérangement supplémentaire intensifie donc cette pression, forçant les oiseaux à dépenser une énergie précieuse qu'ils ne peuvent pas facilement remplacer (TAMISIER A., et *al.*, 2003). En période de migration, les oiseaux dépensent une grande quantité d'énergie lors de vols prolongés sur de longues distances. Avant leur migration, ils accumulent des graisses nécessaires à leur voyage. La perte d'énergie liée aux dérangements est donc particulièrement impactante lors des périodes migratoires (PAILLET J., 2012 ; TAMISIER A., et *al.*, 2003). En période de reproduction, le dérangement peut avoir un effet physiologique direct. En effet, le stress causé par des perturbations fréquentes au cours de cette période réduit le taux reproductif des oiseaux (LE CORRE N., 2009). Ce stress affecte plus particulièrement les jeunes individus plus fragiles (LE CORRE N., 2009).

Par ailleurs, outre les modifications physiologiques, les perturbations peuvent inciter les oiseaux à abandonner leur nid, rendant ainsi les œufs et les oisillons vulnérables aux prédateurs et aux conditions climatiques. De plus, les oiseaux dérangés passent moins de temps à surveiller les prédateurs, ce qui augmente le risque de prédation (PAILLET J., 2012).

Enfin, les activités humaines peuvent avoir un impact direct sur les oiseaux, allant jusqu'à entraîner leur mort. Cette situation est particulièrement préoccupante pour les espèces nicheuses au sol, comme le Gravelot à collier interrompu, directement menacées par le piétinement humain. Le passage répété des visiteurs peut détruire leurs nids, écraser les œufs ou les poussins, et forcer les adultes à abandonner leur site de nidification, compromettant ainsi leur reproduction et leur survie. La présence de chiens non tenus en laisse est

particulièrement néfaste en période de reproduction, car les jeunes oiseaux deviennent des proies faciles.

Les mammifères marins présents en baie d'Authie peuvent aussi être impactés par les activités de loisirs. Les phoques gris et veaux marins sont particulièrement sensibles aux dérangements. Installés sur les bancs de sable pour le repos, une mise à l'eau forcée, notamment celle des nouveau-nés ou des individus les plus fragiles, peut causer le décès de l'animal (AAMP / PNM EPMO, 2015).

## 2) Les aménagements en baie : état des lieux et pressions sur les habitats et les espèces

Indépendamment des pressions exercées (dérangement, perte d'habitat...) par la fréquentation du public et les activités de loisirs, de nombreux aménagements ont été réalisés en baie, ce qui accentue les pressions sur les habitats et les espèces.

### a) Les aménagements en baie d'Authie

La baie d'Authie étant sujette à une érosion importante au nord du fait de sa dynamique naturelle, de nombreux aménagements ont été réalisés.

Historiquement, des digues ont été érigées pour gagner des surfaces agricoles sur la mer (polders) ou pour protéger les biens et les personnes (Figure 10).





Figure 10 : Les aménagements côtiers historiques en baie d'Authie.

Bien que la pratique historique de gagner des terres sur la mer ait récemment pris une tournure inverse, la tempête Xynthia, qui a sévèrement frappé les côtes françaises en 2010, a fortement sensibilisé la population et les autorités aux dangers posés par le changement climatique (CHAUVEAU E., et al., 2011). En conséquence, Xynthia a stimulé des discussions et des actions pour renforcer les mesures de protection, améliorer la planification urbaine et adopter des politiques plus résilientes face aux défis environnementaux futurs (ROCLE N., 2019). Depuis 2011, les communautés de communes ont repris les compétences en matière de gestion des risques, au travers du Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI).

En baie d'Authie, le transfert de compétences a conduit à la mise en place de divers aménagements visant à contrer l'érosion, en particulier sur les secteurs du Bois des Sapins et de l'Anse des sternes.

Ces zones ont fait l'objet de plusieurs interventions entre 2011 et 2020. Pour le secteur du Bois des Sapins, des rechargements de sable ont été effectués afin de renforcer le cordon dunaire. En tout, environ 70 000 m<sup>3</sup> de sable ont été apportés entre ces deux dates. Pour stabiliser le sable, des filets en coco ont été installés à plusieurs reprises ainsi que des filets

expérimentaux S-Ables. De plus, 500 big-bags ont été positionnés pour tenter de renforcer le cordon dunaire. En parallèle, les enrochements de l'Anse des sternes ont été réhabilités en 2019.

Cependant, face à l'efficacité limitée de ces mesures et au besoin de protéger les biens et les personnes, des travaux d'urgence ont été lancés en 2019. Ces travaux avaient pour objectif de renforcer le cordon dunaire du Bois des Sapins et ainsi diminuer l'érosion de la zone. Environ 350 000 m<sup>3</sup> de sable ont été déposés au Bois des Sapins. Pour garantir ce rechargement et assurer le passage des engins pour l'extraction de sable sur la Pointe de Routhiauville, l'assise digue Barrois, érigée en 1865, a été complétée par la pose d'enrochements et renforcée par un apport de sable. Parallèlement, une tentative de déviation de l'Authie en creusant une tranchée à travers le poulier à été effectuée. Le creusement insuffisant n'a pas permis de rediriger le fleuve. Le passage des engins en aval de la digue Barrois est resté impossible. Les engins ont donc traversé l'Authie au niveau du Bois des Sapins en prélevant le sable situé en face. Une ouverture (un gué) a été maintenue à l'est du poulier afin de garantir le passage des bateaux et des espèces de poissons migrateurs. Pour sécuriser le sable sur place, des épis déflecteurs de courant ont été installés de part et d'autre du Bois des Sapins. En 2022, 35 000 m<sup>3</sup> de sable ont été déposés à nouveau pour tenter de maintenir la dune.



Figure 11 : Les aménagements côtiers historiques en baie d'Authie.

Actuellement, en dépit des nombreux aménagements réalisés pour lutter contre l'érosion en baie d'Authie, le phénomène continue d'affecter le Bois des Sapins de manière significative. Les rechargements de sable et les dispositifs de stabilisation, tels que les *big-bags* installés, montrent des signes d'usure et ne parviennent pas à stopper efficacement l'érosion.

#### b) Pressions et impacts engendrés par les aménagements sur les milieux et les espèces

Les aménagements côtiers réalisés dans la baie d'Authie ont été entrepris dans un contexte d'urgence, sans qu'une étude d'impact environnemental préalable n'ait été menée. L'absence de cette analyse rend difficile l'évaluation précise des conséquences écologiques de ces interventions. Cette lacune complique non seulement l'appréciation des effets immédiats, mais aussi la compréhension des impacts à long terme sur les habitats et les espèces locales. À ce jour, les observations en baie d'Authie reposent uniquement sur des constats de terrain, sans étude pour les appuyer. Il est observé depuis plusieurs années que le niveau topographique en amont de la digue Barrois tend à s'élever, créant des langues de sable dans le lit de l'Authie. Par ailleurs, au niveau du coude du polder de Groffliers, l'Authie semble dévier progressivement son cours vers l'est. Toutefois, ces observations ne sont pas corroborées par des analyses ou des études approfondies, ce qui limite leur portée et leur interprétation. Les constats de terrain, bien que informatifs, restent insuffisants pour appréhender pleinement les effets de ces interventions.

Outre ces observations, des études menées par le Groupe d'Études des Milieux Estuariens et Littoraux (ROCROY M., 2018 ; ROCROY M., 2022) ont révélé un appauvrissement des gisements de coques, auparavant présents en amont et en aval de l'Authie. Toutefois, aucun lien direct n'est avéré entre la perte du gisement et la construction de la digue Barrois du fait de l'absence de suivis en principe réalisés en amont / pendant / après travaux dans le cadre d'autorisations classiques pour ce type de travaux. Ces espèces benthiques constituent une ressource alimentaire essentielle pour les oiseaux marins et côtiers, et leur raréfaction pourrait entraîner des perturbations tout au long de la chaîne trophique.

## IV) Matériel et méthode

### A) Protocoles de suivis

Pour étudier l'utilisation de la baie par l'avifaune et les facteurs influençant cette utilisation, deux protocoles de suivis ont été créés.

La nécessité de mettre en place deux protocoles distincts a été motivée par les contraintes géographiques du site et l'étendue de la zone à prospector. L'un des protocoles vise à suivre les espèces aviaires dans les prés salés, et l'autre sur les vasières et bancs de sable.

Une application issue de la base de données SiRF a été conçue spécifiquement pour la mise en œuvre des protocoles.

#### 1) Suivi de l'avifaune fréquentant les prés salés

Pour les prés salés, la méthode s'inspire de plusieurs études notamment :

- *Les Oiseaux nicheurs des schorres des estuaires de la Somme et de l'Authie* (MEIRLAND A., et al., 2016) ;
- *A unified strategy for monitoring changes in abundance of birds associated with North American tidal marshes* (CONWAY C.J., DROEGE S., 2006) ;
- *Stratégie d'actions limicoles nicheurs des hauts de plages. Façade Manche – Mer du Nord ; bilan de l'année 2021* (POTET E., et al., 2021).

Dans le but de prospector l'ensemble de la zone de prés salés, couverte d'une végétation dense, les suivis ont été effectués sous forme de parcours permettant d'estimer les effectifs et la répartition des populations d'oiseaux. La surface couverte par des prés salés, d'une étendue d'environ 500 hectares, a été découpée en quatre zones. Ces zones ont été définies selon le temps de prospection et les chemins empruntables par les observateurs.

Ainsi, huit personnes sont mobilisées pour chaque suivi, quatre observateurs et quatre scribes. Les suivis ont été effectués deux fois par mois, tout au long de l'année, lors des faibles coefficients de marée (cf. [section IV-A-3](#)).

Autant que possible, les dates de suivis ont été sélectionnées de manière à prendre en considération plusieurs critères (CALOIN F., 2014) :

- **Critères environnementaux** : définis selon l'aube et la météo. Dans la mesure du possible, les prospections ne devront pas être réalisées lors de conditions pluvieuses, de brouillard ou avec des vents excédant 5 Beaufort.
- **Périodes de forte présence aviaire** : définies selon les périodes de forts mouvements migratoires et les périodes de vagues de froid.

La délimitation des secteurs du protocole est un échantillonnage par plans quadrillés (OFB, s.d.). La zone d'étude est ainsi composée de 130 mailles de 250 mètres de côté, couvrant une surface totale de 560 ha (Figure 12).

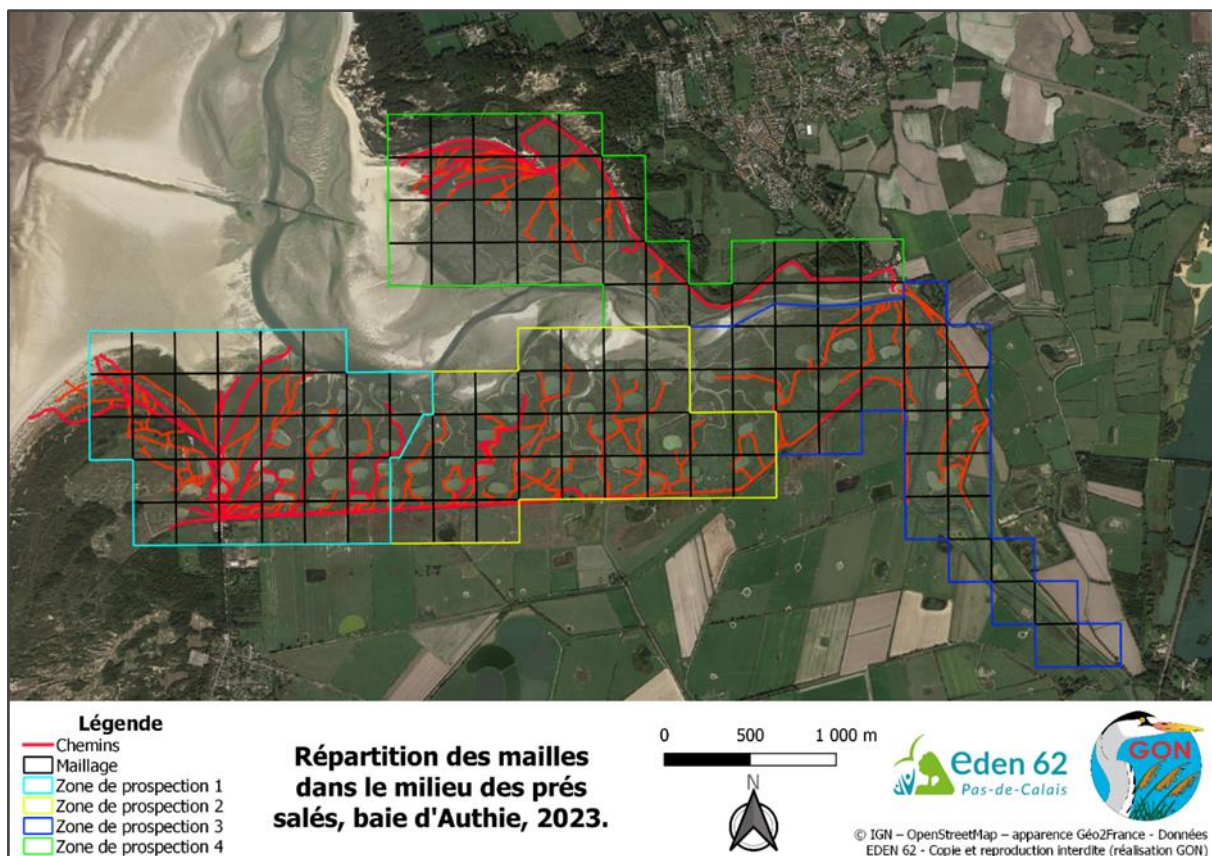


Figure 12 : Périmètre d'étude et maillage des milieux de prés salés.

La zone de prés salés est divisée en quatre zones de prospection (Figure 12). Lors de chaque suivi, les observateurs réalisent un transect aléatoirement et prospectent chacune des mailles composant leur secteur.

Au cours des suivis, les observateurs se déplacent lentement sur l'ensemble de la surface quadrillée. Toutes les espèces d'oiseaux sont notées et reportées sur l'application "Baie

d'Authie" (Figure 13). Le suivi débute à l'aube et se termine, dans la mesure du possible, quatre heures après le début de la prospection. Durant la période de chasse, le début des suivis est décalé deux heures après l'aube pour des raisons de sécurité des observateurs ainsi que pour éviter les dérangements.

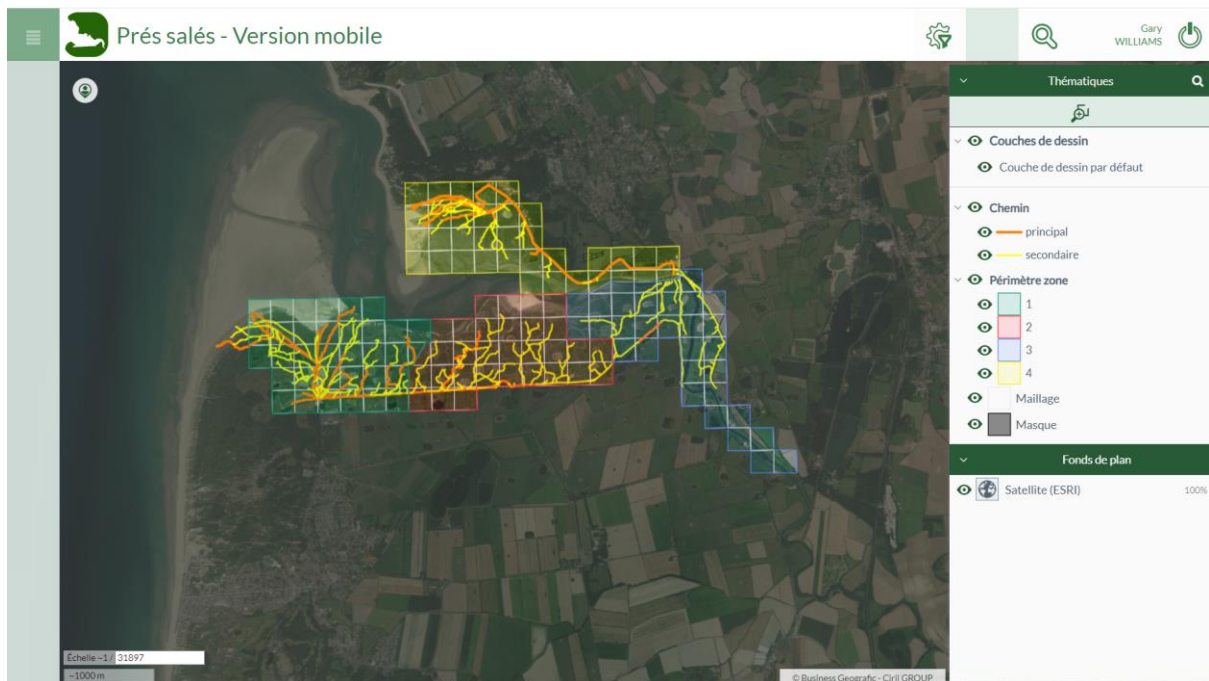


Figure 13 : Capture d'écran de l'application "Baie d'Authie - Prés salés".

Pour réaliser le comptage des effectifs, les observateurs rassemblent les observations par groupes. Un groupe est défini comme un ou plusieurs individus de la même espèce, répartis sur la même maille et ayant le même comportement. Pour chaque groupe d'oiseaux, les variables suivantes doivent impérativement être notées :

- **L'effectif** : doit être estimé le plus précisément possible ;
- **L'espèce** : chaque groupe d'individus doit être identifié le plus finement possible, dans l'idéal à l'espèce. Néanmoins, si l'identification n'est pas certaine, il faut identifier au niveau taxonomique supérieur et ne pas risquer une erreur d'identification ;
- **Le comportement** : 1) transit ; 2) stationnaire ; 3) alimentation. En période de reproduction, un code reproducteur doit être noté en se référant à la liste des comportements de reproduction observables (ISSA, 2009);
- **L'heure d'observation.**

Des recommandations ont été émises à l'attention des observateurs, en particulier concernant les dérangements et les doublons lors des comptages :

Une attention particulière doit être portée au dérangement induit par les observateurs eux-mêmes, lors du cheminement, sur les espèces qui y sont sensibles (limicoles, anatidés, ardéidés...). Si la prospection d'une maille induit un dérangement trop important de trop nombreux individus, l'observateur ne doit pas prospecter cette maille et impérativement l'indiquer sur le bordereau ou l'application dédiés. De plus, lors de la période de reproduction, l'observateur se doit d'être vigilant quant aux mouvements d'envol des passereaux ainsi qu'aux comportements indiquant la probabilité d'un nid (il s'agit bien sûr d'éviter tout risque de piétinement).

Par ailleurs, il appartient à l'observateur de juger si deux observations sont à attribuer au même individu ou à deux individus différents. Une colonne est incluse dans le bordereau pour marquer une observation que l'on pense être un doublon.

## 2) Suivi de l'avifaune fréquentant les vasières et les bancs de sable

Le protocole s'inspire de trois publications, à savoir :

- *Les limicoles hivernants du littoral Nord et Pas-de-Calais : vers une typologie d'occupation de l'espace en lien avec les ressources alimentaires* (ROLET C., et al., 2014)
- *Evaluation des interactions des activités de loisirs avec l'avifaune sur la partie maritime de la Réserve Naturelle de la Baie de Canche* (CALOIN F., 2014)
- *Programme MEGASCOPE, protocole d'observation de la mégafaune marine depuis les campagnes halieutiques* (DOREMUS G., et al., 2022).

La zone étudiée comprend 197 mailles de 250 mètres de côté, soit une superficie de 1070 hectares (Figure 14).

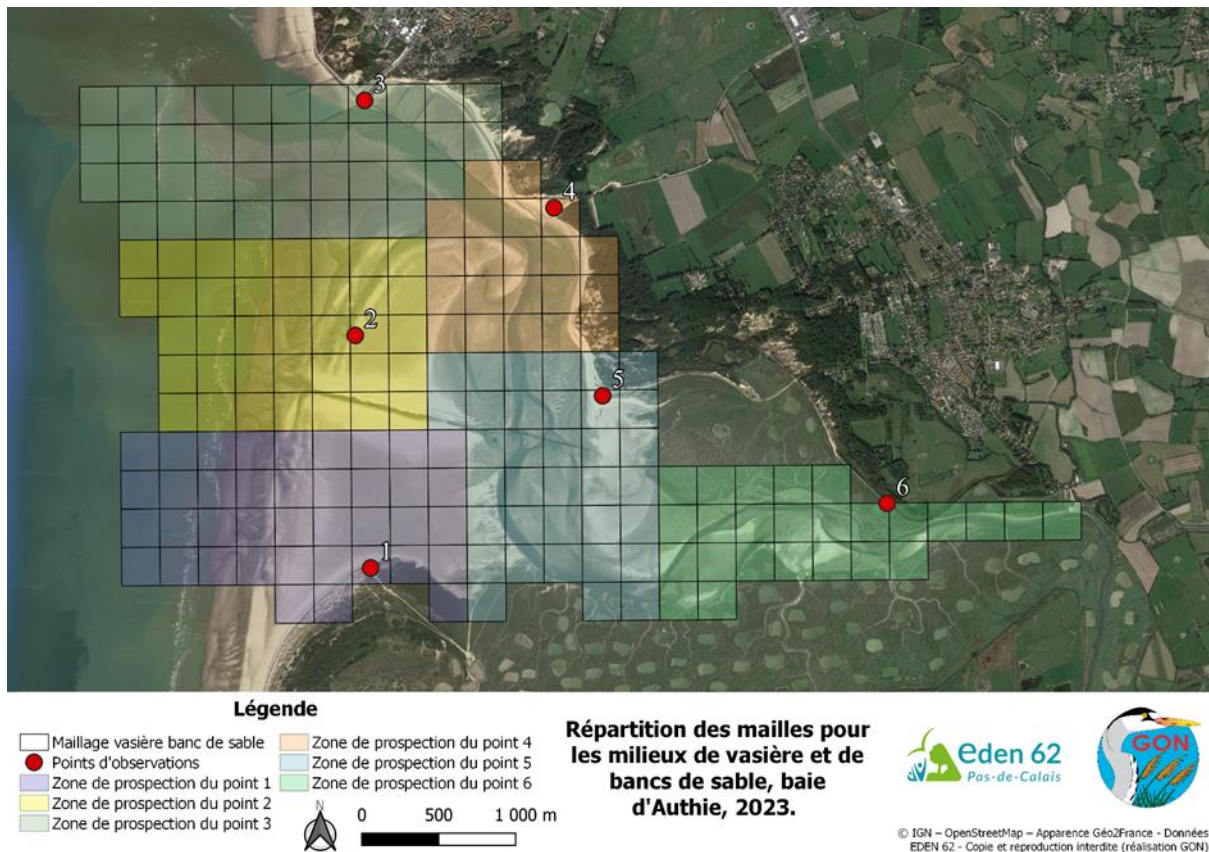


Figure 14 : Points d'observations et maillage des milieux de vasières et bancs de sable.

Chaque suivi dure trois heures et est composé de deux réplicas (Figure 15). Chaque réplica dure une heure et demie et est divisé en deux sous-parties complémentaires :

- 60 minutes consacrées à l'estimation de l'effectif et à l'observation du comportement des oiseaux ;
- 30 minutes consacrées à l'observation des dérangements potentiels provoqués par les activités humaines.

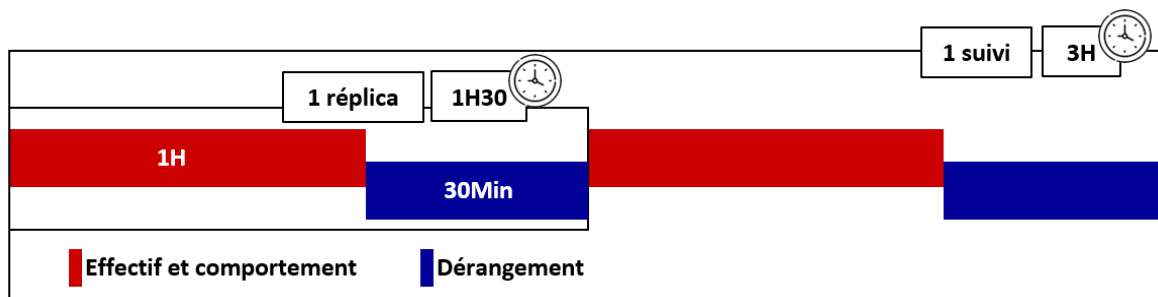


Figure 15 : Réplicas de la méthode suivi des vasières et bancs de sable.

Il a été réalisé par douze observateurs, une à trois fois par mois, tout au long de l'année ([20 sessions](#)). Les suivis sont réalisés trois heures avant la marée basse, uniquement lors des



marées à faible coefficient (inférieur à 70) afin de permettre l'identification des espèces par les observateurs. Le choix a été fait de ne suivre que la répartition des oiseaux à marée basse, les reposoirs de marée haute en baie d'Authie étant mieux connus. De plus, des données sur les reposoirs de marée haute seront collectées prochainement en baie d'Authie dans le cadre du protocole Réserves Naturelles de France (RNF). Comme pour le protocole de suivi des prés salés, les dates de suivis ont été sélectionnées, lorsque c'est possible, en fonction de plusieurs critères (CALOIN, 2014) :

- **Critères environnementaux** : définis selon les heures des marées basses par rapport à l'aube et la météo. Dans la mesure du possible, les prospections ne devront pas être réalisées dans des conditions pluvieuses, de brouillard ou avec des vents excédant 5 Beaufort.
- **Périodes de fortes et de faibles activités humaines** : définies selon les périodes touristiques (avril à octobre), les périodes de loisirs, les périodes de vacances scolaires, les week-ends, les jours fériés, les ponts et les heures de la journée.
- **Périodes de forte présence aviaire** : définies selon les périodes de forts mouvements migratoires et les périodes de vagues de froid.

#### a) Estimation de l'effectif et observation du comportement

Pour réaliser le comptage des effectifs, les observateurs rassemblent les observations par groupes. Un groupe est défini comme un ou plusieurs individus de la même espèce, répartis sur la même maille et ayant le même comportement. Pour chaque groupe d'oiseaux, les variables suivantes doivent impérativement être notées :

- **L'effectif** : le nombre d'oiseaux doit être estimé le plus précisément possible ;
- **L'espèce** : chaque groupe d'individus doit être identifié le plus finement possible, dans l'idéal à l'espèce (Annexe 3). Néanmoins, si l'identification n'est pas certaine, il faut identifier au niveau taxonomique supérieur et ne pas risquer une erreur d'identification ;
- **Le comportement** : seuls sont pris en compte les individus en repos, en alimentation et en reproduction (Annexe 1). Les individus en transit ne doivent pas être estimés. Par conséquent, seuls les individus posés doivent être comptabilisés (quelques exceptions avec les espèces chassant en vol comme les sternes ou les rapaces ; ne pas omettre les individus en reposoir et en chasse sur l'eau comme les goélands ou les cormorans) ;

- **La distance** : la distance entre le point d'observation et le groupe d'oiseaux observé, est mesurée à l'aide d'un télémètre de marque LEICA Rangemaster CRF 2800.COM. Si le groupe est composé de plusieurs individus, le point médian au centre du groupe est pris ;
- **L'angle** : calculé par rapport au nord, il est relevé à l'aide d'une rose des vents et d'une boussole, il doit être noté au degré près. Si le groupe est composé de plusieurs individus, prendre le point médian au centre du groupe.

Toutes ces données sont saisies au moyen de l'application "Baie d'Authie", développée par l'équipe SiRF (Figure 16) du GON. Le renseignement de l'angle et de la distance dans l'application permet de calculer automatiquement la position GPS des observations de terrain.

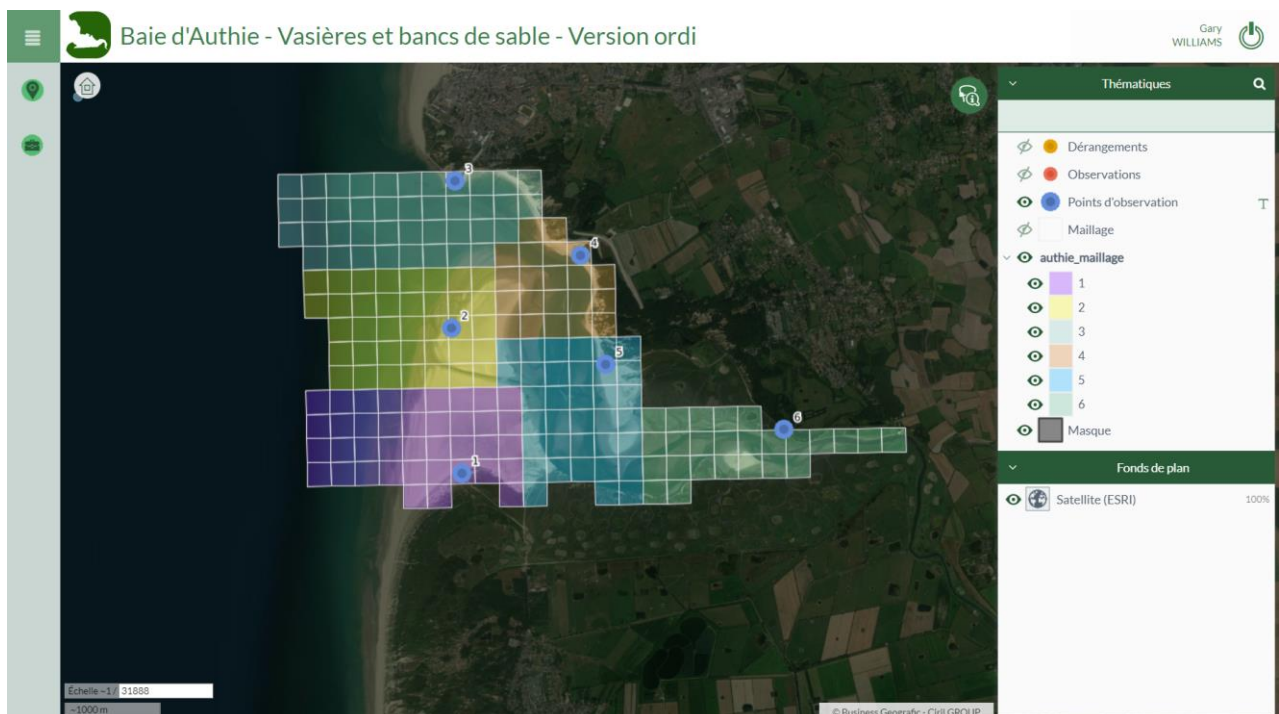


Figure 16 : Capture d'écran de l'application "Baie d'Authie - Vasières et bancs de sable".

## b) Dérangements engendrés par les activités humaines

Cette partie du protocole a pour objectif de qualifier et quantifier les activités humaines en interaction avec les espèces aviaires peuplant la baie d'Authie au cours des différentes saisons. **Chaque dérangement d'un groupe a été considéré comme une nouvelle observation.** Un certain nombre de variables a été pris en compte pour chaque dérangement :

- **Nature du dérangement** : activité humaine à l'origine du dérangement (vélo, kayak, promeneur, chien...)

- **Nombre d'usagers** : nombre de personnes participant à l'activité ayant provoqué le dérangement ;
- **L'effectif** : le nombre d'oiseaux dérangés a été estimé le plus précisément possible ;
- **L'espèce** : chaque groupe d'individus a été identifié le plus finement possible, dans l'idéal, à l'espèce. Néanmoins, si l'identification n'est pas certaine, il a été identifié au niveau taxonomique supérieur pour ne pas risquer une erreur d'identification ;
- **La distance** : distance entre le point d'observation et le groupe d'oiseaux observé, mesuré à l'aide d'un télémètre ;
- **L'angle** : calculé par rapport au nord, l'angle est relevé au degré près à l'aide d'une rose des vents et d'une boussole ;
- **La distance de réaction** : distance minimale à partir de laquelle un oiseau s'enfuit lorsqu'une source de dérangement ou de menace se rapproche de lui (TRIPLET P., et al., 2007). Elle est estimée selon cinq classes distinctes :
  - très proche : 0 à 50 m ;
  - proche : 50 à 100 m ;
  - médium : 100 à 150 m ;
  - loin : 150 à 300 m ;
  - très loin : supérieur à 300m.

### 3) Fréquence et calendrier des suivis

#### a) Fréquence des suivis

Pour les mailles des prés salés, vingt passages ont été réalisés par maille. Pour les vasières et bancs de sable, ce sont quarante suivis qui ont été réalisés, vingt par réplica. Pour les mailles communes aux deux protocoles, il a été considéré que soixante passages avaient été effectués.

#### b) Calendrier

En tenant compte des différentes contraintes prises en compte dans le cadre des protocoles de suivis, le calendrier suivant a été respecté.





## B) Méthode de hiérarchisation des espèces

Il s'agit ici de synthétiser et d'analyser l'information scientifique disponible pour hiérarchiser les espèces à enjeux en baie d'Authie.

La démarche méthodologique s'inspire de celle réalisée par LEGRIS, S. & LEGROUX, N. (2019) qui repose sur deux méthodes :

- La première est l'identification et la priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques, méthode nationale élaborée par l'Agence Française pour la Biodiversité et validée par le Groupement d'intérêt scientifique des oiseaux marins (TOISON V., 2020);
- La seconde a été réalisée à l'échelle régionale et élaborée par le Service du Patrimoine Naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) (BARNEIX M., GIGOT G., 2013).

Cette méthode (LEGRIS, S., LEGROUX, N., 2019) s'appuie sur deux indices se rapportant l'un à la vulnérabilité d'une espèce, et l'autre à la représentativité d'un territoire donné (ici, la baie d'Authie) pour la conservation de cette même espèce.

Ces indices sont tous deux élaborés selon un système à cinq classes (BARNEIX M., GIGOT G., 2013) et sont ensuite croisés de manière à obtenir un score déterminant, pour chaque espèce, son niveau d'enjeu de conservation à l'échelle de la baie d'Authie.

### 1) Indice de vulnérabilité (IV)

L'indice de vulnérabilité prend en compte le statut de menace de chaque espèce au niveau régional et le statut à une échelle supérieure (nationale ou mondiale). Le niveau de menace de l'espèce à ces deux échelles détermine son niveau de vulnérabilité (Tableau 1 et 2).

*Tableau 1 : Grille de détermination de l'indice de vulnérabilité (croisement de la liste rouge régionale avec une liste rouge supérieure).*

Liste rouge régionale	CR	2	4	5	5	5
	EN	2	3	4	5	5
	VU	2	3	4	4	5
	NT	1	3	3	3	4
	LC	1	1	2	2	2
Indice de vulnérabilité (IV)	LC	NT	VU	EN	CR	
	Liste rouge supérieure					

Tableau 2 : Description de l'indice de vulnérabilité.

Indice de vulnérabilité	Description
5	Alarmant
4	Préoccupant
3	Significatif
2	Notable
1	Faible

L'IV a été déterminé pour chaque phase du cycle biologique des espèces considérées, à savoir la nidification, la migration et l'hivernage :

#### **Oiseaux nicheurs :**

- Liste rouge mondiale des oiseaux (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge européenne des oiseaux (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge nationale des oiseaux nicheurs (UICN FRANCE et *al.*, 2011 ; UICN FRANCE et *al.*, 2016) ;
- Liste rouge régionale Haut-de-France (GON, Picardie Nature, 2024)

#### **Oiseaux hivernants :**

- Liste rouge mondiale des oiseaux nicheurs (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge nationale des oiseaux hivernants (UICN FRANCE et *al.*, 2016)

#### **Oiseaux migrateurs :**

- Liste rouge mondiale des oiseaux nicheurs (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge européenne des oiseaux nicheurs (INPN., s.d.) ;
- Liste rouge nationale des oiseaux de passage (UICN FRANCE et *al.*, 2016)

*NB : Pour la migration et l'hivernage, ne disposant pas de statut de menace à l'échelle régionale, nous avons considéré, pour ce critère, le niveau de menace au niveau national. Pour l'ensemble des cycles de vie, nous avons considéré, pour le statut de menace à l'échelle supérieure, la catégorie de menace la plus élevée entre les listes rouges européenne et mondiale.*

## 2) Indice de représentativité (IR)

L'Indice de représentativité (IR) a été déterminé pour chaque phase du cycle biologique : la nidification, la migration et l'hivernage. En fonction des connaissances scientifiques disponibles, deux méthodes de calcul ont été utilisées.

Pour la première méthode, établie pour les phases de nidification et d'hivernage, l'IR repose sur l'association de deux valeurs :

- la population présente en baie d'Authie par rapport à celle des Hauts-de-France (Tableau 3), permettant d'établir l'indice 1,
- la population des Hauts-de-France par rapport à la population nationale (Tableau 4), permettant d'établir l'indice 2.

Les indices 1 et 2 sont établis selon un système à cinq classes (Tableaux 3 et 4).

*Tableau 3 : Définition de l'indice 1 de l'IR.*

<b>Proportion des effectifs des Hauts-de-France comparés aux effectif nationaux</b>	<b>Indice 1</b>
>10%[	5
[5-10%[	4
[2,5-5%[	3
[1-2,5%[	2
[0-1%[	1

*Tableau 4 : Définition de l'indice 2 de l'IR.*

<b>Proportion des effectifs de la baie d'Authie comparés aux effectifs des Hauts-de-France</b>	<b>Indice 2</b>
>10%[	5
[5-10%[	4
[2,5-5%[	3
[1-2,5%[	2
[0-1%[	1

Le croisement de ces deux indices (Tableau 5) permet de déterminer l'IR.



Tableau 5 : Grille de détermination de l'IR pour les périodes de nidification et d'hivernage.

Indice 1	5	2	4	5	5	5
	4	2	3	4	5	5
	3	2	3	4	4	5
	2	1	3	3	3	4
	1	1	1	2	2	2
Indice de représentativité (IR)		1	2	3	4	5
		Indice 2				

Pour la seconde méthode, établie pour la migration, l'IR repose uniquement sur la proportion de la population européenne présente en baie d'Authie.

Pour un traitement homogène des résultats, ce pourcentage a fait l'objet d'une discrétisation par la méthode des quantiles (« effectifs égaux ») afin d'obtenir cinq classes ayant le même nombre de données, auxquelles a été affecté un indice de représentativité (Tableau 6).

Tableau 6 : Définition de l'indice de représentativité pour la phase de migration.

Proportion des effectifs de la baie d'Authie comparés aux effectifs européens	IR
$]\!]>8,9 \times 10^{-3}\%[$	5
$[1,1 \times 10^{-3}-8,9 \times 10^{-3}\%[$	4
$[1,7 \times 10^{-4}-1,1 \times 10^{-3}\%[$	3
$[4,1 \times 10^{-5}-1,7 \times 10^{-4}\%[$	2
$[0-4,1 \times 10^{-5}\%[$	1

L'effectif retenu pour chaque partie du cycle de vie est le suivant :

- Pour l'hivernage : effectif maximal observé lors du mois de janvier (LPO, 2010). Comme précisé dans le protocole (WILLIAMS, G., LEGROUX, N., 2023), seuls les individus en halte ont été comptabilisés.
- Pour la migration (halte migratoire) : effectif maximal observé en baie tout au long de l'année. Comme précisé dans le protocole, seuls les individus en halte ont été comptabilisés lors des suivis.
- Pour la nidification : deux listes à enjeu ont été produites, l'une sur les oiseaux nicheurs en baie (code reproducteur), la seconde sur les oiseaux utilisant la baie pendant la période de reproduction mais non nicheur sur le site d'étude.

L'effectif retenu au niveau national, européen et des Hauts-de-France est issu de la littérature :

- Hauts-de-France : atlas des oiseaux nicheurs du Nord-Pas-de-Calais (BEAUDOUIN C., et al., 2019) ; Wetlands international région (GON [coord.]).

- France : atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (ISSA, N., MULLER, Y., 2015). ; Wetlands international (SCHMALTZ, L., 2020 ; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2021).

- Européen : atlas des oiseaux nicheurs européens (INPN., s.d.)

### 3) Détermination des enjeux

La note globale (Tableau 7 et 8) permet d'identifier le niveau d'enjeux par espèce en croisant les indices de représentativité (IR) et de vulnérabilité (IV). La note maximale est 25, pour une espèce à mauvais état de conservation (IV fort) et pour laquelle la baie d'Authie est un site majeur (IR fort).

Tableau 7 : Grille de détermination de la note globale.

Indice de vulnérabilité (IV)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
Enjeux		1	2	3	4	5
		Indice de représentativité (IR)				

Tableau 8 : Description de l'enjeu en fonction de la note globale.

Enjeux	Note
Enjeu majeur	16-25
Enjeu très élevé	10-15
Enjeu élevé	5-9
Enjeu modéré	3-4
Enjeu faible	1-2

## C) Analyses statistiques et cartographiques

Cette partie présente les tests statistiques réalisés dans ce rapport. Un rappel synthétique est fait dans la partie [“V\) Résultats”](#) lorsqu'ils sont utilisés.

### 1) Cartographie avec la méthode de Jenks

La méthode de Jenks a été utilisée pour réaliser les classes de valeurs (densité, diversité, indice...) de chaque carte de ce rapport. Cette méthode maximise la variance entre les classes et minimise la variance à l'intérieur de chaque classe. Elle aboutit à un résultat où les individus regroupés dans une même classe sont le moins dispersés (variance) tandis que les moyennes des classes sont les plus éloignées possible (OSARAGI T., 2002).

### 2) Indice de diversité de Shannon

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement étudié. Il mesure la diversité d'une communauté en prenant en compte à la fois le nombre d'espèces présentes et leur proportion relative. L'indice aura pour valeur 0 quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce, et augmente si le nombre d'espèces présentes s'accroît. Un biais de l'indice de Shannon est que la présence d'espèces rares peut amener à une augmentation de l'indice, qui ne reflète pas nécessairement une richesse spécifique élevée.

En pratique, l'indice varie entre 0 (absence totale de diversité) et  $\log(S)$ , avec S le nombre total d'espèces) soit 4.5 pour des peuplements comptant une centaine d'espèces. (GROSJEAN P., ENGELS G., 2020).

### 3) Indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson mesure la diversité d'une communauté en évaluant la concentration des individus parmi les espèces. Contrairement à l'indice de Shannon, il met l'accent sur la dominance des espèces plutôt que sur leur répartition équitable. L'indice de Simpson est plus sensible à la présence des espèces dominantes et est moins affecté par les espèces rares.

Une valeur faible indique une faible diversité, souvent dominée par quelques espèces, ce qui signifie que la communauté est fortement influencée par ces espèces dominantes. En revanche, une valeur forte indique une plus grande diversité, avec une répartition plus équitable des individus entre les espèces. En pratique, l'indice de Simpson varie entre 0 (diversité minimale, dominance totale par une seule espèce) et 1 (diversité maximale, aucune dominance, GROSJEAN P., ENGELS G., 2020).

#### 4) Indice d'équitabilité de Pielou

L'indice d'équitabilité de Pielou évalue l'homogénéité de la répartition des individus entre les espèces d'un peuplement, en complément des indices de diversité comme Shannon ou Simpson. Un indice de Pielou proche de 1 indique une répartition équilibrée des effectifs entre les espèces, suggérant un écosystème stable où aucune espèce ne domine. En revanche, un indice proche de 0 révèle un déséquilibre marqué, où certaines espèces sont beaucoup plus abondantes que d'autres. (GROSJEAN P., ENGELS G., 2020).

#### 5) Test de Kruskal-Wallis

Le test de Kruskal-Wallis est une méthode statistique utilisée pour comparer plusieurs groupes lorsque les données ne suivent pas une distribution normale. C'est un test non paramétrique, il compare les médianes de chaque groupe.

En pratique, si la valeur du test est inférieure au seuil de significativité (p-value), il y a une différence significative, traduisant que les médianes des groupes sont probablement différentes. Cependant, le test de Kruskal-Wallis ne précise pas quelles paires de groupes diffèrent entre elles (HERVÉ M., 2014).

#### 6) Test de Wilcoxon

Le test des rangs signés de Wilcoxon évalue si la médiane d'un ensemble de données appariées diffère significativement d'une valeur théorique prédéfinie. Il est utilisé pour tester si la médiane est différente d'une valeur théorique sans supposer que les données suivent une distribution normale. Dans ce document, la valeur théorique est la médiane de l'ensemble du jeu de données, elle est comparée aux médianes obtenues pour chaque maille.

Ce test indique la probabilité que les différences observées soient dues au hasard. Si la p-value est inférieure au seuil choisi (souvent 0,05), cela signifie que les résultats sont statistiquement significatifs, suggérant que la médiane des données est probablement différente de la valeur théorique (HERVÉ M., 2014).

#### 7) Corrélation de Spearman

La corrélation de Spearman est une méthode pour mesurer la relation entre deux variables en utilisant leurs rangs plutôt que leurs valeurs numériques exactes. Le coefficient de Spearman varie de -1 à +1, où +1 signifie une corrélation positive entre les deux variables, -1 signifie une corrélation négative entre les deux variables, et 0 aucune relation.

Le test de corrélation de Spearman indique la probabilité que l'association observée entre les rangs des deux variables soit due au hasard. Si la p-value est inférieure au seuil choisi (souvent 0,05), cela signifie que la corrélation observée est statistiquement significative, suggérant qu'il existe probablement une relation linéaire entre les variables. (GROSJEAN P., ENGELS G., 2020).

## 8) Test VIF

Le test VIF permet de tester la colinéarité entre plusieurs variables. La colinéarité est un concept statistique qui survient lorsque deux ou plusieurs variables indépendantes dans un modèle de régression sont fortement corrélées entre elles. Cela pose problème car si les variables sont colinéaires, il devient compliqué de déterminer l'effet individuel de chaque variable sur la variable dépendante, les deux variables étant corrélées l'une par rapport à l'autre.

## V) Résultats

### A) Description des données

Pour représenter les effectifs observés de manière synthétique (Tableau 9), les espèces ont d'abord été regroupées par groupe fonctionnel, puis par ordre.

Tableau 9 : Synthèse des observations par groupe fonctionnel.

Groupe fonctionnel	Nombre d'observations	Effectif minimum estimé	Nombre d'espèces
<b>Groupe taxonomique</b> (espèces associés)			
<b>Anatides</b>			
<b>Anseriformes</b> (oies, canards, ...)	1206	668	23
<b>Ardeides</b>			
<b>Pelecaniformes</b> (hérons, aigrettes, spatules, ...)	1883	235	6
<b>Limicoles</b>			
<b>Charadriiformes</b> (becasseaux, chevaliers, avocettes, ...)	2379	2598	27
<b>Oiseaux marins</b>			
<b>Charadriiformes</b> (goélands, sternes, mouettes)	5712	12138	10
<b>Suliformes</b> (fous, comorans)	691	1505	3
<b>Stercorariidae</b> (labbes)	1	1	1
<b>Passereaux</b>			
<b>Passeriformes</b> (mesanges, fauveltes, corvidés, ...)	6589	5325	74
<b>Rapaces</b>			
<b>Accipitriformes</b> (buses, busards, ...)	67	7	5
<b>Falconiformes</b> (faucons)	43	6	3
<b>Strigiformes</b> (hiboux)	3	2	1
<b>Autre</b>			
<b>Columbiformes</b> (pigeons, colombes)	102	48	5
<b>Coraciiformes</b> (martins)	39	8	1
<b>Podicipediformes</b> (grèbes)	26	7	2
<b>Cuculiformes</b> (coucous)	21	8	1
<b>Galliformes</b> (perdrix, faisans, ...)	16	5	4
<b>Gruiformes</b> (râles)	8	2	1
<b>Apodiformes</b> (martinets)	8	8	1
<b>Piciformes</b> (pics)	8	3	2
<b>TOTAUX</b>	<b>18802</b>	<b>22574</b>	<b>170</b>

Le **nombre d'observations** correspond au nombre de groupes observés, un **groupe** étant défini comme un ou plusieurs individus de la même espèce, répartis sur la même maille et ayant le même comportement.

L'**effectif minimum estimé** correspond à la somme des **effectifs estimés pour chaque espèce** composant le groupe taxonomique. L'**effectif estimé pour chaque espèce** a été déterminé en considérant uniquement le maximum d'individus observés simultanément lors d'un même suivi ou d'un même réplica. Cet effectif est donc une estimation minimale.

Le **nombre d'espèces** correspond au total d'espèces recensées par groupe taxonomique.

L'estimation minimale du nombre d'individus utilisant la baie tout au long de l'année est de 22 574 individus avec une majorité de laridés. Le nombre d'espèces recensées est de 170 avec une majorité de passereaux.

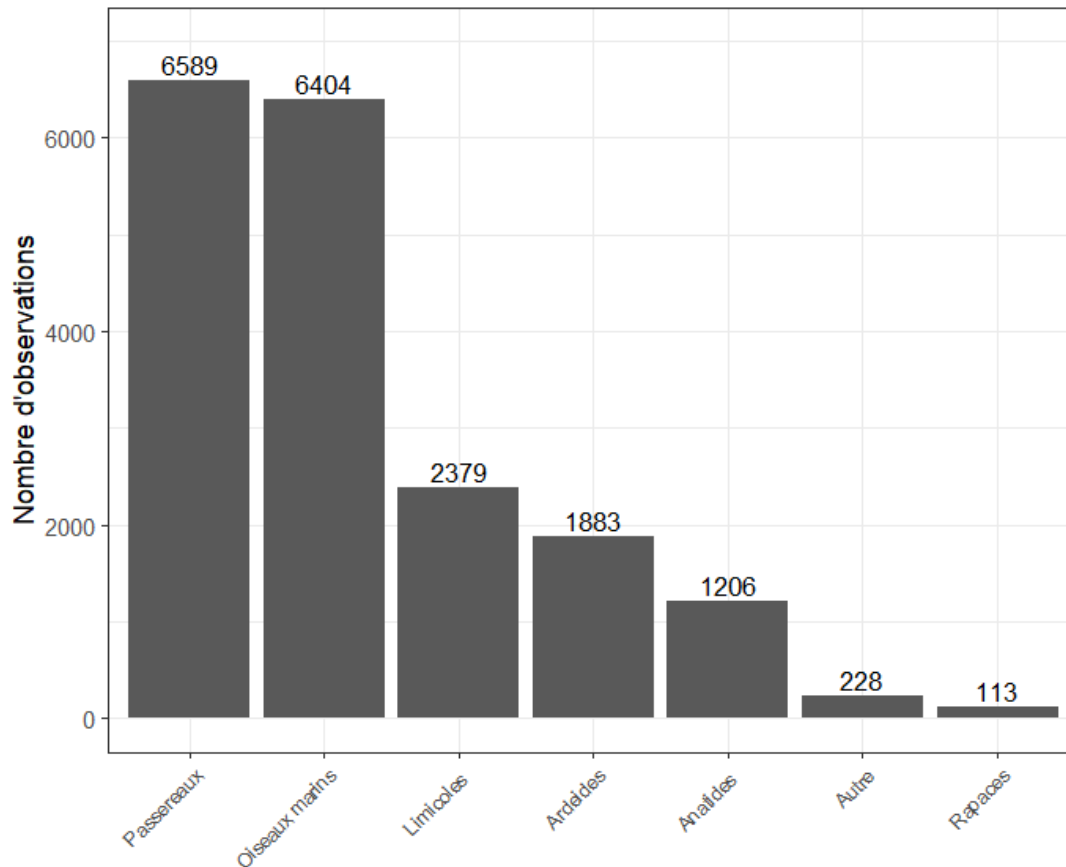


Figure 17 : Répartition des nombres d'observations par groupe fonctionnel.

En rassemblant le nombre d'observations par groupe fonctionnel (Figure 17), les passereaux sont le groupe fonctionnel le plus représenté (6 589 observations), puis ce sont les oiseaux marins (6 404 observations) suivis par les limicoles avec deux fois moins d'observations (2 379 observations), les ardéidés (1 883 observations) et les anatidés (1 206 observations). Les nombres d'observations dans les groupes fonctionnels "Autres" et "Rapaces" sont relativement anecdotiques.

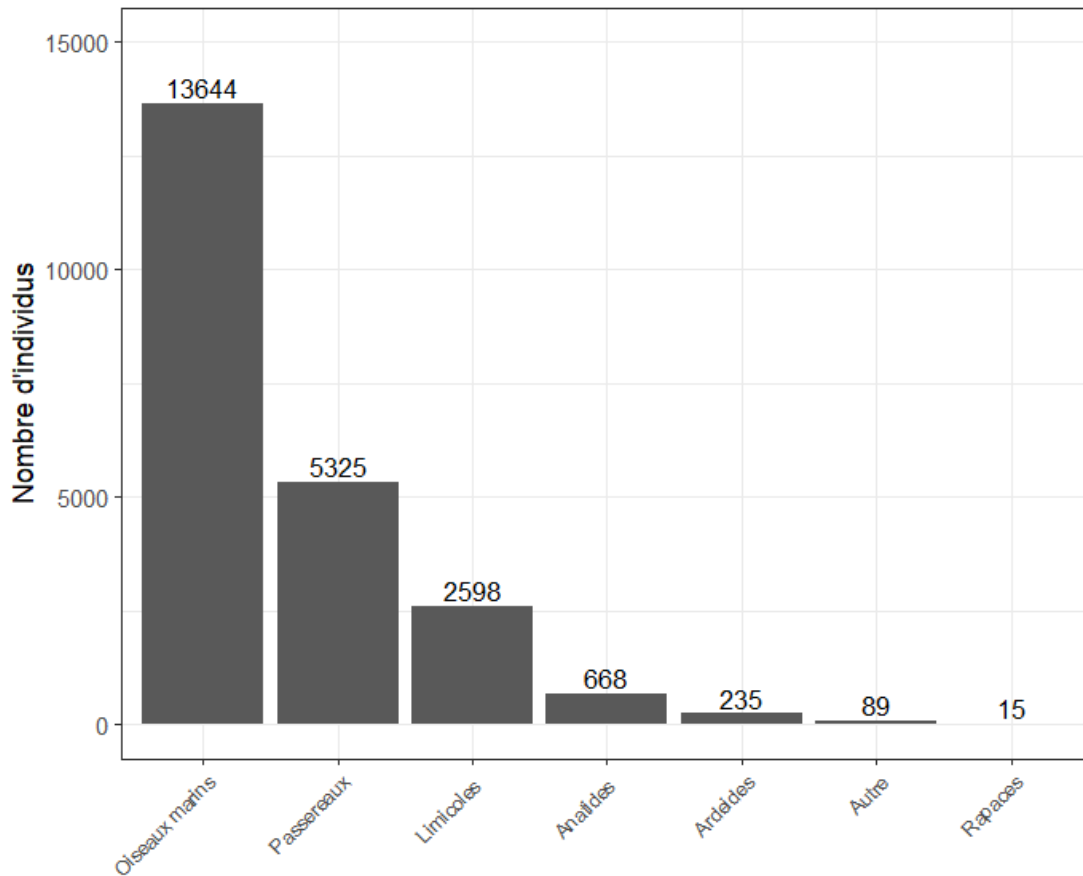


Figure 18 : Répartition des effectifs minimums estimés par groupe fonctionnel.

En comparant les effectifs estimés par groupe fonctionnel (Figure 18), les oiseaux marins sont le groupe le plus largement représenté (13 644 individus), puis les passereaux avec largement deux fois moins d'effectifs (5 400 individus), suivis des limicoles (2 598 individus), des anatidés (668 individus) et des ardéidés (235 individus). Comme pour les observations, le nombre d'individus estimé dans les groupes fonctionnels "Autres" et "Rapaces" est relativement anecdotique.



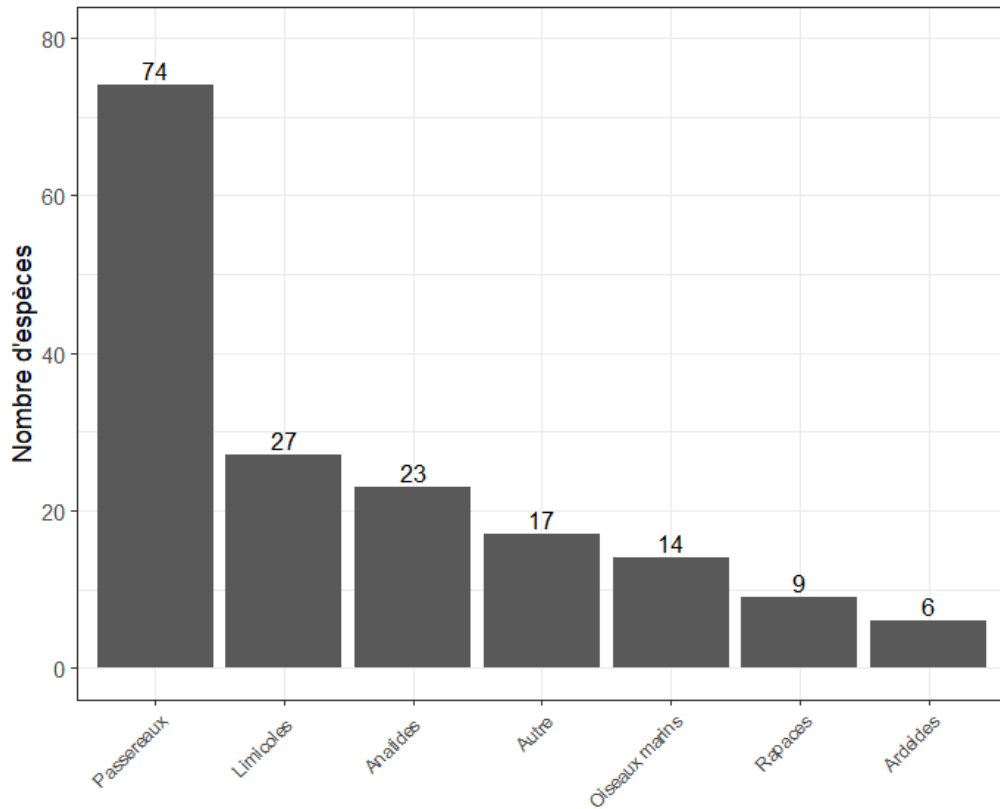


Figure 19 : Répartition des nombres d'espèces par groupe fonctionnel.

Concernant le nombre d'espèces par groupe fonctionnel (Figure 19), ce sont les passereaux qui sont le groupe le plus largement diversifié (74 espèces) suivis des limicoles (27 espèces), des anatisés (23 espèces), des oiseaux marins (14 espèces) des rapaces (9 espèces) et des ardeidés (6 espèces). Le groupe fonctionnel "Autres" regroupe quant à lui 17 espèces.

## B) Espèces à enjeux

Comme décrit dans le protocole, les espèces à enjeux ont été définies pour chaque période du cycle de vie :

- nicheur dans la zone d'étude ;
- présent dans la zone d'étude pendant la période de nidification ;
- halte migratoire dans la zone d'étude ;
- hivernage dans la zone d'étude.

Dans un souci de lisibilité, seules les espèces comportant les plus hauts niveaux d'enjeux ont été représentées. L'ensemble des résultats est visible en Annexe C) Espèces à enjeux.

Dans chaque tableau est représenté l'IV (l'indice de vulnérabilité), l'IR (l'indice de représentativité) et l'enjeu propre à chaque espèce, issu du croisement des deux indices.

Tableau 10 : Espèces à enjeux pour la nidification.

Espèce	IV	IR	Note	Enjeux
Chevalier_gambette	5	2	10	Très élevés
Gravelot_à_collier_interrompu	2	4	8	Élevés
Vanneau_huppe	4	2	8	Élevés
Canard_chipeau	2	2	6	Modérés
Cisticole_des_joncs	2	2	4	Modérés
Hypolaïs_icterine	2	2	4	Modérés
Locustelle_luscinioïde	2	2	4	Modérés
Gorgebleue_à_miroir	1	3	3	Modérés

Pour les oiseaux nicheurs dans la zone d'étude (Tableau 10), huit espèces ont été identifiées comme étant des espèces à enjeux modérés à élevés ou très élevés (indice supérieur à 2).

Tableau 11 : Espèces à enjeux présentés pendant la période de reproduction.

Espèce	IV	IR	Note	Enjeux
Huïtrier_pie	4	4	16	Très élevés
Spatule_blanche	2	4	8	Élevés
Avocette_élegante	1	5	5	Élevés
Goéland_argenté	1	5	5	Élevés
Tadorne_de_Belon	1	5	5	Élevés
Mouette_rieuse	1	5	5	Élevés
Grand_Cormoran	1	5	5	Élevés
Cigogne_blanche	2	2	4	Modérés
Echasse_blanche	2	2	4	Modérés
Faucon_pèlerin	2	2	4	Modérés
Goéland_brun	2	2	4	Modérés
Cygne_tuberculé	1	4	4	Modérés
Petit_Gravelot	2	2	4	Modérés
Aigrette_garzette	2	2	4	Modérés

Pour les espèces présentes dans la zone d'étude pendant la période de reproduction (Tableau 11), quatorze ont été identifiées comme étant des espèces à enjeux modérés à très élevés (indice supérieur à 2). D'après les résultats, aucune espèce ne possède un enjeu équivalent à 3.

Tableau 12 : Espèces à enjeux en halte migratoire.

Espèce	IV	IR	Note	Enjeux
Barge_à_queue_noire	3	4	12	Très élevés
Canard_pilet	2	5	10	Très élevés
Chevalier_gambette	2	5	10	Très élevés
Courlis_corlieu	2	5	10	Très élevés
Huïtrier_pie	2	5	10	Très élevés
Combattant_varié	3	3	9	Élevés
Fuligule_milouin	2	4	8	Élevés
Vanneau_huppé	2	4	8	Élevés
Becassine_des_marais	2	3	6	Élevés
Corbeau_freux	2	3	6	Élevés

Pour les espèces présentes en halte migratoire dans la zone d'étude (Tableau 12), dix possèdent un niveau d'enjeu supérieur ou égal à six, c'est-à-dire un enjeu élevé à très élevé.

Tableau 13 : Espèces à enjeux en hivernage.

Espèce	IV	IR	Note	Enjeux
Huïtrier_pie	2	4	8	Élevés
Cygne_tuberculé	1	5	5	Élevés
Goéland_cendré	1	5	5	Élevés
Goéland_marin	1	5	5	Élevés
Aigrette_garzette	1	4	4	Modérés
Becasseau_sanderling	1	4	4	Modérés
Canard_pilet	2	2	4	Modérés
Chevalier_culblanc	1	4	4	Modérés
Grand_Cormoran	1	4	4	Modérés
Spatule_blanche	2	2	4	Modérés
Tadorne_de_Belon	1	4	4	Modérés
Courlis_cendré	1	3	3	Modérés
Grand_Gravelot	1	3	3	Modérés
Goéland_argenté	1	3	3	Modérés
Goéland_brun	1	3	3	Modérés
Goéland_leucophée	1	3	3	Modérés
Mouette_rieuse	1	3	3	Modérés

Pour les espèces présentes en hivernage dans la zone d'étude (Tableau 13), dix-sept possèdent un enjeu modéré ou élevé (indice supérieur à 2).

Ci-après, les résultats sont présentés par espèce. Certaines espèces, emblématiques de la baie d'Authie et dont les indices d'enjeux sont élevés, ont fait l'objet d'une monographie. En plus de ces espèces, des monographies ont été réalisées pour certaines espèces dont les indices d'enjeux ne ressortent pas dans la méthode de calcul, mais dont l'importance en termes de conservation nous semblait justifier une étude plus poussée.

Cinq cartes différentes ont été réalisées :

- Carte "Effectifs observés" : correspond aux effectifs recensés tout au long de l'étude (toutes périodes confondues) ;
- Carte "Période de nidification" : correspond aux effectifs présents dans la zone d'étude pendant la période de reproduction propre à chaque espèce (Tableau 14) ;
- Carte "Effectifs nicheurs" : correspond aux effectifs présents dans la zone d'étude ayant un code comportement reproducteur ;
- Carte "Période d'hivernage" : correspond aux effectifs présents dans la zone d'étude pendant la période d'hivernage propre à chaque espèce (Tableau 14). L'ensemble des observations dans les dates d'hivernage a été pris en compte ;

Carte "Période de migration" : correspond aux effectifs en halte migratoire dans la zone d'étude (

- Tableau 15).

Afin d'élaborer les cartes, les données ont été sélectionnées en fonction de la phénologie des espèces, précisées dans les tableaux suivants :

*Tableau 14 : Période d'hivernage et de reproduction pour les espèces à enjeux considérées. Ces périodes sont tirées des codes atlas (Faune France), des données de migration aux Caps Gris-Nez et Blanc-Nez (Caloin F., 2014), de l'atlas national des oiseaux migrateurs (Biotope éditions et al., 2022) et de la plateforme migration (migration.net).*

Espèce	Début de la reproduction	Fin de la reproduction	Début de l'hivernage	Fin de l'hivernage
Tadorne de Belon	15 avril	31 août	1er janvier	15 mars
Canard Pilet	NA	NA	15 décembre	31 janvier
Spatule Blanche	1er mai	31 juillet	1er novembre	15 février
Aigrette garzette	15 mai	20 juillet	1er décembre	15 février
Huitrier Pie	15 avril	15 juillet	15 décembre	31 janvier
Chevalier gambette	1er juin	15 juillet	15 novembre	15 mars
Gravelot à collier interrompu	15 avril	15 juillet	15 septembre	1er février
Barge à queue noire	NA	NA	15 novembre	15 février
Avocette élégante	15 avril	1er août	1er janvier	31 janvier
Courlis corlieu	NA	NA	15 octobre	31 mars
Goéland argenté	15 avril	31 août	1er janvier	31 janvier
Grand cormoran	15 avril	31 juillet	1er janvier	31 janvier
Mouette rieuse	1er avril	15 juillet	15 décembre	31 janvier
Pipit farlouse	1er mai	15 septembre	15 novembre	1er mars
Bruant des roseaux	1er avril	30 septembre	15 novembre	31 janvier
Gorge Bleu à miroir	15 avril	15 août	1er novembre	28 février
Cisticole des joncs	1er avril	31 août	1er novembre	28 février

Tableau 15 : Période de migration prénuptiale et postnuptiale pour les espèces à enjeux considérées. Ces périodes sont tirées des codes atlas (Faune France), des données de migration aux Caps Gris-Nez et Blanc-Nez (Caloin F., 2014), de l'atlas national des oiseaux migrateurs (Biotopie éditions et al., 2022) et de la plateforme migration (migration.net).

Espèce	Début de la migration prénuptiale	Fin de la migration prénuptiale	Début de la migration postnuptiale	Fin de la migration postnuptiale
Tadorne de Belon	15 mars	15 avril	1er septembre	31 décembre
Canard Pilet	1er février	1er mai	1er septembre	15 décembre
Spatule Blanche	15 février	30 avril	1er août	31 octobre
Aigrette garzette	15 février	15 mai	21 juillet	30 novembre
Huitrier Pie	1er février	15 avril	15 juillet	15 décembre
Chevalier gambette	15 mars	1er juin	15 juillet	15 novembre
Gravelot à collier interrompu	1er février	15 avril	15 juillet	15 septembre
Barge à queue noire	15 février	15 mai	15 juillet	15 novembre
Avocette élégante	15 mars	15 avril	1er août	31 décembre
Courlis corlieu	1er avril	31 mai	15 juillet	15 octobre
Goéland argenté	1er février	31 mars	1er septembre	31 décembre
Grand cormoran	15 février	15 avril	1er août	30 novembre
Mouette rieuse	1er février	31 mars	15 juillet	15 décembre
Pipit farlouse	1er mars	30 avril	15 septembre	15 novembre
Bruant des roseaux	15 février	1er avril	1er octobre	15 novembre
Gorge Bleu à miroir	1er mars	15 avril	15 août	30 septembre
Cisticole des joncs	1er mars	1er avril	1er septembre	31 octobre

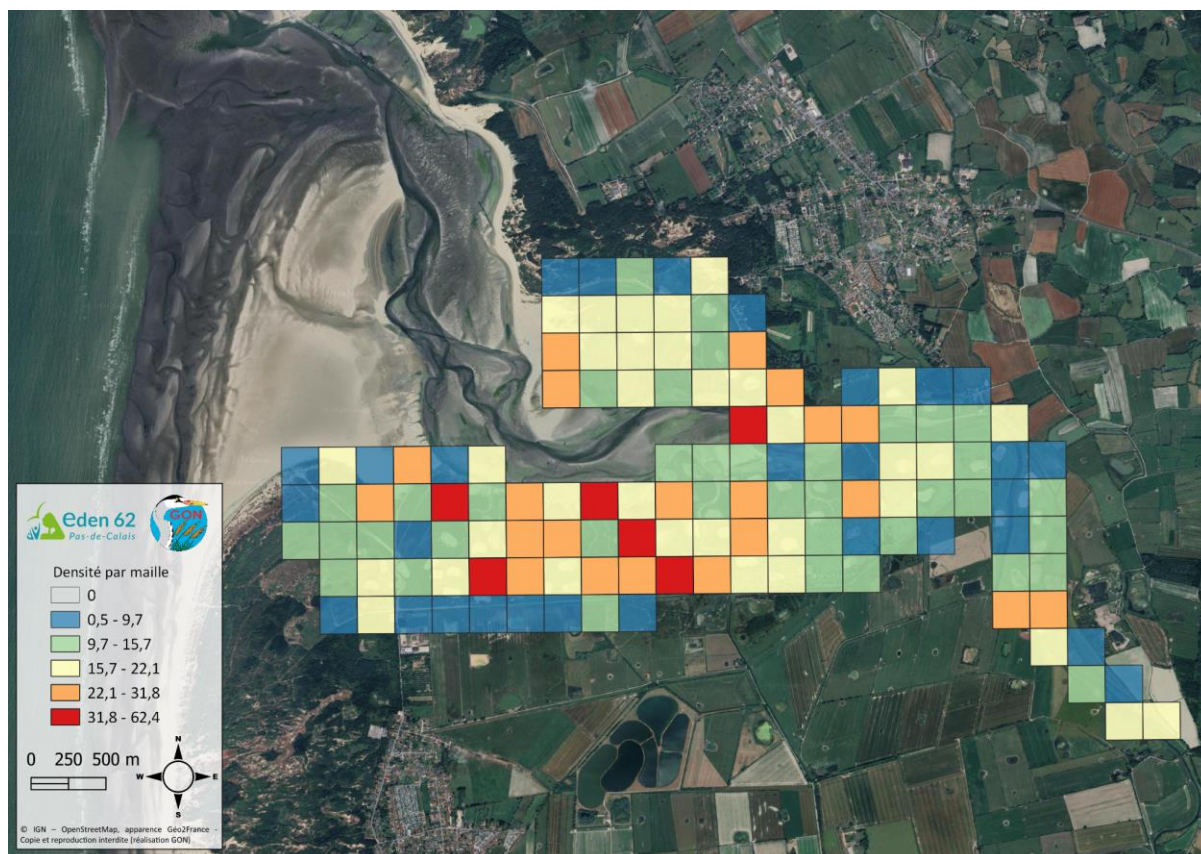
Pour établir les cartes de répartition, la densité par maille a été estimée en fonction des effectifs moyens observés lors de chaque relevé. La densité est calculée à partir de la moyenne des données collectées au cours de chaque suivi.

Pour les passereaux, seules les données des prés salés ont été prises en compte, le nombre d'observations étant négligeable pour le protocole des vasières et bancs de sable.

## C) Répartition spatiale et temporelle

### 1) Résultat général

Analyses toutes saisons confondues



La Figure 20 représente la densité moyenne d'oiseaux par maille, calculée avec l'effectif observé pour chaque suivi. Seules les observations réalisées lors du protocole "prés salés" sont retenues.

Pour rappel, les noms des zones utilisés pour décrire l'utilisation de la baie par l'avifaune sont représentés en Figure 1.

Pour la zone des prés salés (Figure 20), aucun secteur bien défini ne regroupe une large majorité d'observations. Cependant, la partie sud des prés salés possède une densité plus élevée. Les prés salés Nord et les prés salés Ouest ainsi que les lieux-dits le Bec de Perroquet, le Pont à Cailloux et le fond de baie comptent également une densité importante dans certaines mailles. Les zones de bordure peuvent présenter des densités moindres,



l'ensemble de la maille n'étant pas prospecté (dans le cas où le milieu de prés salés ne représente pas la totalité de la maille).

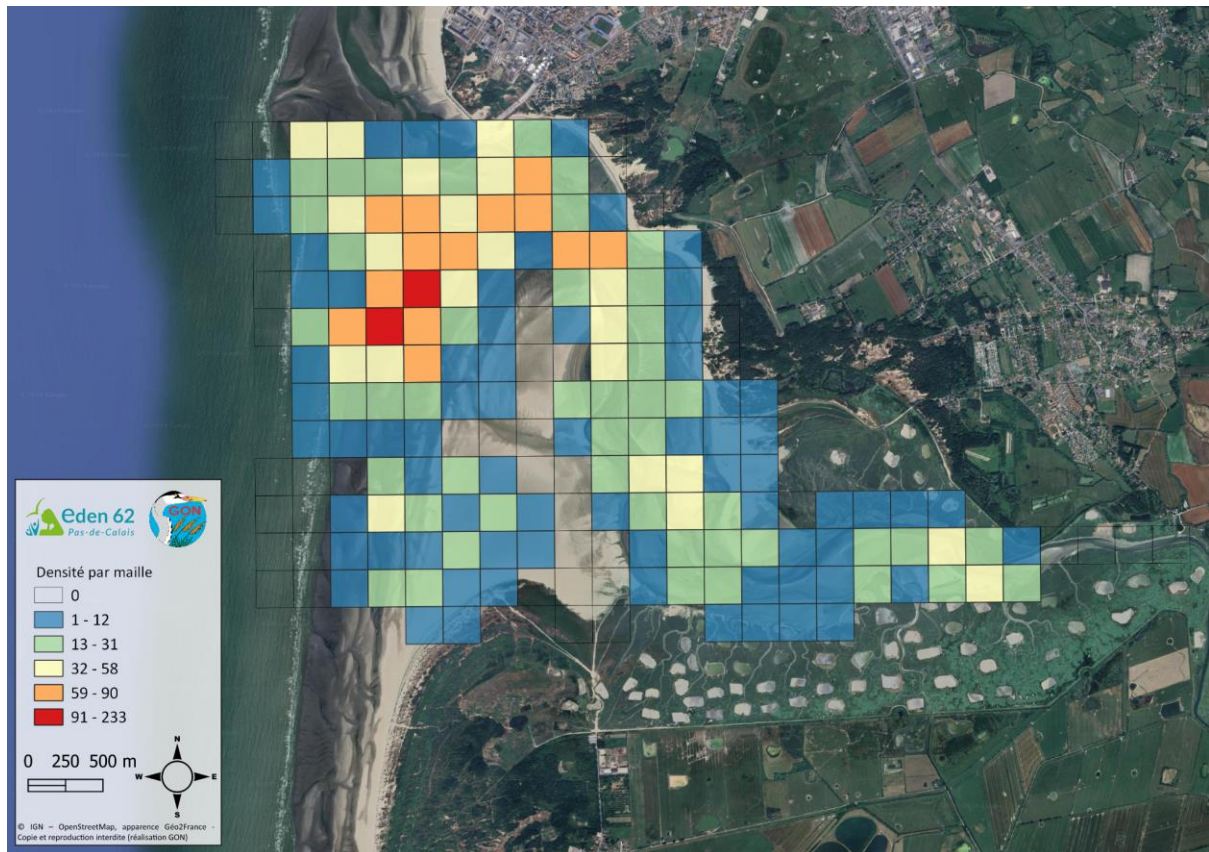


Figure 21 : Densité moyenne d'oiseaux par maille, pour les vasières et bancs de sable de la baie d'Authie, février 2023 à février 2024.

Pour la zone des vasières et bancs de sable, la densité moyenne d'oiseaux par maille est représentée ci-dessus (Figure 21). Celle-ci est calculée avec l'effectif observé pour chaque réplica.

Comme pour les prés salés, les noms des zones utilisés pour décrire l'utilisation de la baie par l'avifaune sont représentés en Figure 1.

La densité moyenne la plus élevée d'oiseaux se situe au sud de l'embouchure de l'Authie (Figure 21). On observe des densités significatives tout au long de l'Authie, particulièrement dans les secteurs de l'Anse aux Sternes et du Bois des Sapins, et dans une moindre mesure au Bec de Perroquet ainsi qu'au cœur de la baie.

À l'inverse, certaines zones présentent peu ou pas d'observations, notamment le secteur de la pointe de Routhiauville (Figure 21). Ce banc de sable est principalement utilisé par les

oiseaux pour se reposer à marée haute. Étant donné que les suivis sont effectués uniquement à marée basse, aucune observation n'a été enregistrée dans cette zone. Il en est de même pour les secteurs les plus à l'ouest, correspondant au front de mer. Ce sont des zones éloignées des points d'observation. Afin d'éviter des erreurs d'identification, les observateurs ont parfois préféré ne pas indiquer la présence d'oiseaux. De plus, en fonction des coefficients de marée, certaines de ces zones restent inondées lors des relevés.

Afin de comprendre si les zones de concentration de l'avifaune visibles en Figure 20 ressortent statistiquement de manière significative, un test de Wilcoxon a été réalisé.

Les protocoles ont été analysés de façon séparée, et seuls les résultats des prés salés ont été représentés ici. En effet, la distribution des données des vasières et bancs de sable ne permet pas de réaliser le test statistique.

Ainsi, pour le protocole "prés salés", la médiane des effectifs de chaque maille est comparée avec une médiane théorique, calculée sur l'ensemble du jeu de données. Cela permet de mettre en évidence les mailles les plus différentes du reste du jeu de données.

La carte ci-dessous est composée de deux parties :

- La médiane de chaque maille
- La p-value du test de Wilcoxon, soit le degré de significativité de la différence entre la densité d'oiseaux dans la maille par rapport à la médiane théorique. Par convention, il est considéré qu'une p-value est significative au seuil de 0.05, très significative au seuil 0.01, et extrêmement significative au seuil 0.001. À noter que c'est la différence qui est significative, qu'elle soit négative ou positive.

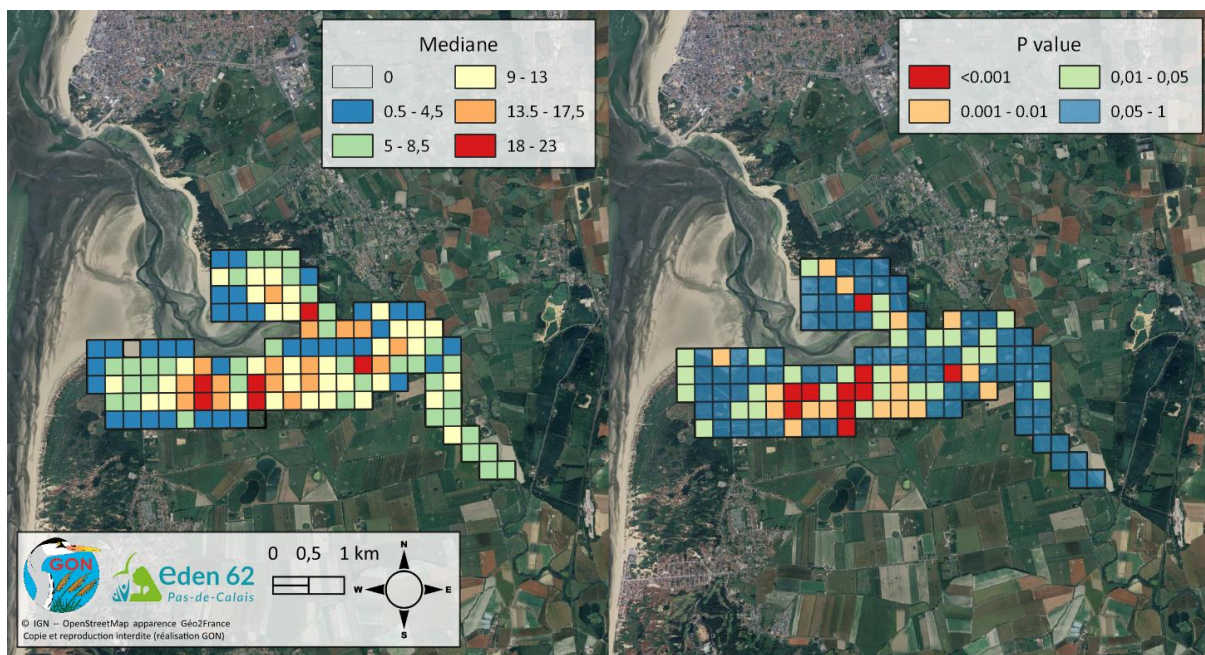


Figure 22 : Médiane et p-value du test de Wilcoxon pour le protocole des prés salés (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Pour la partie des prés salés (Figure 22), il semble que les bordures de zones ont une médiane relativement faible par rapport aux autres mailles. Les mailles des prés salés Sud semblent concentrer la majorité des mailles avec une médiane élevée. Le fond de baie et les prés salés Nord comportent également une part importante des mailles avec une médiane haute.

Pour la p-value, les mailles prés salés Sud semblent particulièrement significatives, comme une partie non négligeable des mailles en bordure de la zone d'étude. Quelques mailles peu nombreuses apparaissent également significatives dans le fond de baie et les prés salés Nord.

Le test de Wilcoxon permet de conclure sur le fait que les zones visuellement plus denses en avifaune détectées en Figure x5, notamment les prés salés Sud, ressortent également de manière significative. Il faut souligner cependant qu'il s'agit d'une analyse toutes saisons confondues, et qu'une utilisation d'un secteur à une période donnée selon l'espèce aura une importance différente.

## Analyses par saisons

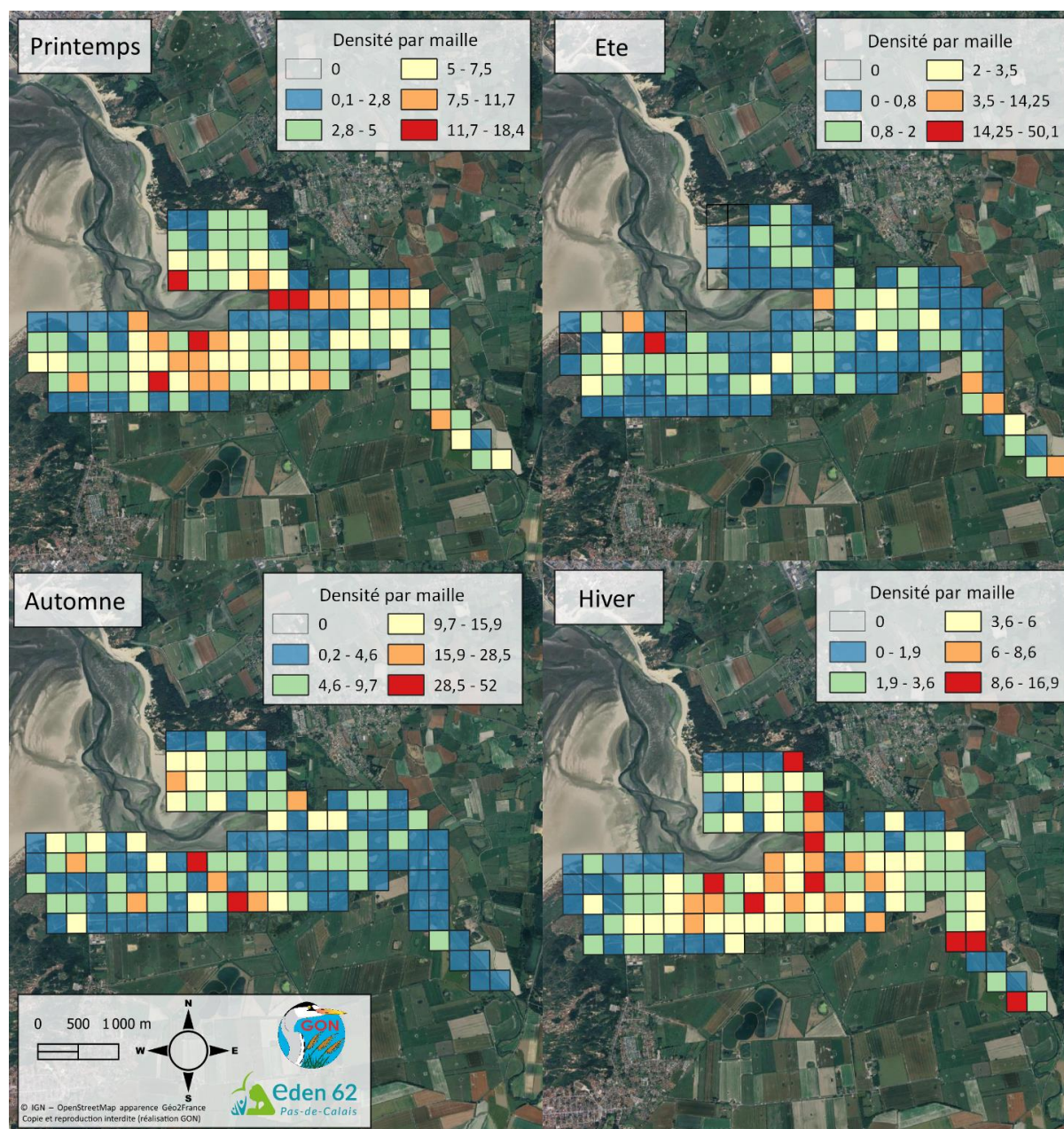


Figure 23 : Densité par maille, en fonction des saisons, pour le protocole des prés salés (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

À noter que les quatre cartes n'ont pas la même échelle de valeurs.

Pour les prés salés (Figure 23), plusieurs zones rassemblent une part importante de l'effectif, mais de manière différente selon les saisons : les prés salés Sud et le coeur de baie au printemps et en hiver, ; le Bec de Perroquet essentiellement au printemps ; le Pont à cailloux particulièrement en hiver et les prés salés Nord au printemps et en hiver.

Le fond de baie ne ressort que faiblement au printemps et les prés salés Ouest ne rassemblent qu'une part négligeable des observations, quelle que soit la période de l'année.

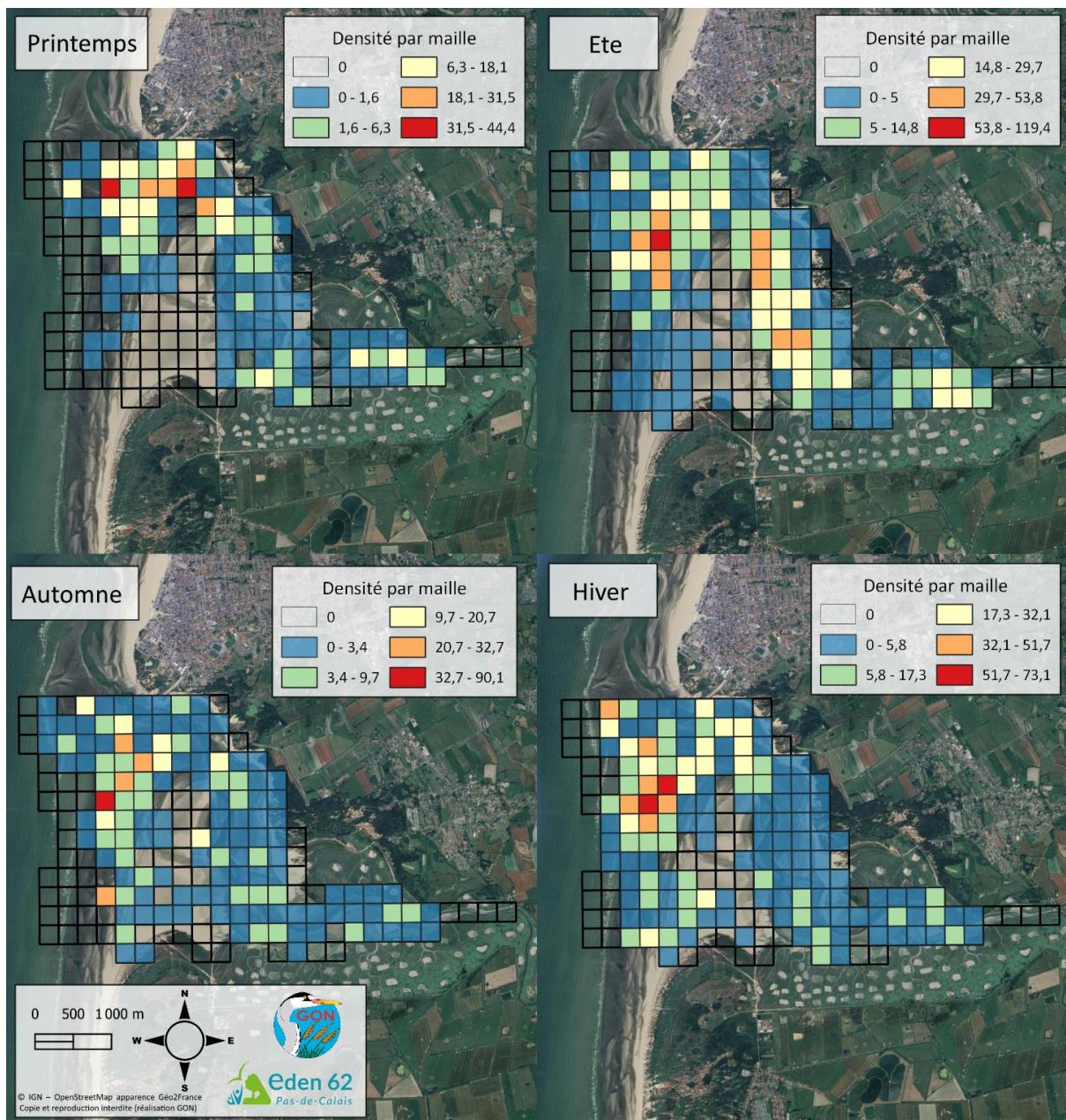


Figure 24 : Densité par maille pour les vasières et bancs de sable en fonction des saisons (baie d'Authie, février 2022 à février 2024).

La Figure 24 présente la répartition des oiseaux en fonction des saisons dans le cadre du protocole "Vasières et bancs de sable". La zone la plus dense est l'embouchure de l'Authie, et ce toute l'année. Les zones contiguës présentent également des densités élevées : Anse aux Sternes au printemps, front de mer en automne. La zone comprenant le Bois des Sapins et le Bec de Perroquet sont également des zones de concentration en été.

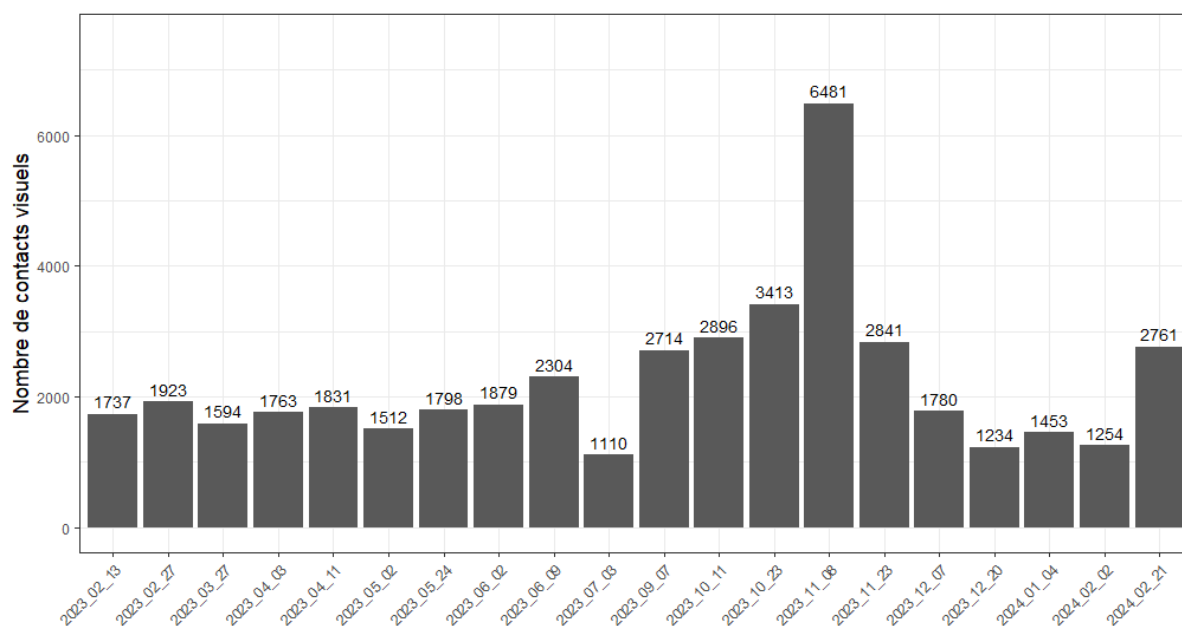


Figure 25 : Effectifs observés par suivi pour le protocole des prés salés (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Le nombre d'oiseaux contactés par suivi (Figure 25) semble relativement stable au cours de l'année, avec une augmentation sensible des effectifs constatée entre septembre et fin novembre (ce qui correspond à la période de migration postnuptiale). Un pic d'observation remarquable a eu lieu le 08 novembre, avec 6 481 individus recensés. Un second pic, bien moins important, a été enregistré le 21 février 2024 (ce qu'on peut rattacher aux mouvements liés à la migration pré-nuptiale). Ceci n'avait pas été constaté en février 2023.

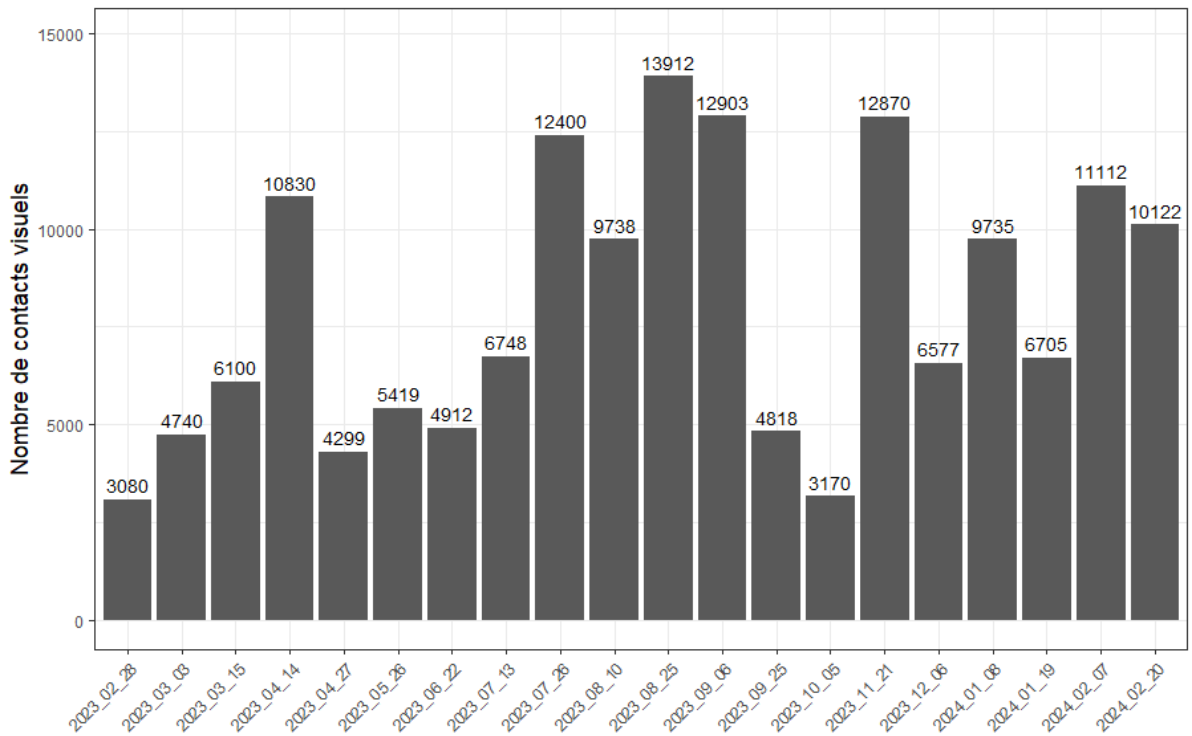


Figure 26 : Effectifs observés par suivi pour le protocole des vasières et bancs de sable (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Si aucune tendance claire ne ressort, on peut noter trois périodes où les abondances sont les plus élevées : un pic en période pré-nuptiale (avril), un en période post-nuptiale (fin juillet à début septembre), et enfin en période d'hivernage (novembre à février). Ces maximums d'abondance illustrent l'**importance de la baie d'Authie en tant que halte migratoire et site d'hivernage**. La présence accrue de migrants et d'hivernants est illustrée par les graphes par groupe taxonomique.



## 2) Répartition par groupes d'espèces

Les cartes qui suivent présentent la répartition de l'avifaune, par groupe d'espèces. Pour chaque groupe d'espèces, la densité est la moyenne de l'effectif observé pour chaque réplica et/ou pour chaque suivi.

Certaines espèces au sein de chaque groupe fonctionnel ont reçu une attention particulière, non seulement en raison des enjeux mentionnés plus haut, mais aussi parce qu'il était pertinent de s'attarder sur celles dont les enjeux n'apparaissaient pas clairement avec la méthode de classification utilisée.

## a) Anatidés

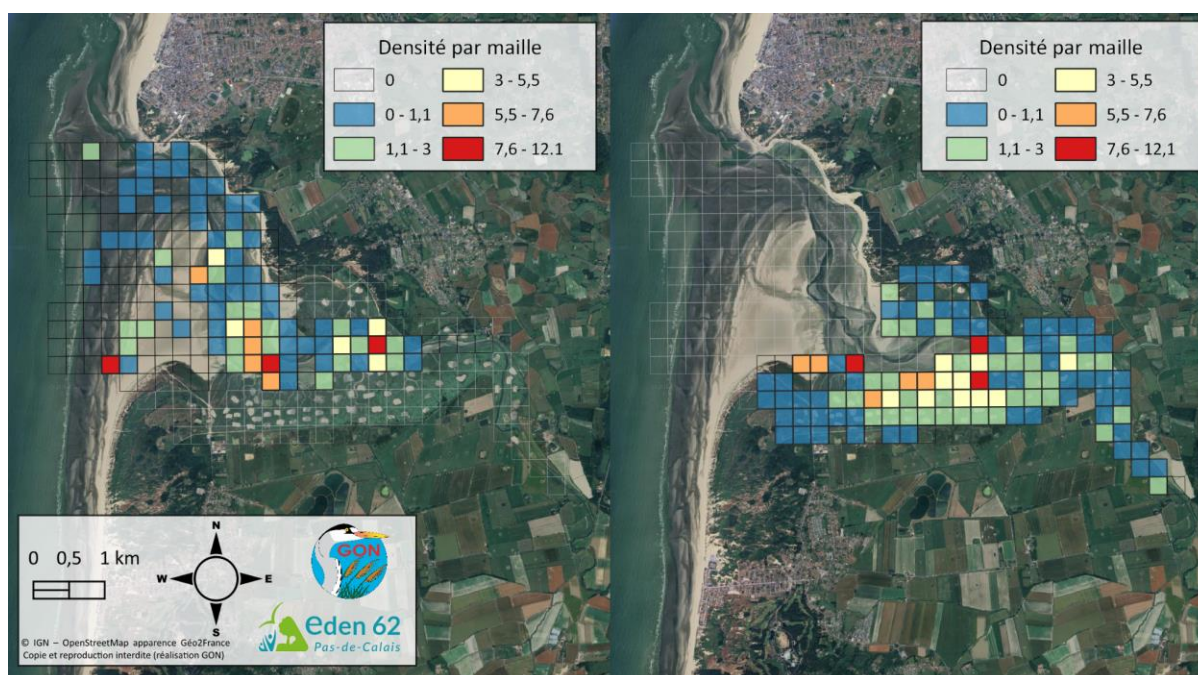


Figure 27 : Densité d'anatidés par maille (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

La Figure 27 représente la densité d'anatidés par maille pour chacun des deux protocoles de suivi.

Pour les anatidés (Figure 27), il semble que les effectifs soient essentiellement concentrés le long du chenal de l'Authie, au niveau du Bec de Perroquet, dans le cœur de baie et à l'est de la Pointe de Routhiauville. Ce sont des zones de schorres inférieur et moyen (Figure 2). On note également une densité non négligeable dans les prés salés Sud, mais plutôt dans des mailles caractérisées par la présence de vasières ou au sein de végétations de type schorre moyen, dominées par le *Bostryche scorpioïde* (*Bostrychia scorpioides*) et l'*Obione faux-pourpier* (*Halimione portulacoides*), ainsi que dans le schorre supérieur avec des associations à *Chiendent maritime* (*Agropyron pungentis*). Les mares de chasse jouent probablement un rôle non négligeable à la forte présence des anatidés dans cette zone.

Quasiment aucune observation n'a été recensée dans le reste des prés salés, à l'embouchure de l'Authie, dans l'Anse aux Sternes, dans les prés salés Ouest et dans la zone du Pont à Cailloux.

À noter qu'une maille regroupe une part importante des données en hiver, sur le front de mer, au sud-ouest de la Pointe de Routhiauville, qui s'explique par la présence de groupes de *Macreuses noires* (*Melanitta nigra*).

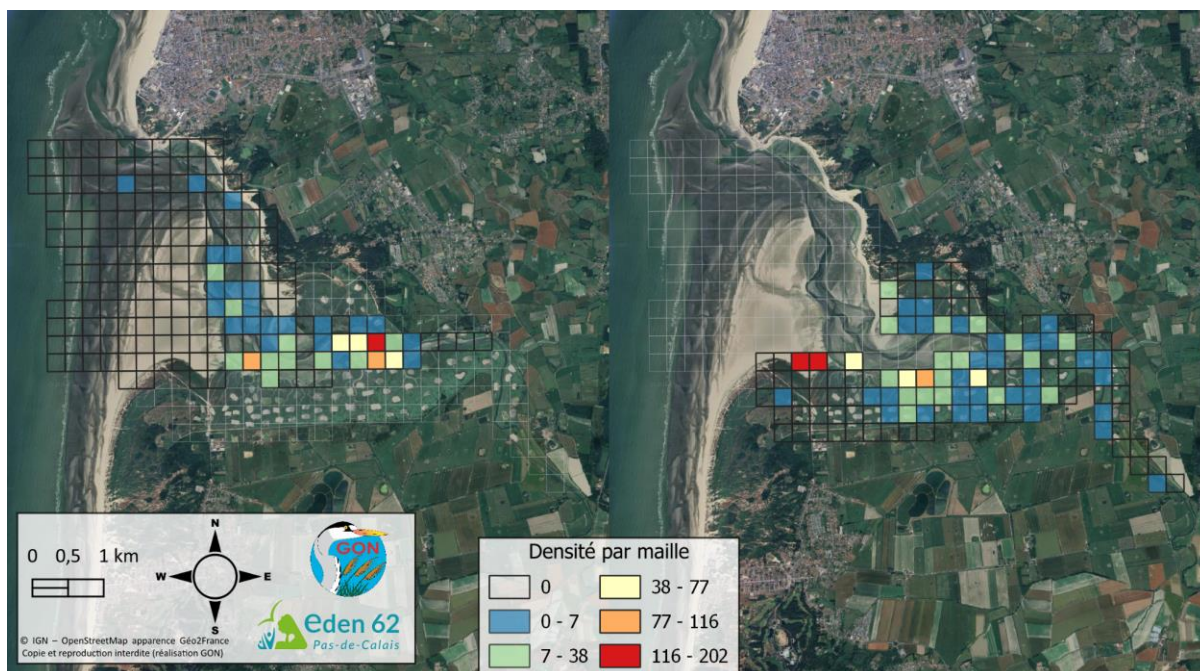


Figure 28 : Densité d'anatidés en alimentation par maille (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Les zones préférentiellement utilisées pour l'alimentation des anatidés se trouve à l'est du Bec de Perroquet, dans les zones de vasières, dans les zones à *Puccinellie maritime* (*Puccinellietum maritimae typicum*), ainsi que dans la slikke supérieure dominé par une végétation à *Spartine Anglaise* (*Spartinetum anglicae*) (Figure 28). On trouve également des anatidés en activité alimentaire le long du chenal de l'Authie, et ponctuellement répartis dans les prés salés.

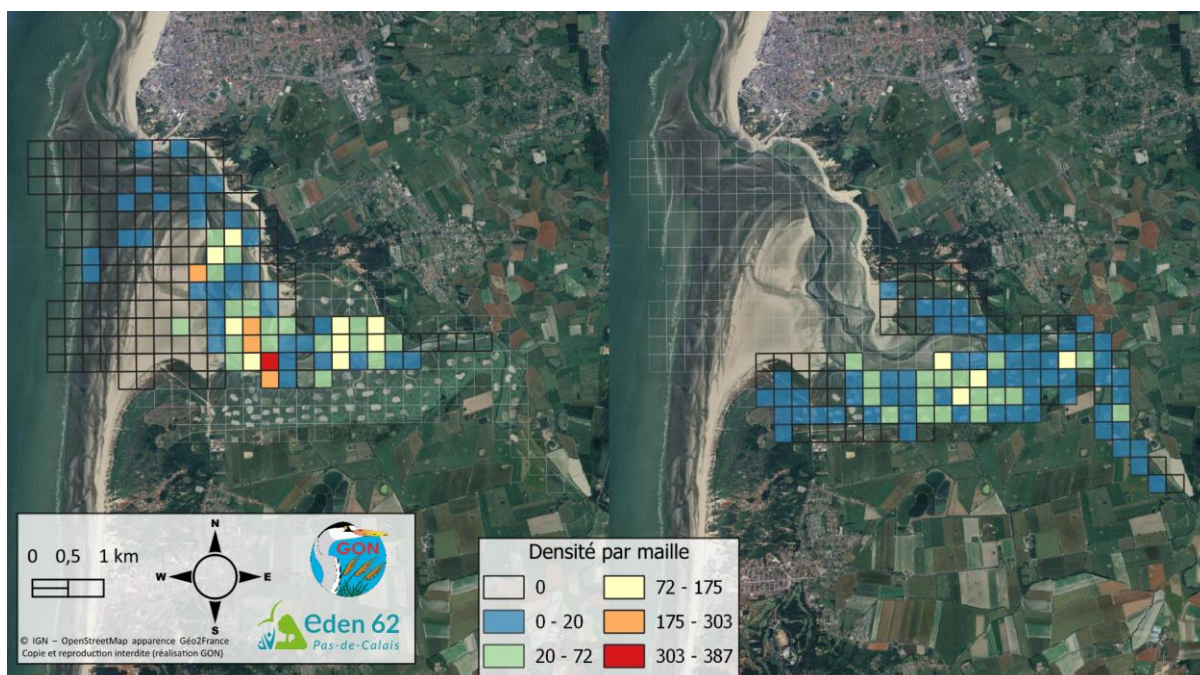


Figure 29 : Densité d'anatidés en repos par maille (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

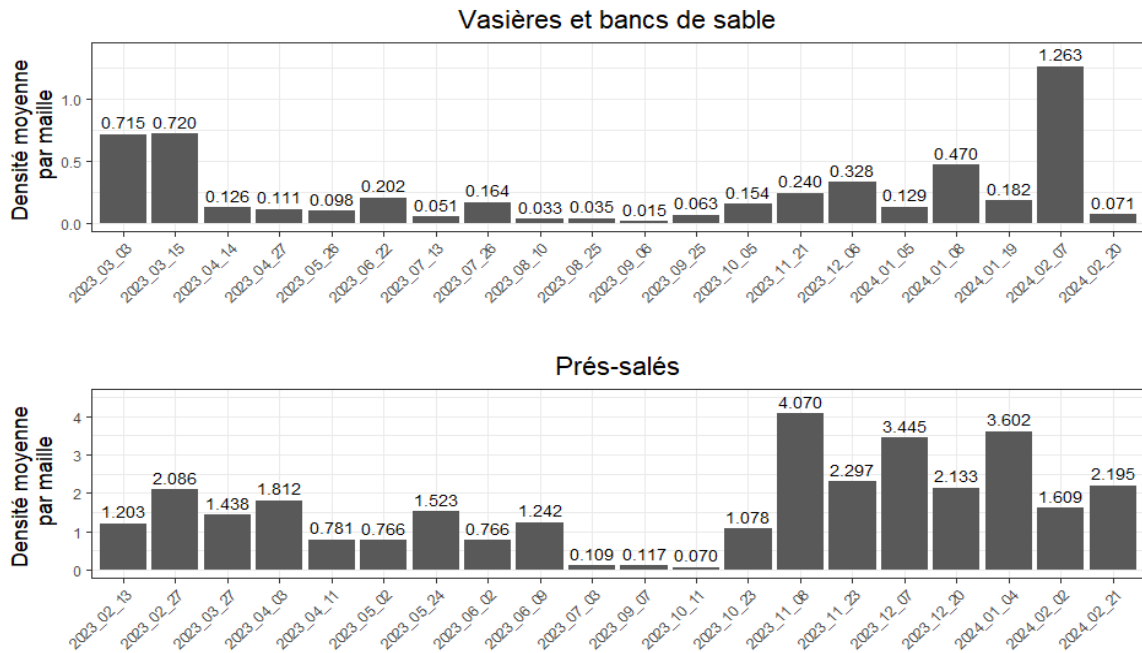


Figure 30 : Phénologie des anatidés en baie d'Authie (PS : n = 706; VBDS : n = 414 ; février 2023 à février 2024).

La zone la plus utilisée par les anatidés au repos est située au sud et à l'est du Bec de Perroquet (Figure 29). Des anatidés au repos sont observés également de manière moins concentrée dans les près salés et au niveau de la pointe de Routhiauville.

La densité moyenne par maille pour les anatidés (figure g1) apparaît nettement plus élevée dans le protocole "Près salés" avec un nombre d'observations (n=706) plus important que dans le protocole "vasières et bancs de sable" (n=414).

La densité observée semble être particulièrement importante entre les mois d'octobre et de janvier, avec un pic d'observation atteint lors du mois de novembre. Entre février et juin, la densité observée reste importante ; entre les mois de juillet et septembre, le nombre d'observations est relativement faible.

Bien qu'avec le protocole "Vasières et bancs de sable", la densité d'anatidés soit beaucoup moins importante, on constate une similitude concernant la période de faible densité observée entre les deux protocoles. On relève cependant qu'elle s'étend plus largement ici du mois d'août au mois de septembre. Le pic de densité, pour ce protocole, a été observé au mois de février.

## Tadorne de Belon



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
5 Élevés	5 Élevés	4 Modérés

Le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) est une espèce monotypique qui se reproduit de l'Europe occidentale jusqu'en Afghanistan, en Iran et au nord-est de la Chine. En France, elle niche essentiellement sur le littoral, surtout depuis la frontière franco-belge jusqu'à l'estuaire de la Gironde et en Méditerranée occidentale. Dans les Hauts-de-France, cette espèce est connue pour y nicher, à priori plus régulièrement qu'ailleurs en France, à l'intérieur des terres (marais, mares prairiales, carrières inondées, bassins de décantation, dunes...) (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

Si cette espèce est protégée et considérée comme étant dans un état de conservation favorable en France et en Europe de l'Ouest (ISSA *et al.*, 2015), l'évolution de ses populations reste à priori fortement corrélée à la préservation des écosystèmes littoraux. A l'instar des autres estuaires picards, la baie d'Authie semble donc jouer un rôle fonctionnel majeur pour cette espèce.

## Répartition spatiale :

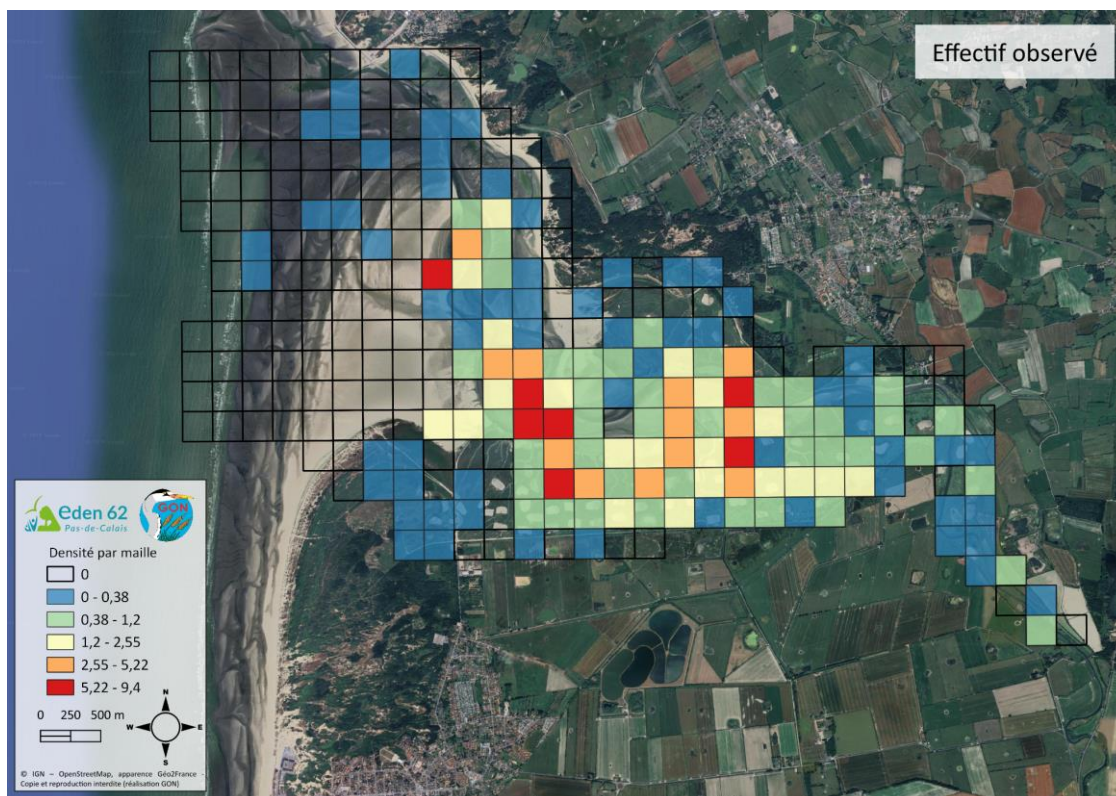


Figure 31 : Répartition du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) en baie d'Authie, février 2023 à février 2024.

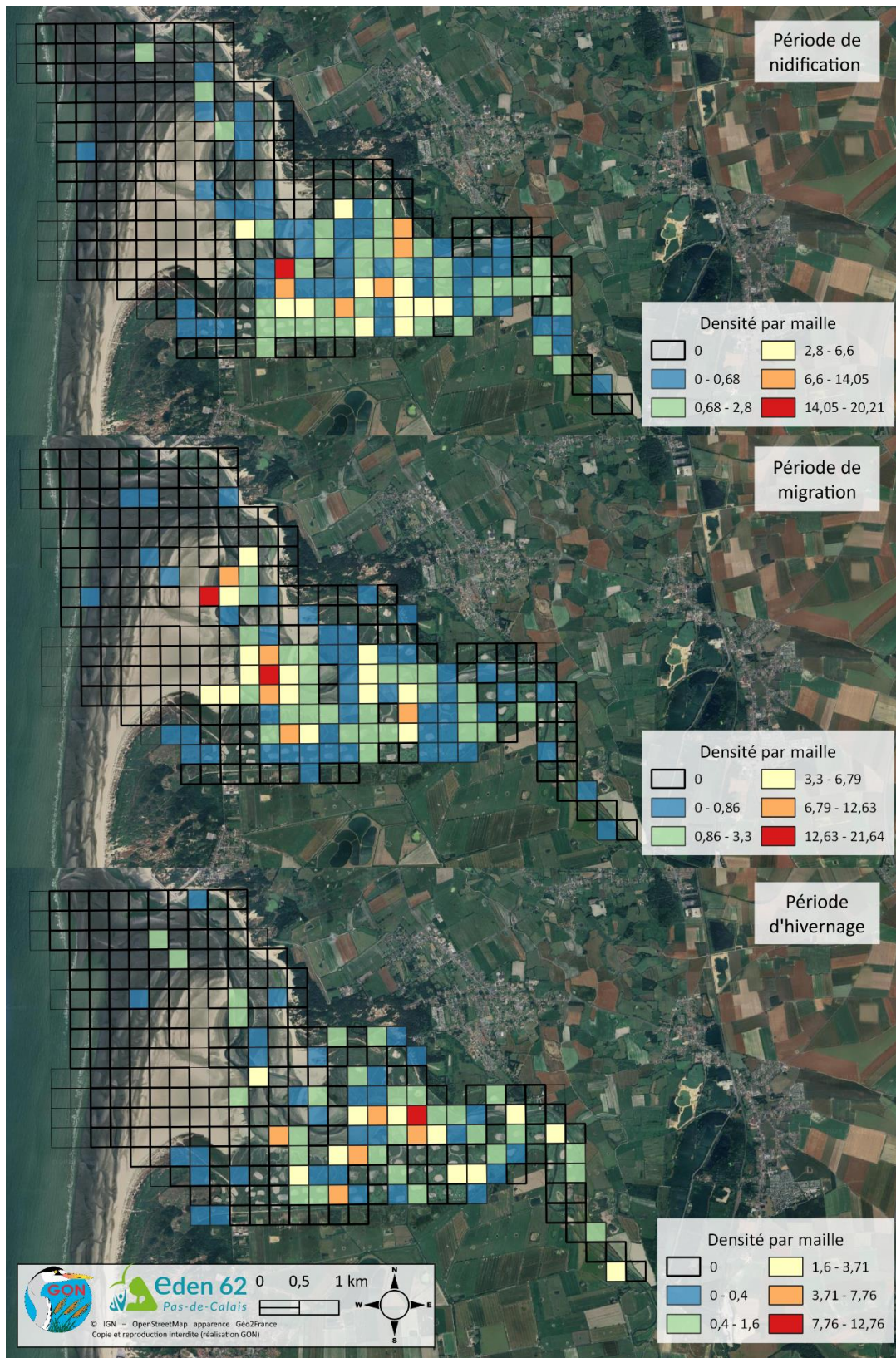


Figure 32 : Répartition du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) en période de nidification, de migration et d'hivernage (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

En période de reproduction, l'essentiel des observations de Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) (Figure 32) est concentré au niveau du Bec de Perroquet et dans les prés salés Sud avec une densité faible dans les autres zones des prés salés, et quasiment nulle sur le reste de la baie.

Une part plus importante de la baie semble être occupée par les individus en migration avec quatre zones concentrant les maxima de densité : le Bec de Perroquet, la zone du Bois des Sapins, le cœur de baie et les prés salés Sud.

La densité d'individus observés est moins importante en hiver et majoritairement localisée dans le cœur de baie. Le niveau d'enjeu pour l'espèce en période hivernale en baie d'Authie est un enjeu modéré.

Répartition spatiale (phénologie) :

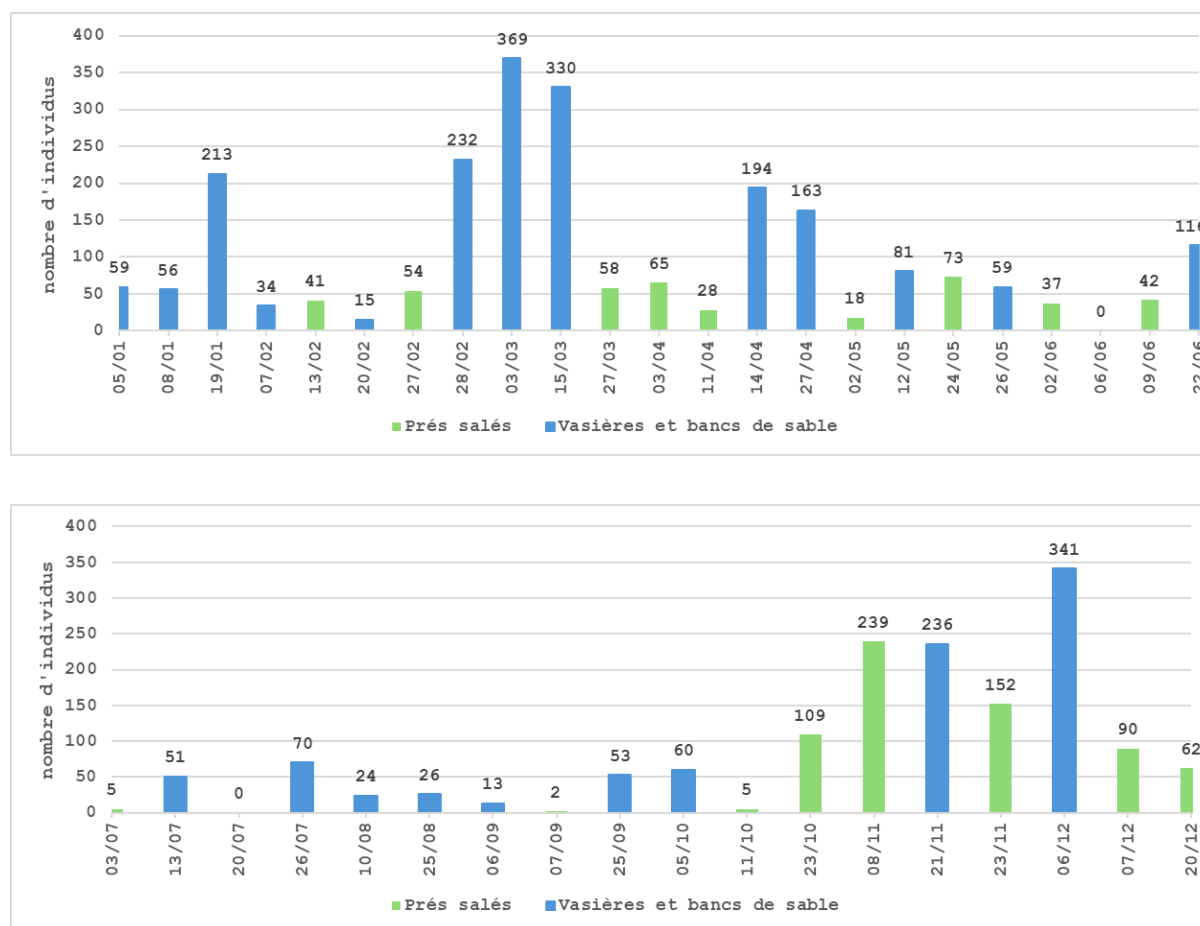


Figure 33 : Phénologie du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

En début d'année, quelques dizaines d'individus hivernent sur le site. Toutefois, 213 individus sont observés le 19 janvier. Il est possible que cette mention se traduit par un mouvement local, ou à une arrivée tardive en fonction des rigueurs hivernales.

A partir de fin février, les effectifs augmentent de 232 le 28 février à 369 le 3 mars pour descendre progressivement à 330 individus le 15 mars puis 163 le 27 avril. Ces effectifs sont relevés en fin d'hivernage - début de migration pré-nuptiale.

Au cours de la période de nidification, une légère hausse est constatée le 22 juin avec 116 individus sur les vasières et bancs de sable. A cette période, les jeunes se regroupent en crèche ce qui peut expliquer cette augmentation.

Malgré un déplacement important de l'espèce observé chaque année sur le littoral des Hauts-de-France en juillet (CALOIN F., et *al.*, 2014), correspondant à la migration de mue en direction de la mer de Wadden (Pays-Bas), aucune augmentation en baie d'Authie n'est observée.

Entre la fin octobre et début décembre, correspondant à la migration postnuptiale, les effectifs en repos/alimentation du Tadorne de Belon augmentent considérablement et sont compris entre 109 et 341 individus.

La majorité des individus est observée dans les vasières et bancs de sable.



## Canard pilet



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
NA	10 Très élevés	4 Modérés

Le Canard pilet (*Anas acuta*) présente une répartition holarctique. Les populations nicheuses d'Europe de l'Ouest se concentrent essentiellement dans les zones humides des hautes latitudes en Russie, Fennoscandie, Pays baltes et Islande. La reproduction de cette espèce sur le territoire français est considérée comme anecdotique. Ce canard présente un caractère migrateur marqué et la majorité de ces populations hiverne en Afrique de l'Ouest. Une fraction des individus hiverne cependant sur le littoral français, se concentrant alors sur un nombre restreint d'espaces protégés (ISSA *et al.*, 2015).

Considérée il y a encore une décennie comme non menacée en Europe occidentale (ISSA *et al.*, 2015), l'état des populations du Canard pilet en Europe est dorénavant jugé préoccupant ([www.https://migratlane-telemetry.fr/project/canard-pilet/](https://migratlane-telemetry.fr/project/canard-pilet/)). La diminution continue de la surface des zones humides, affectées par le drainage et certaines pratiques agricoles (FOX, 1998), combinée à une pression de chasse restée significative (prélèvements estimés en Europe à 95 000-142 000 individus par an (Ecoscope, 1996) et à 200 000 - 400 000 individus en Afrique occidentale (COLLIGNON, 2005) en constituent les principales raisons.

La position de la baie d'Authie le long de l'axe migratoire utilisé par cette espèce lui confère un rôle fonctionnel potentiellement significatif, bien que probablement moins important que celui joué par la Baie de Somme.

## Répartition spatiale :

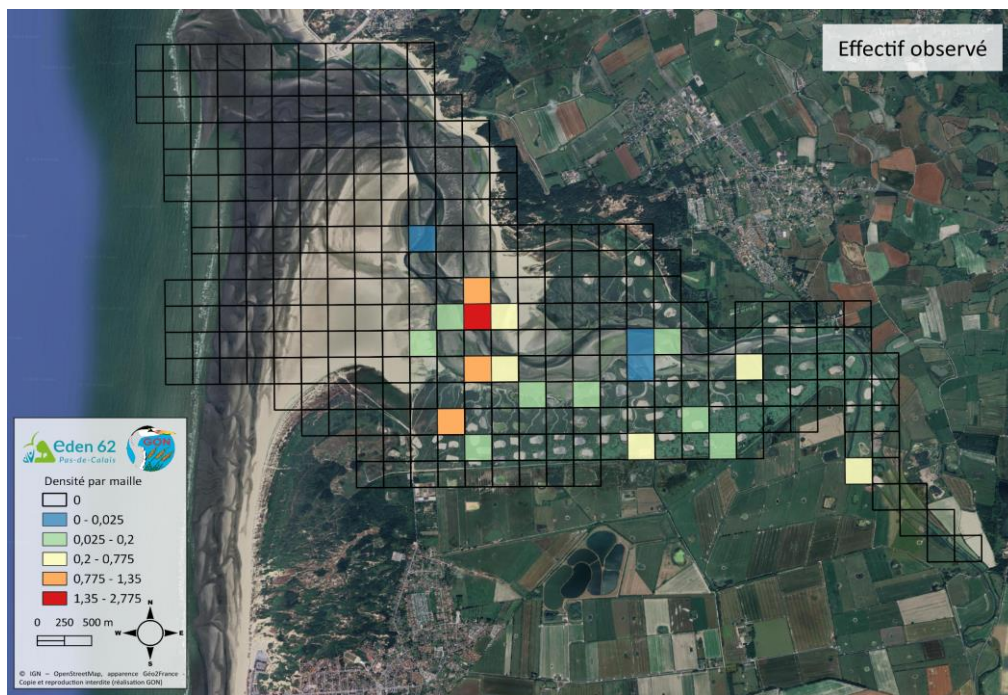


Figure 34 : Répartition du Canard pilet (*Anas acuta*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

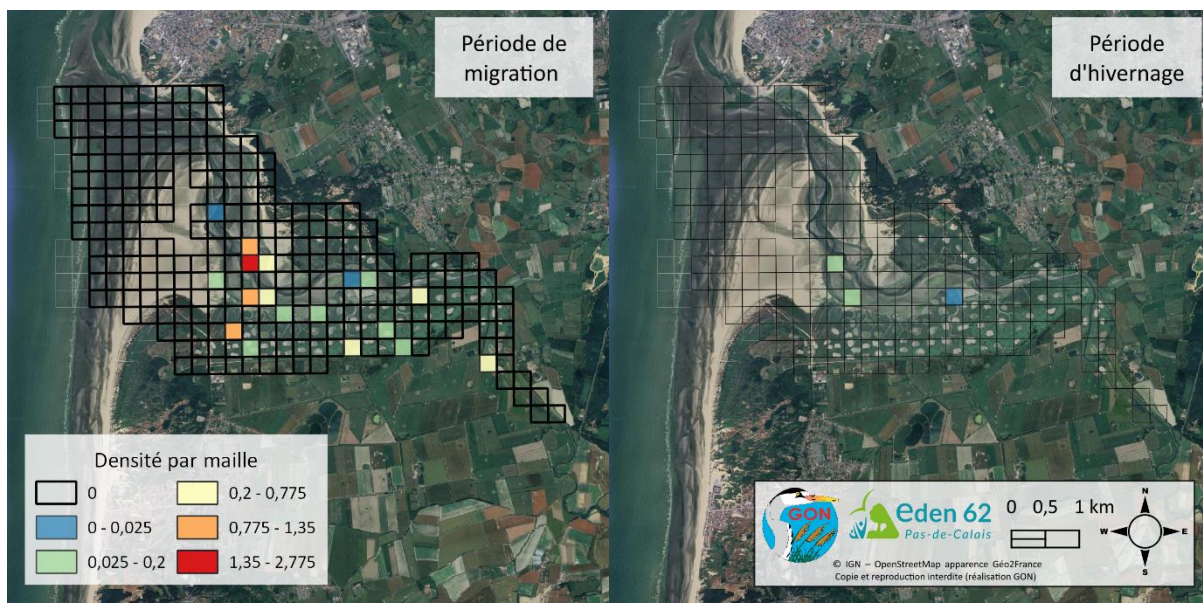


Figure 35 : Répartition du Canard pilet (*Anas acuta*) dans la zone d'étude en période de migration et d'hivernage.

La majorité des effectifs observés l'ont été pendant la période de migration (Figure 35). Majoritairement concentrés sur l'Authie aux abords du Bec de Perroquet, quelques observations ont été recensées en cœur de baie et dans les prés salés. Peu d'individus hivernants ont été contactés dans la même zone.

## Répartition temporelle (phénologie) :

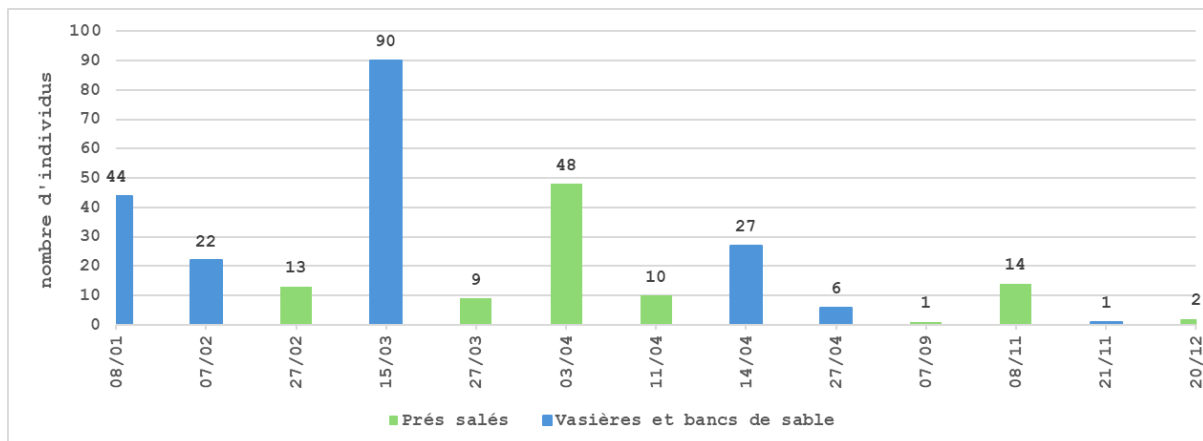


Figure 36 : Phénologie du Canard pilet (*Anas acuta*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Dès le mois de janvier, les effectifs de Canard pilet diminuent de 44 individus le 8 janvier à 13 le 27 février.

Le pic d'effectifs semble correspondre à une halte de 90 individus le 15 mars en période de migration prénuptiale.

Aucun individu n'est présent en période de reproduction durant cette étude.

Le nombre d'individus en période postnuptiale est faible avec un maximum de 14 individus le 8 novembre.

## b) Ardéidés

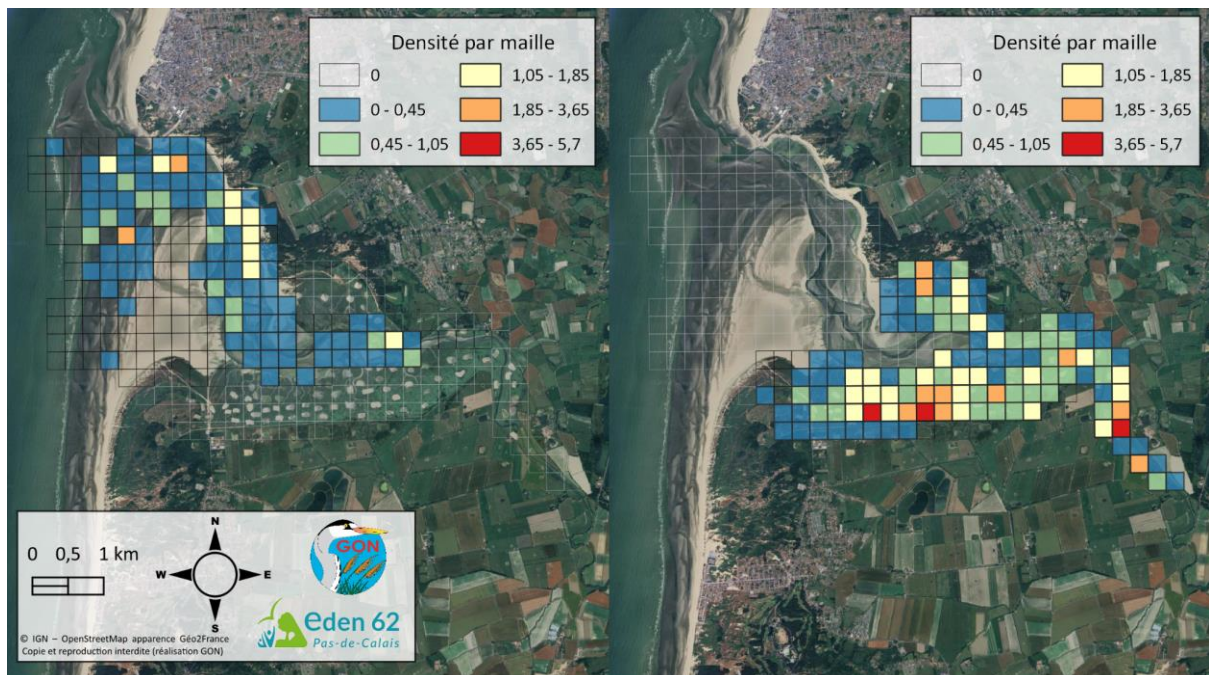


Figure 37 : Densité d'ardéidés par maille en baie d'Authie, février 2023 à février 2024.

Pour les ardéidés (Figure 37), l'Anse des Sternes accueille une part importante des effectifs ainsi que la zone du Bois des Sapins où la densité est élevée. Cependant, les effectifs semblent se concentrer principalement dans les prés salés Sud dans la zone de schorres supérieur, avec également une densité notable dans la zone du Pont à Cailloux, dans la zone de fond d'estuaire de niveau moyen, autour des mares de chasse et dans les filandres.

À noter que la Pointe de Routhiauville, le front de mer et le Bec de Perroquet n'abritent qu'une faible densité d'individus.

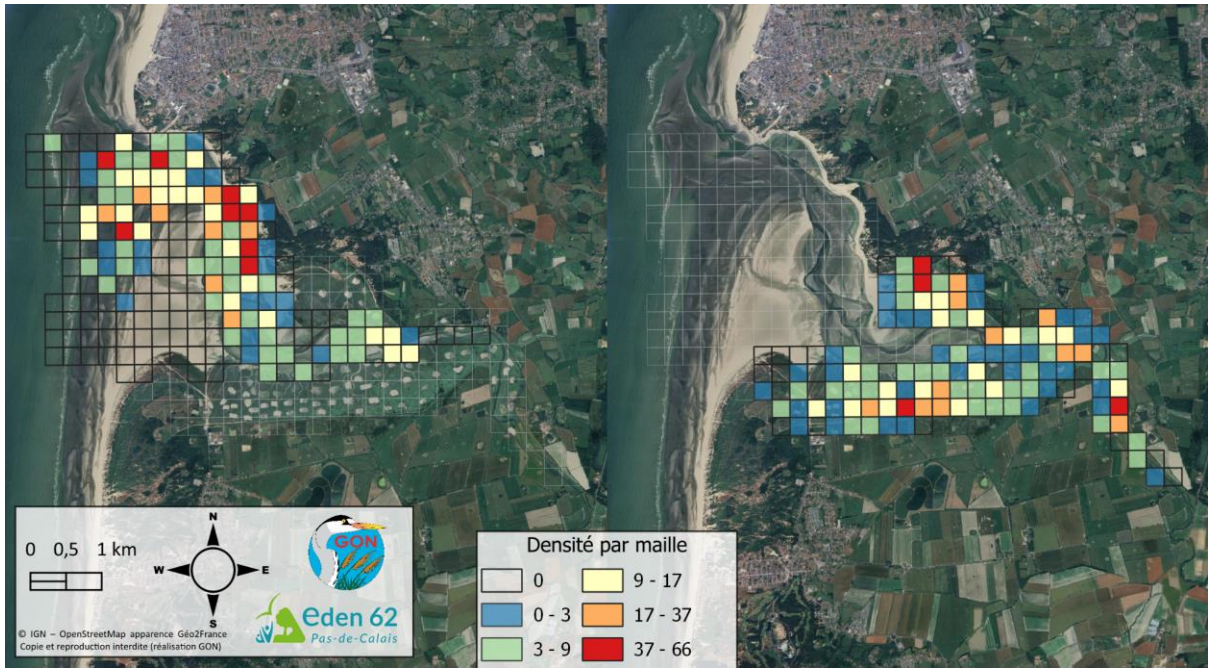


Figure 38 : Densité d'ardéidés en alimentation par maille en baie d'Authie.

On remarque en Figure 38 que les ardéidés en activité alimentaire fréquentent préférentiellement les abords du chenal de l'Authie, dans la zone de vasières. Le bois de sapin, l'embouchure de l'Authie, l'Anse des Sternes et l'ouest du Bec de Perroquet sont les zones les plus fréquentées autour du chenal. On les retrouve également dans les prés salés, et notamment dans les prés salés Nord et Ouest, ainsi qu'en fond de baie.

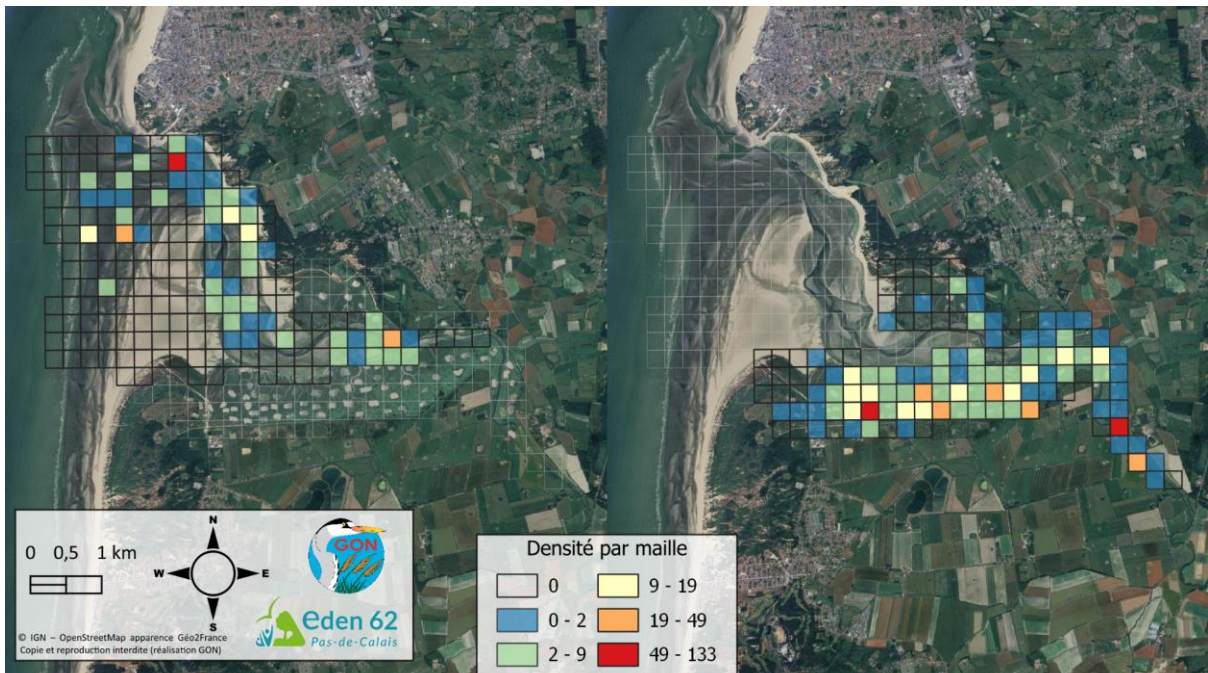


Figure 39 : Densité d'ardéidés en repos par maille en baie d'Authie.

Les zones de présence des ardéidés au repos sont sensiblement les mêmes que lors de leur phase d'alimentation. Ils se reposent dans les zones de vasières avec un grand nombre présent au niveau de la Anse des Sternes. Dans les prés salés, le nord semble peu exploité pour le repos, à l'inverse des prés salés Sud et quelques mailles dans le fond de baie qui compte une grande densité d'ardéidés au repos (Figure 39).

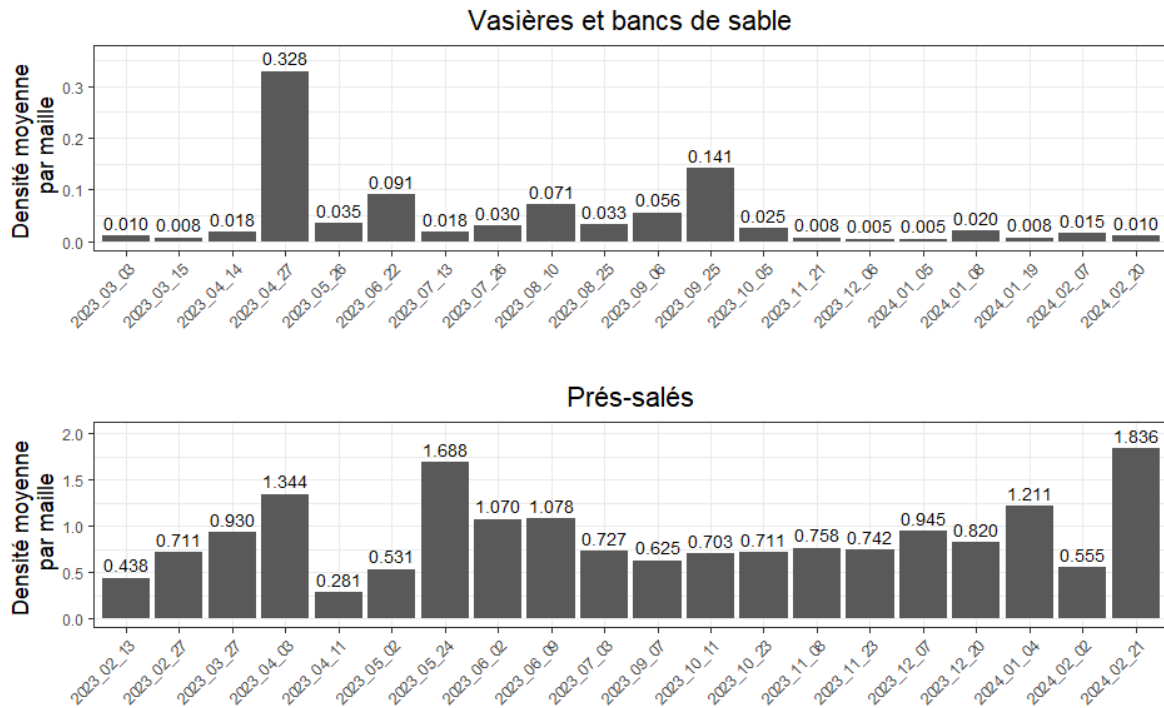


Figure 40 : Phénologie des ardéidés en baie d'Authie (PS : n = 1 120; VBDS : n = 723; février 2023 à février 2024).

La densité moyenne par maille pour les ardéidés (Figure 40) apparaît nettement plus importante pour le suivi "prés salés" (n = 1120) que pour les le suivi "vasières et bancs de sable" (n = 723).

Le pic d'observation a été atteint à la fin du mois de février pour le suivi "prés salés" et à la fin du mois d'avril pour le suivi "vasières et bancs de sable". Une faible densité a été observée entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai, suivie d'un autre pic d'effectif observé à la fin mai. Le reste de l'année, la densité semble être relativement stable.

## Spatule blanche



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
8 Élevés	5 Élevés	4 Modérés

Sur son aire de distribution, la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) présente une répartition particulièrement clairsemée (les populations nicheuses se répartissent dans le Paléarctique au sud de 55° de latitude nord, en Inde et le long des côtes de la Mer rouge et de la Somalie). Ce même pattern se dessine à l'échelle nationale où l'espèce, considérée comme rare et localisée, niche dans des colonies dispersées, généralement situées le long du littoral (ISSA *et al.*, 2015).

Dans les Hauts-de-France, les 2 colonies connues se situent à proximité immédiate d'estuaires de type picard (BEAUDOUIN *et al.*, 2019), en mixité avec des colonies d'ardéidés. L'une est sise à Rue (en baie de Somme ; nidification depuis 1994), l'autre à Cucq (entre la baie de Canche et la baie d'Authie ; nidification depuis 2009).

Malgré l'augmentation significative de ses populations - particulièrement perceptible depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle (ISSA *et al.*, 2015) - le caractère dispersé des colonies et sa dépendance marquée pour les écosystèmes littoraux (estuaires, chenaux, pannes dunaires...) expliquent le maintien de la Spatule blanche dans des statuts de menace globalement élevés, que ce soit dans la Liste rouge nationale des oiseaux nicheurs comme dans ses déclinaisons régionales. A l'échelle des Hauts-de-France, l'espèce est à ce titre encore considérée comme étant "en danger d'extinction".

De manière concomitante au développement des colonies de reproduction, une augmentation du nombre d'oiseaux hivernants sur le territoire national a été constatée, ainsi qu'une augmentation du nombre de migrateurs principalement issus des populations néerlandaises. Autant d'indices qui témoignent de l'intérêt que revêt l'existence d'un réseau d'aires protégées littorales, égrené depuis les Pays-Bas jusqu'en Espagne (une grande partie de la population européenne hiverne cependant en Afrique de l'Ouest, en particulier en Mauritanie). Et si la Spatule blanche semble en avoir particulièrement bénéficié, cela aura évidemment été profitable à bon nombre d'autres oiseaux des zones humides (ISSA *et al.*, 2015).

La baie d'Authie est fréquentée par cette espèce tout au long de l'année, preuve de son importance à chaque étape de son cycle de vie. Elle semble particulièrement indispensable au maintien de la colonie de reproduction de Cucq.

Répartition spatiale :

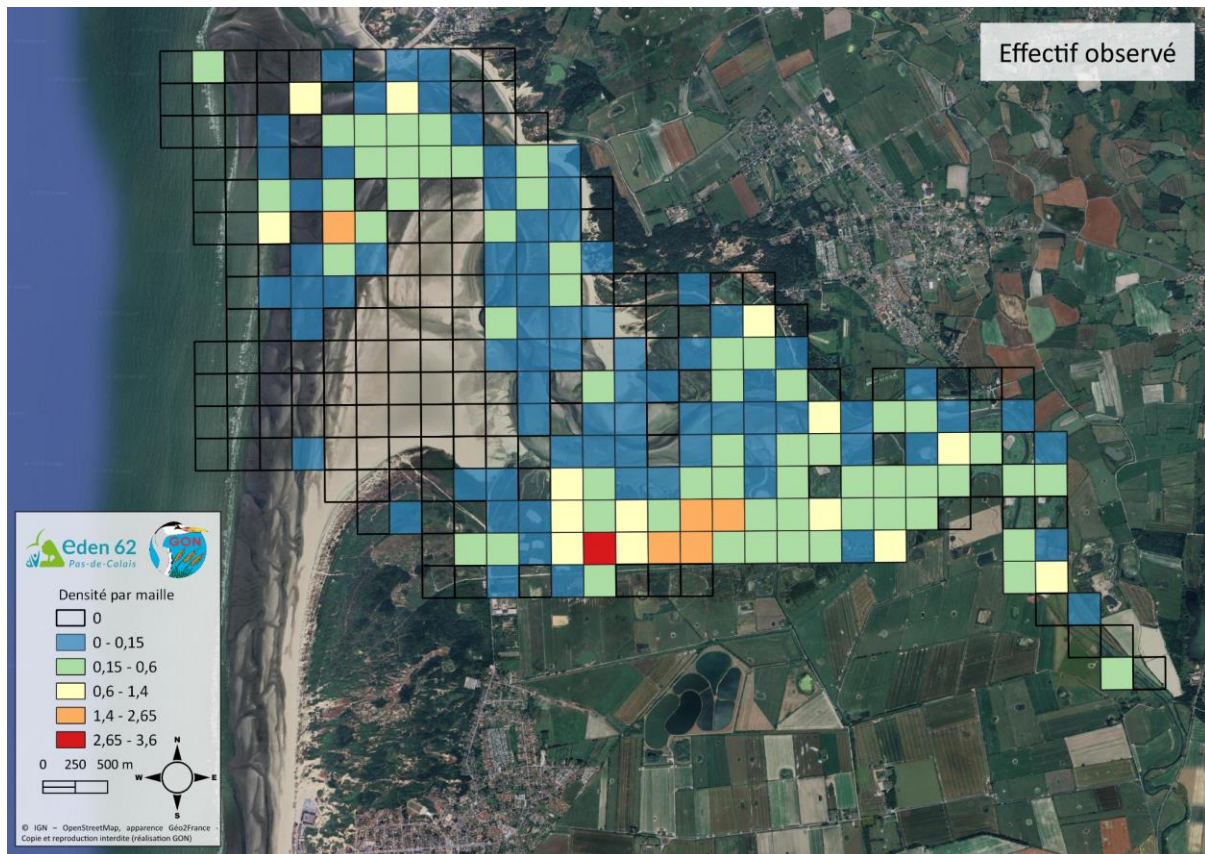


Figure 41 : Répartition de la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).



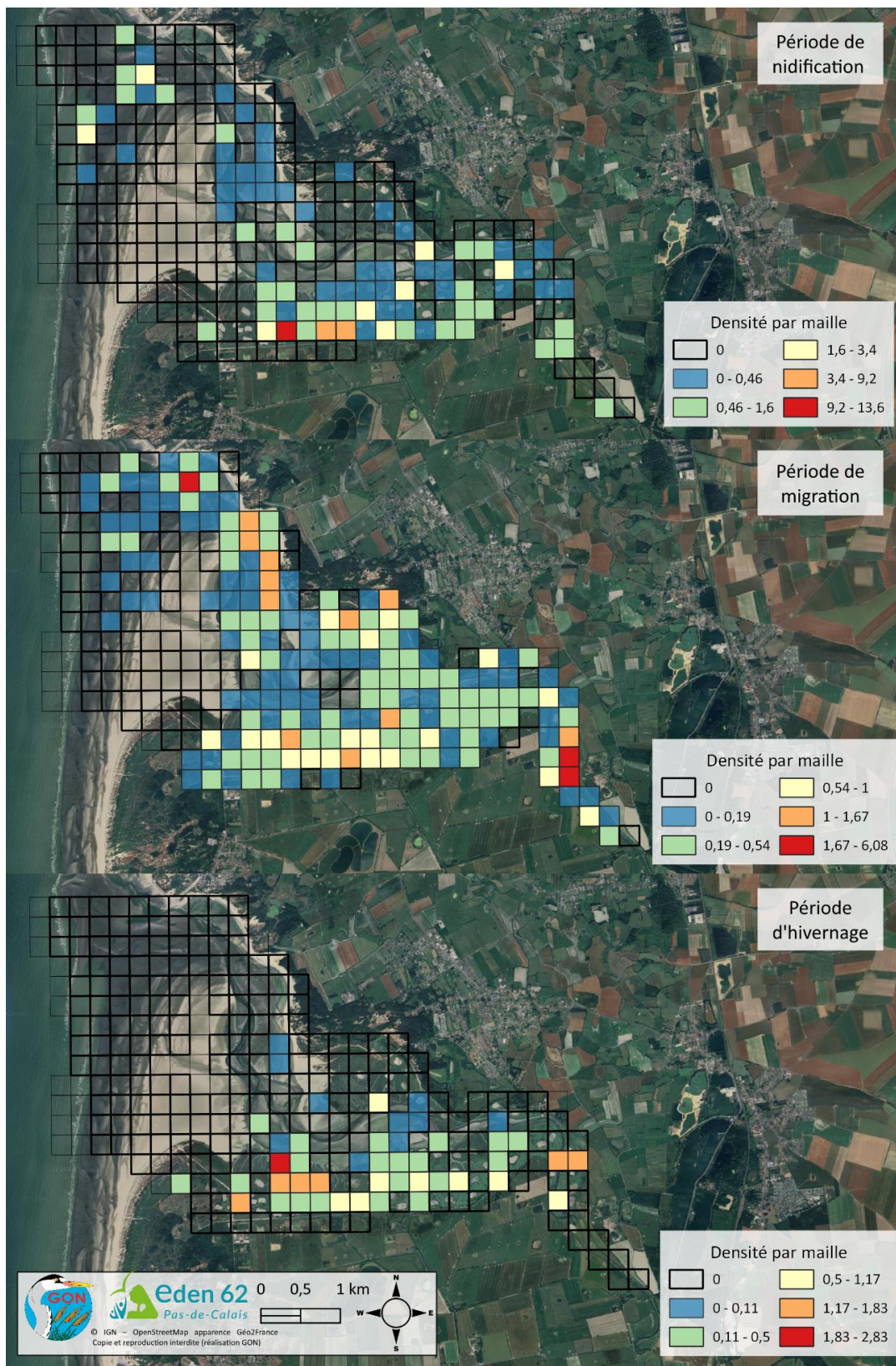


Figure 42 : Répartition de la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) dans la zone d'étude, en période de nidification, de migration et d'hivernage (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Les effectifs de Spatule blanche observés en période de nidification (Figure 42) sont concentrés dans les prés salés Sud avec des densités non négligeables à l'embouchure de

l'Authie, en cœur de baie et dans la zone de Pont à Cailloux. En période migratoire, les prés salés Sud concentrent toujours une densité importante, mais la plupart des individus observés l'ont été au niveau de l'embouchure de l'Authie et de l'Anse des Sternes. Enfin, durant l'hiver, la quasi-totalité des observations a été recensée dans les prés salés notamment dans les prés salés Sud et en fond de baie. À noter que la densité observée est moins importante que lors des autres périodes du cycle de vie.

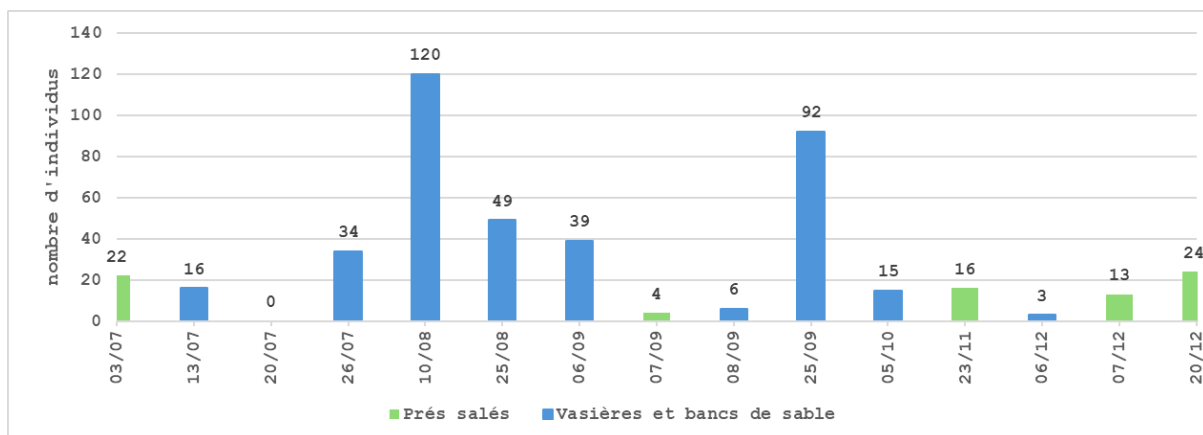
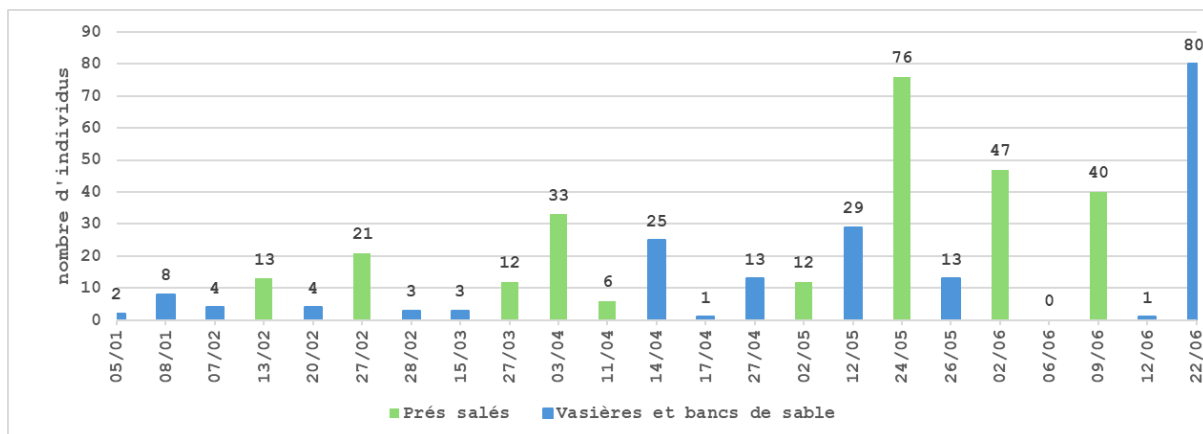


Figure 43 : Phénologie de la Spatule blanche (*Platalea leucorodia*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les effectifs observés lors des comptages sont variables avec une dominance en période de reproduction. La baie d'Authie est d'un intérêt majeur pour l'alimentation des individus nicheurs à proximité, avec la colonie de Cucq à proximité. En effet, les effectifs augmentent progressivement à partir du mois de mai. Un premier pic est observé le 24 mai avec 76 individus puis 80 le 22 juin pour atteindre un maximum de 120 individus le 10 août. Le maximum observé lors de la période postnuptiale est de 92 individus le 25 septembre correspondant au pic de migration de l'espèce. Lors de la période pré-nuptiale, 33 individus sont présents le 3 avril.

La période hivernale enregistre quelques individus probablement sédentaires.

## Aigrette garzette



Enjeux présence en période de reproduction	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
4 Modérés	5 Élevés	4 Modérés

L'aire de distribution de l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) est vaste ; elle s'étend sur toutes les zones tempérées, subtropicales et tropicales de l'Ancien Monde.

Faisant preuve d'une dynamique remarquable, sa population a très largement augmenté depuis la seconde moitié du XXe siècle, progressant très significativement vers le nord de l'Europe. En France, l'Aigrette garzette est ainsi passée d'une aire de reproduction franchement méditerranéenne à une occupation du littoral atlantique à partir des années 1950, puis de la façade Manche - Mer-du-Nord jusqu'à la fin des années 90. Ce mouvement s'est par ailleurs accompagné d'une installation de l'espèce le long des grandes vallées fluviales, ainsi que dans de petits sites disséminés à l'intérieur des terres (ISSA *et al.*, 2015). De manière concomitante, ce petit héron semble s'être assez largement sédentarisé provoquant une nette augmentation de l'effectif hivernant, ainsi que de l'aire occupée par cette espèce durant la mauvaise saison.

A l'échelle des Hauts de France, l'installation de l'Aigrette garzette en tant que nicheuse est considérée comme pérenne en Picardie depuis la fin des années 1980 (dans le Parc du Marquenterre) et sur le littoral du Pas-de-Calais depuis 1998 (BEAUDOUIN *et al.*, 2019). L'effectif nicheur régional actuel doit se situer autour de 200 couples, et l'espèce n'est actuellement pas considérée comme menacée.

L'Aigrette garzette exploite une large gamme d'habitats humides. Particulièrement vulnérable au froid (qui peut causer une très forte mortalité), elle délaisse significativement les zones humides continentales au profit des marais côtiers en cas d'hiver rigoureux.

Considérant cela, et le fait qu'il existe une colonie de reproduction à Cucq dans le Pas-de-Calais (BEAUDOUIN *et al.*, 2019), à une quinzaine de kilomètres de distance seulement, la baie d'Authie apparaît comme un site à enjeu certes local, mais néanmoins majeur pour cette espèce.

Répartition spatiale :

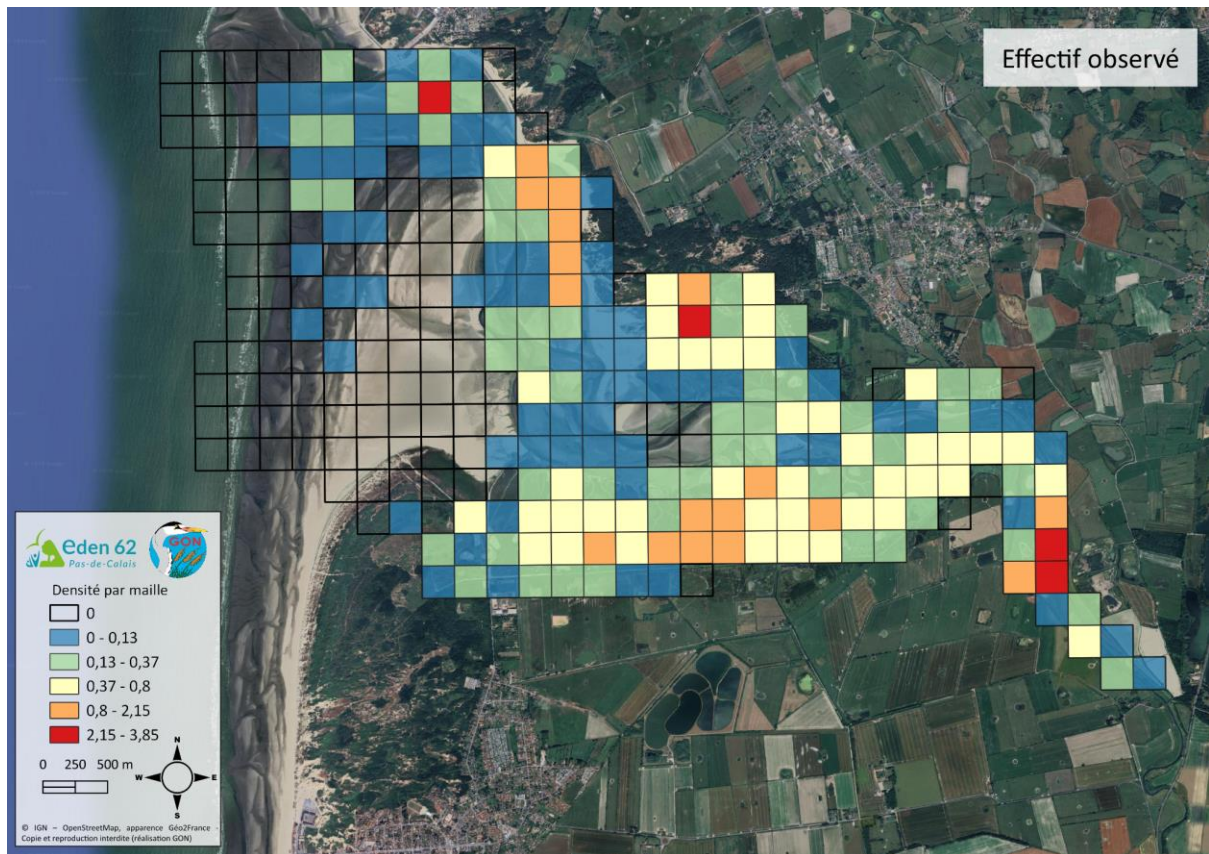


Figure 44 : Répartition de l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

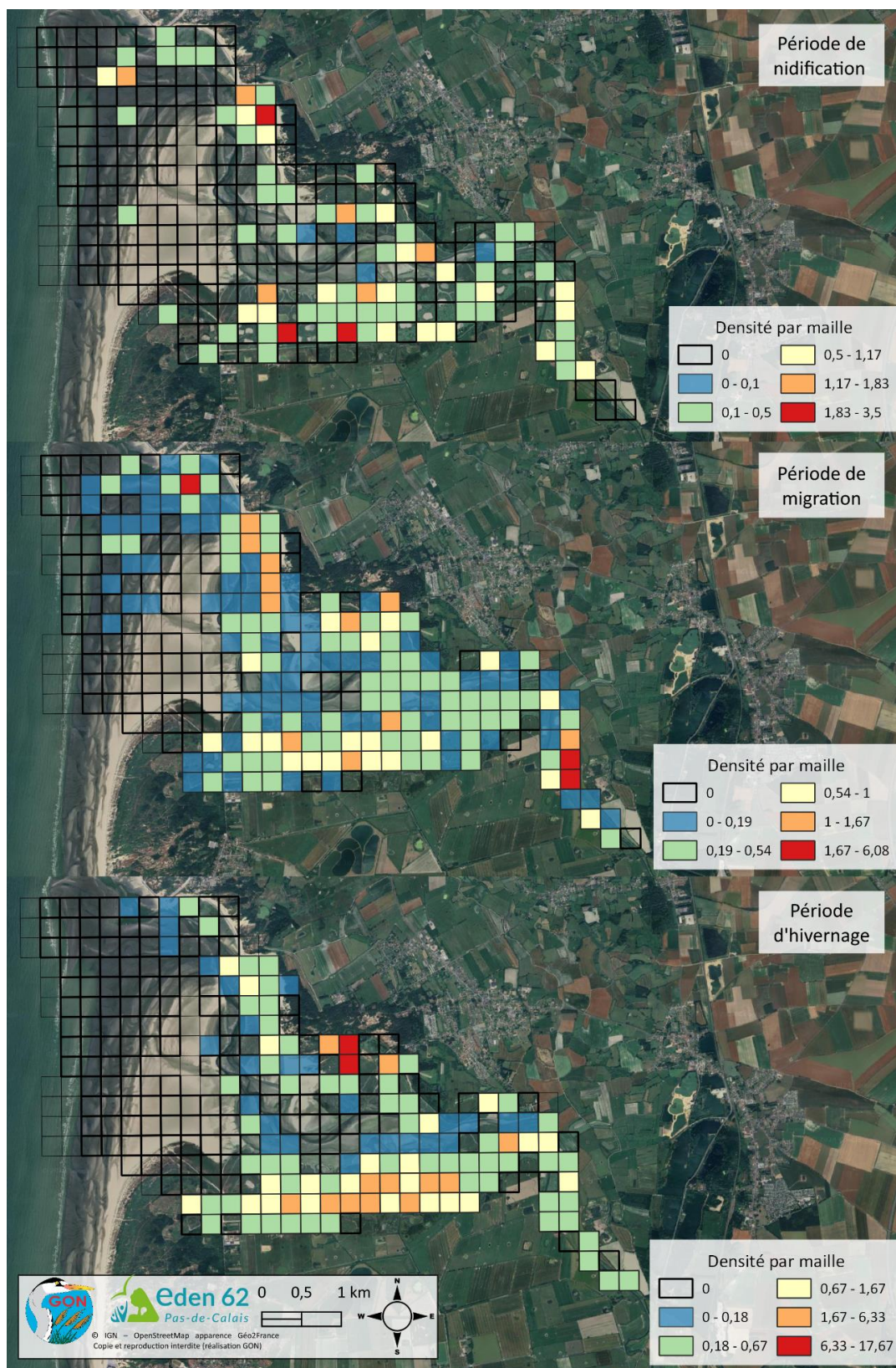


Figure 45 : Répartition de l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) dans la zone d'étude, en période de nidification, de migration et d'hivernage (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

L'Aigrette garzette a été observée sur l'intégralité de la baie, à l'exception de la Pointe de Routhiauville. Pour les individus présents en période de nidification (Figure 45), aucune zone

ne semble concentrer clairement une majorité d'observations. Néanmoins, les prés salés semblent accueillir davantage d'observations que les vasières et bancs de sable, à une exception près : la zone proche du Bois des Sapins.

L'Anse des Sternes, et la zone du Pont à Cailloux semblent concentrer la majorité des observations d'individus en migration. L'Authie au niveau du Bois des Sapins, les prés salés Nord et les prés salés Sud regroupent également une part non négligeable des effectifs.

Les prés salés Nord et Sud, et dans une moindre mesure Ouest, regroupent la plus forte densité d'Aigrette garzette en hiver.

Répartition temporelle :

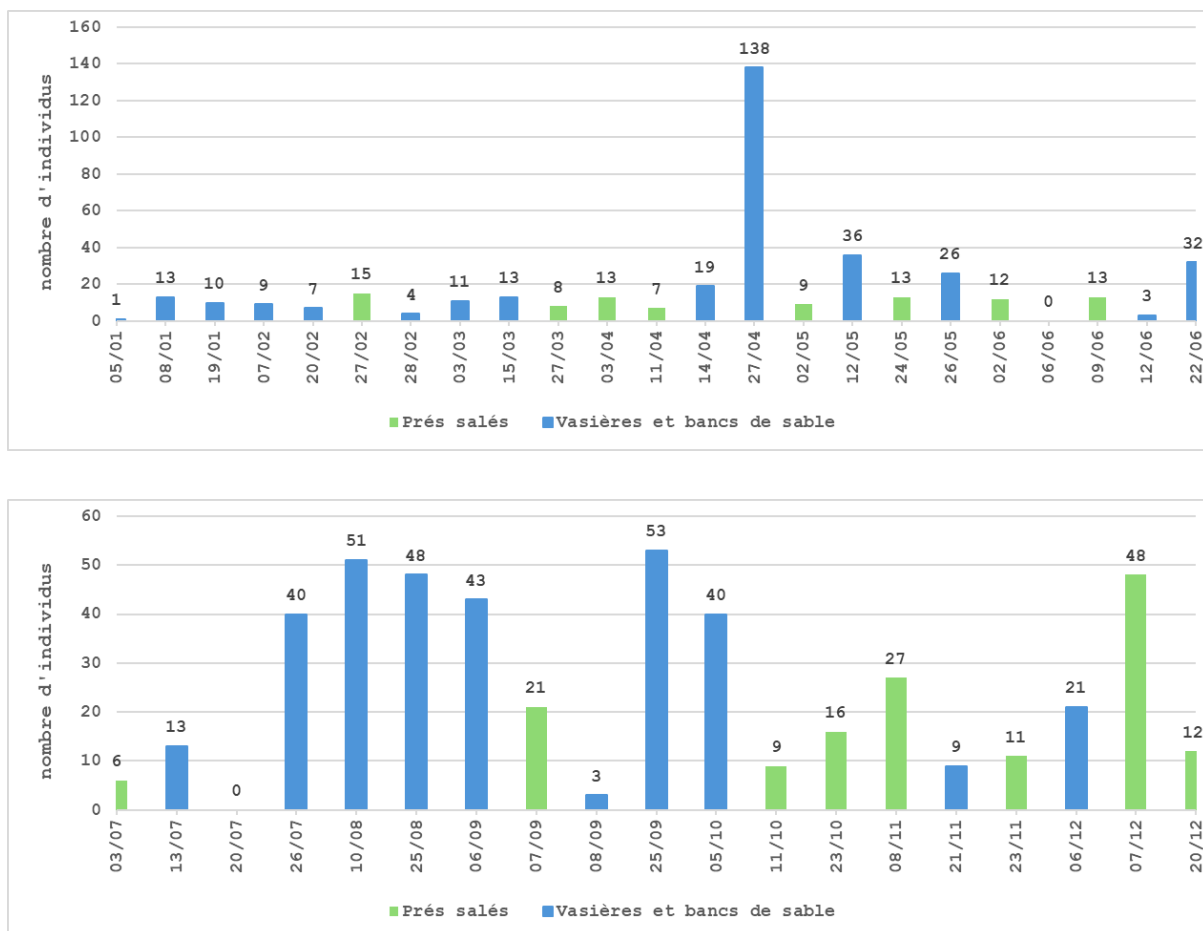


Figure 46 : Phénologie de l'Aigrette garzette en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les effectifs hivernants sont relativement faibles, compris entre 1 et 15 individus correspondant à des individus locaux.

Cependant, le pic d'effectifs est atteint le 27 avril avec 138 individus. Cette donnée remarquable indique des regroupements importants de l'espèce en baie d'Authie précédant la saison de nidification.

En période de couvain et d'élevage des jeunes, le site joue un rôle fonctionnel pour les oiseaux nicheurs à proximité (Cucq). En effet, entre 9 et 40 individus viennent s'alimenter de mai à juillet en exploitant les prés salés ainsi que les bancs de sable et vasières.

De fin-juillet à fin-septembre, correspondant à la migration postnuptiale de l'espèce, une augmentation est constatée. A cette période, les effectifs oscillent entre 40 et 53 individus. Notons que la quasi-totalité des observations se situe dans les vasières et bancs de sable. Les effectifs diminuent progressivement jusqu'à la fin d'année.

### c) Limicoles

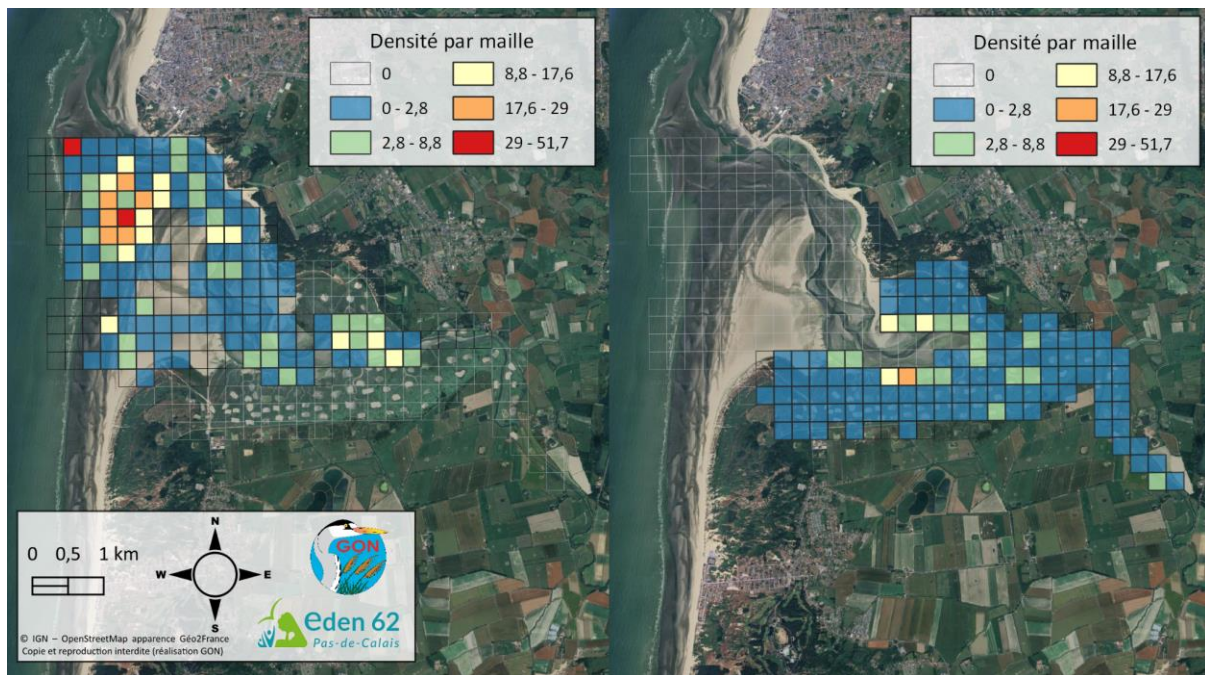


Figure 47 : Densité de limicoles par maille en baie d'Authie, février 2023 à février 2024.

La Figure 47 représente la densité de limicoles par maille pour chacun des deux protocoles de suivi. Pour les limicoles, (figure x8), la majorité des effectifs sont situés dans la zone de vase. Ils sont essentiellement concentrés au niveau de l'exutoire de l'Authie, le long du chenal et au niveau du cœur de baie. A l'inverse, l'ensemble des prés-salés, et le bois de Sapins possèdent une faible densité de limicoles bien que quelques observations aient été réalisées.



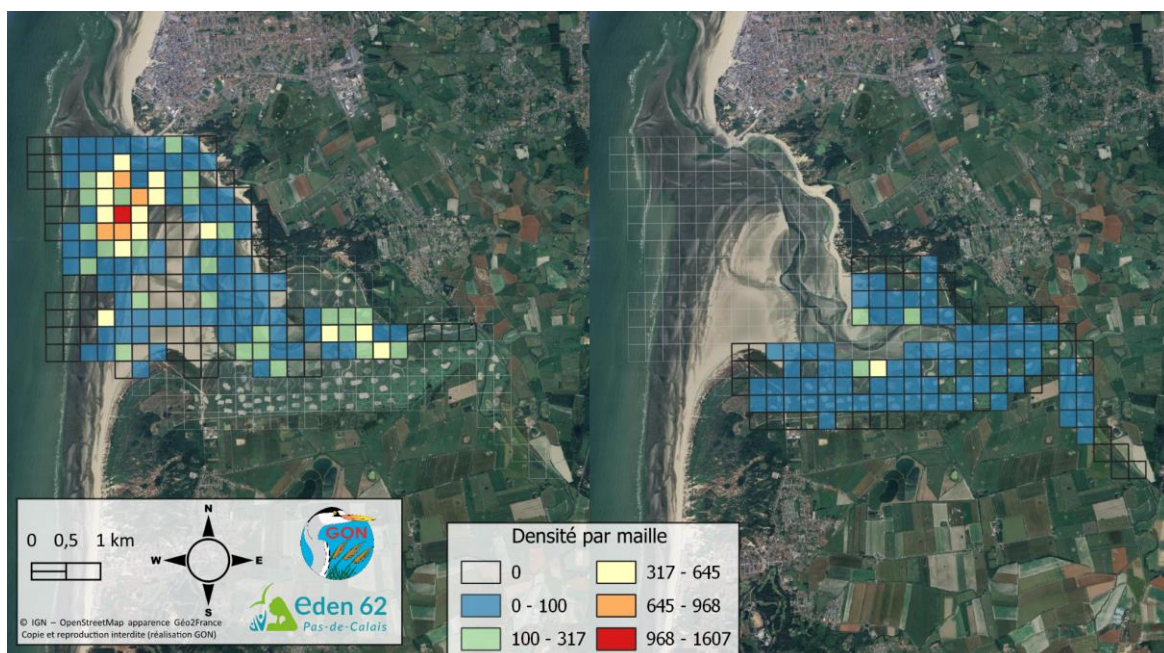


Figure 48 : Densité de limicoles en alimentation par maille.

La zone qui de manière claire rassemble le maximum des limicoles en alimentation se trouve au niveau de l'embouchure de l'Authie (Figure 48). La zone du cœur de baie semble également d'importance pour les limicoles. Des limicoles en alimentation sont observés de manière diffuse dans tout l'estuaire.

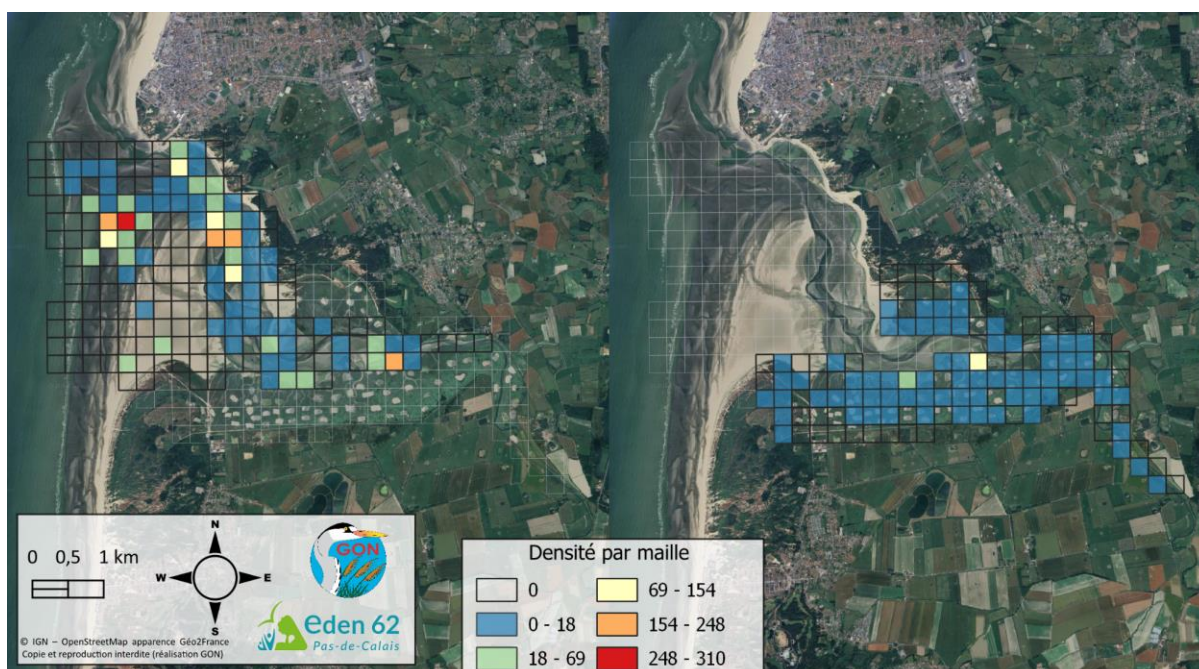


Figure 49 : Densité de limicoles en repos par maille.

On note sur la Figure 49 la présence de trois zones d'importance pour le repos des limicoles (à marée basse) : au niveau de l'embouchure de l'Authie, du bois des sapins et de la Anse

des Sternes, et dans une moindre mesure en fond de baie. Si les zones de repos semblent concentrées autour du chenal dans les vasières et bancs de sable, on trouve des limicoles en repos de manière diffuse dans les prés salés.

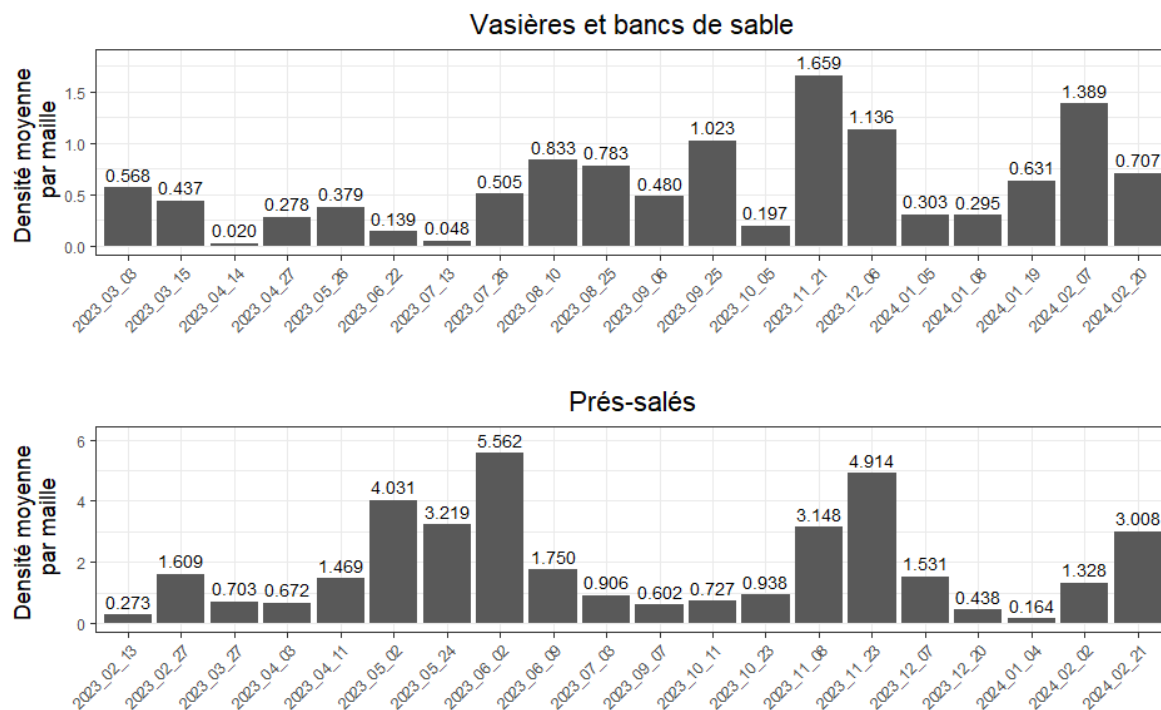


Figure 50 : Phénologie des limicoles en baie d'Authie (PS : n = 925; VBDS : n = 1 362 ; février 2023 à février 2024).

La densité moyenne par maille pour les limicoles (Figure 50) apparaît plus importante pour le suivi "prés salés" (n = 925), cependant, davantage d'observations ont été réalisées lors du suivi "vasières et bancs de sable" (n = 1 362).

La densité semble particulièrement fluctuante tout au long de l'année. Pour les prés salés, une densité d'observations importante est notée entre le début du mois de mai et le début du mois de juin avec un pic d'observation atteint en début-juin. Un autre pic de densité a été observé durant le mois de novembre et un dernier, moins marqué au cours du mois de février. À l'inverse, la densité d'observations semble relativement faible entre les mois de juillet et octobre, entre décembre et janvier, ainsi qu'en mars.

En ce qui concerne le suivi "vasières et bancs de sable", les pics d'observation ont été observés aux mêmes périodes, à l'exception de la période printanière où la densité est nettement plus faible.

## Chevalier gambette



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
10 Très élevés	10 Très élevés	NA

Le Chevalier gambette (*Tringa totanus*) se reproduit dans une grande partie de l'Eurasie, mais le nombre de couples est relativement faible en Europe occidentale. La population nicheuse française se situe à ce propos en-deçà des 1700 couples (ISSA *et al.*, 2015), principalement concentrée sur les littoraux atlantique et méditerranéen. Les Hauts-de-France abritent quant à eux moins de 10 couples, nichant dans des marais arrière-littoraux, des prairies humides ou aux abords de pannes dunaires (BEAUDOUIN *et al.*, 2019). Du fait de la faiblesse de ces effectifs et des menaces importantes sur les zones humides en général, cette espèce a été classée comme "en danger critique" d'extinction à l'échelle des Hauts-de-France.

Comme beaucoup d'autres limicoles, ce chevalier est foncièrement migrateur. Une partie importante de la population passe l'hiver en Afrique et dans la zone indo-malaise, et le littoral français est évidemment exploité par les oiseaux qui migrent vers le continent africain. Nos côtes accueillent aussi annuellement une population hivernante dont l'effectif maximal est estimé à 7 500 individus (ISSA *et al.*, 2015).

Avec deux couples nicheurs potentiels et un couple reproducteur certain, ainsi que des effectifs importants détectés en périodes migratoires, la baie d'Authie présente des habitats attractifs pour le Chevalier gambette. Considérant son statut de menace élevé au niveau régional, il est nécessaire de le considérer comme une espèce à enjeu à l'échelle de la baie d'Authie.

Répartition spatiale :

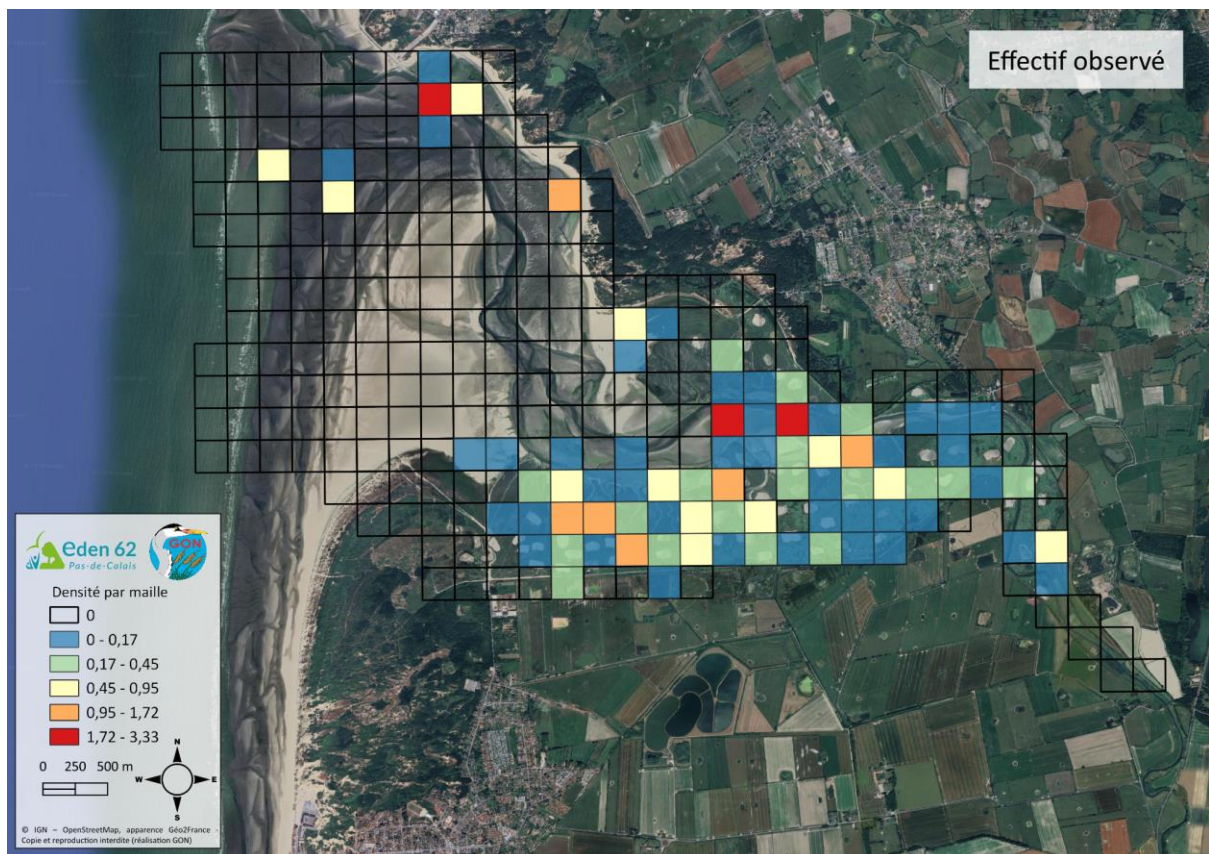


Figure 51 : Répartition des observations du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

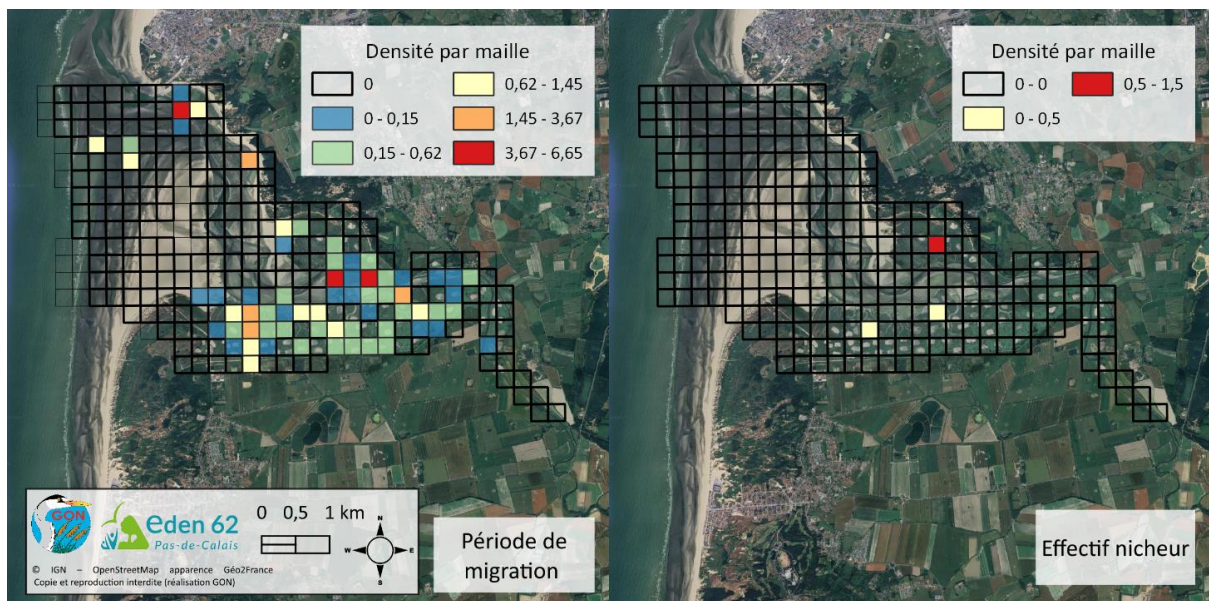


Figure 52 : Répartition des observations du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) dans la zone d'étude, en période de migration et de reproduction.

Lors de la période de migration, la majorité des observations de Chevalier gambette (*Tringa totanus*) se concentre dans le cœur de baie et à l'Anse des Sternes. Les prés salés Ouest et

Sud accueillent également une part significative des individus observés. Concernant la nidification, un couple nicheur certain a été confirmé dans la zone, une observation rare à l'échelle des Hauts-de-France (BEAUDOIN *et al.*, 2019), avec la validation de sa reproduction par l'observation d'un jeune non volant. De plus, deux autres couples avec un indice probable de nidification ont été repérés dans les prés salés Sud.

Répartition temporelle :

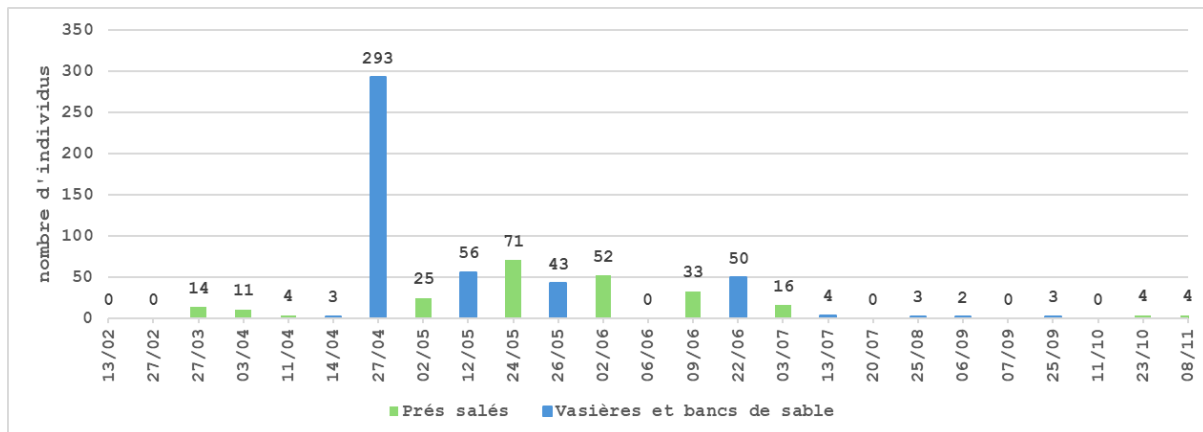


Figure 53 : Phénologie du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les observations de l'espèce montrent une variation des effectifs tout au long de l'année. Les premiers individus sont détectés fin mars. Le pic des effectifs est atteint en période pré-nuptiale, notamment le 27 avril avec 293 individus. Par la suite, les effectifs se stabilisent entre mai et juin, avec 25 à 71 individus. Les observations diminuent ensuite significativement, bien que quelques individus soient encore présents jusqu'au début de juillet. En période post-nuptiale, les effectifs sont très réduits et aucun oiseau n'est observé durant l'hiver. Les observations réalisées le reste de l'année sont donc rares et anecdotiques.

## Gravelot à collier interrompu



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
8 Elevés	4 Modérés	NA

Le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) est un petit limicole presque cosmopolite (il est présent en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique). Dans le Paléarctique occidental sa répartition est exclusivement côtière, quelle que soit la période de l'année. En France, la nidification concerne environ 1500 couples et l'hivernage un maximum de 500 individus. La plupart des oiseaux nichant dans cette aire biogéographique migrent en effet vers l'Afrique de l'Ouest et, dans une moindre mesure, la péninsule ibérique et le Maroc (ISSA *et al.*, 2015).

Les pontes sont déposées sur des substrats sableux ou caillouteux, dans des zones à la végétation absente ou clairsemée. Dans les Hauts-de-France, elles sont classiquement trouvées sur le haut de plage, entre les dépôts de laisses de mer et les dunes embryonnaires (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

Avec environ 50 couples répartis sur des habitats restreints soumis à de fortes pressions, l'espèce est naturellement considérée comme menacée, combien même des mesures de protection efficaces sont mises en œuvre depuis 2021. Elle est donc classée "en danger".

Considérant ce statut de menace élevé au niveau régional et le fait que quatre couples nicheurs potentiels y ont été détectés, il est nécessaire de considérer le Gravelot à collier interrompu comme une espèce à enjeu à l'échelle de la baie d'Authie.

Répartition spatiale :

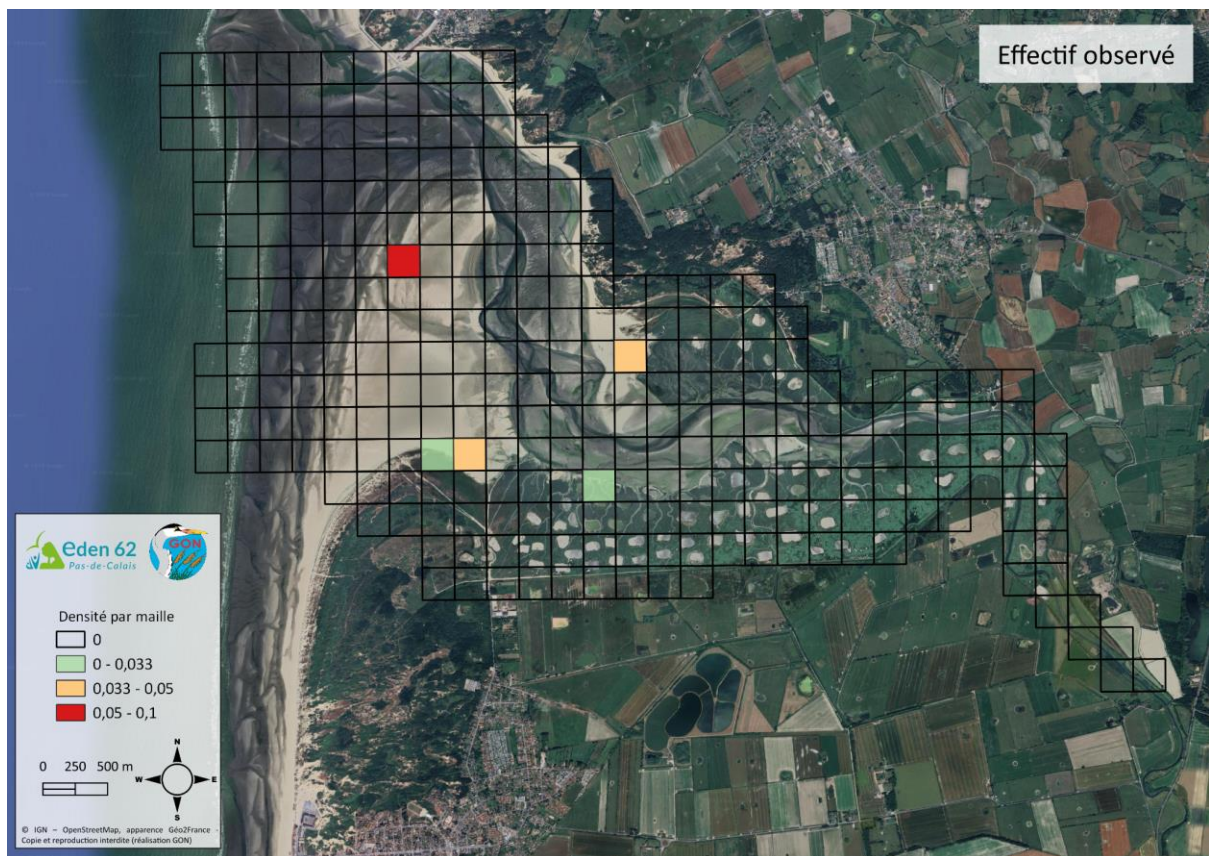


Figure 54 : Répartition du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

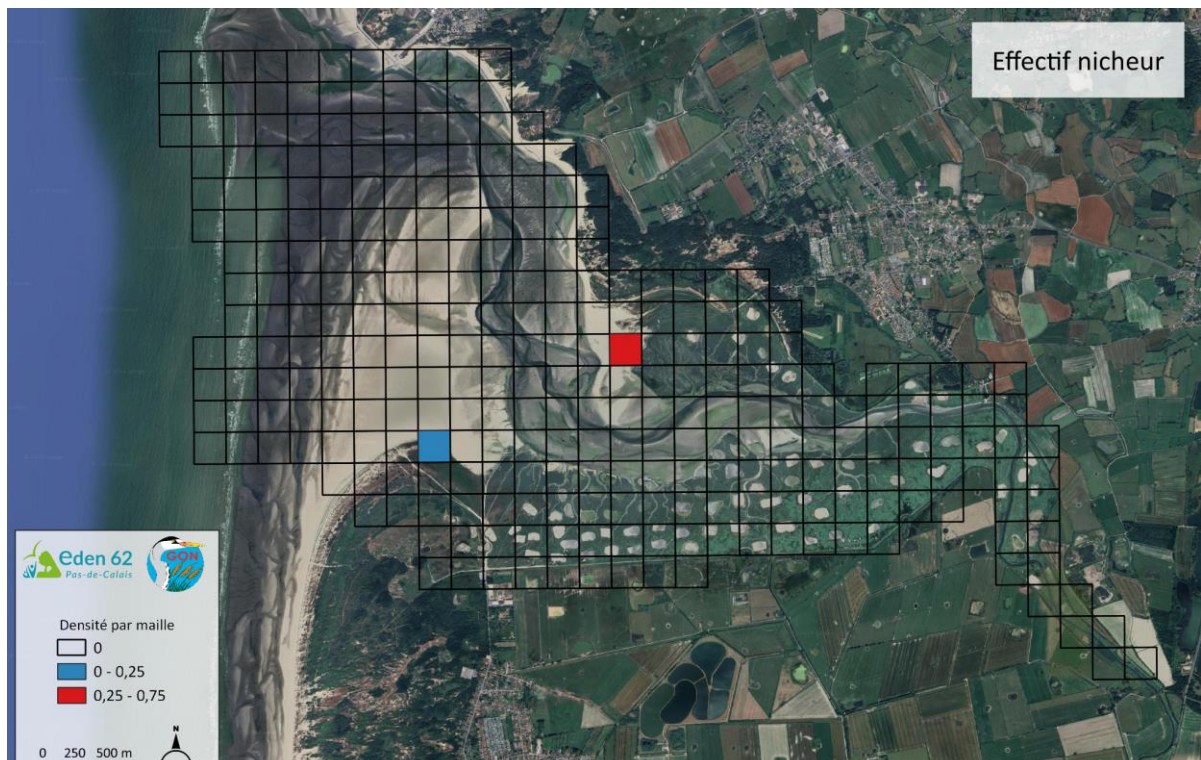


Figure 55 : Répartition du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) dans la zone d'étude en période de reproduction (2023).

Très peu d'observations de Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (Figure 55) ont été réalisées. Celles-ci se concentrent majoritairement sur la Pointe de Routhiauville et le Bec de Perroquet.

Le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) est une espèce considérée comme présentant un enjeu très élevé pour la baie d'Authie. Ceci s'explique essentiellement par la présence de 4 couples probablement nicheurs sur le site (comptés lors du passage « effectif nicheur » de la stratégie d'actions limicoles nicheurs des plages), ce qui constitue une donnée plutôt remarquable à l'échelle régionale (POTET, E., et al, 2021).

Répartition temporelle :

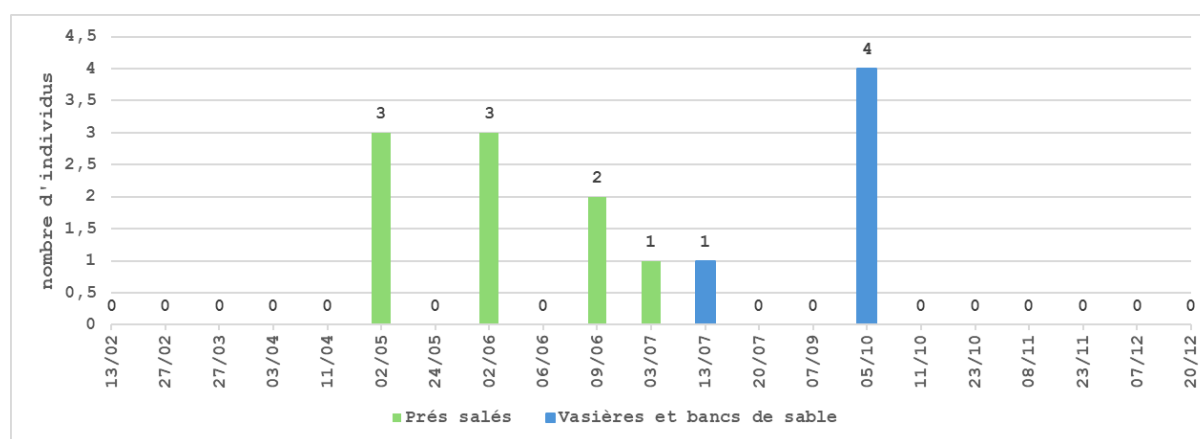


Figure 56 : Phénologie du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Un nombre très faible d'observations du Gravelot à collier interrompu a été réalisé lors de la mise en œuvre des deux protocoles (n = 6). La phénologie (Figure 56) révèle une concentration des observations d'individus reproducteurs entre mai et juillet observés uniquement dans les prés salés. Quatre individus sont observés lors de la période des regroupements postnuptiaux. En effet, les jeunes et adultes nicheurs d'un même secteur se regroupent avant de démarrer leur migration. Lors des regroupements, l'espèce exploite davantage les vasières et bancs de sables.



## Huîtrier pie



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
16 Très élevés	10 Très élevés	8 Élevés

L'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) est un limicole facilement reconnaissable, dont la distribution est essentiellement ouest-paléarctique. Bien que cette espèce soit réputée typiquement côtière, il existe - dans certains pays d'Europe - des populations "continentales" qui peuvent parfois être importantes. C'est notamment le cas dans les pays du Benelux, si bien que quelques couples probablement issus de ces populations commencent à nicher dans le département du Nord, près de la frontière franco-belge et loin de la mer (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

En France, la population nicheuse est foncièrement littorale et forte d'un peu plus d'un millier de couples. Elle est considérée comme essentiellement sédentaire, et se voit renforcée en hiver par des individus dont les aires de reproduction se situent en Europe du Nord. L'effectif hivernal atteint environ 50 000 individus (ISSA *et al.*, 2015).

A l'échelle des Hauts-de-France, l'Huîtrier-pie est classé "en danger" d'extinction dans la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs. Ce classement se justifie par la faiblesse de ses effectifs reproducteurs, leur caractère localisé et la diversité des menaces pesant sur leurs habitats. Les trois estuaires picards concentrent vraisemblablement une part importante de cette population reproductrice, en plus de proposer des sites de nourrissage et des reposoirs importants en période d'hivernage. Cela explique le fait que l'Huîtrier pie soit considéré comme une espèce à enjeu à l'échelle de la baie d'Authie.

Répartition spatiale :

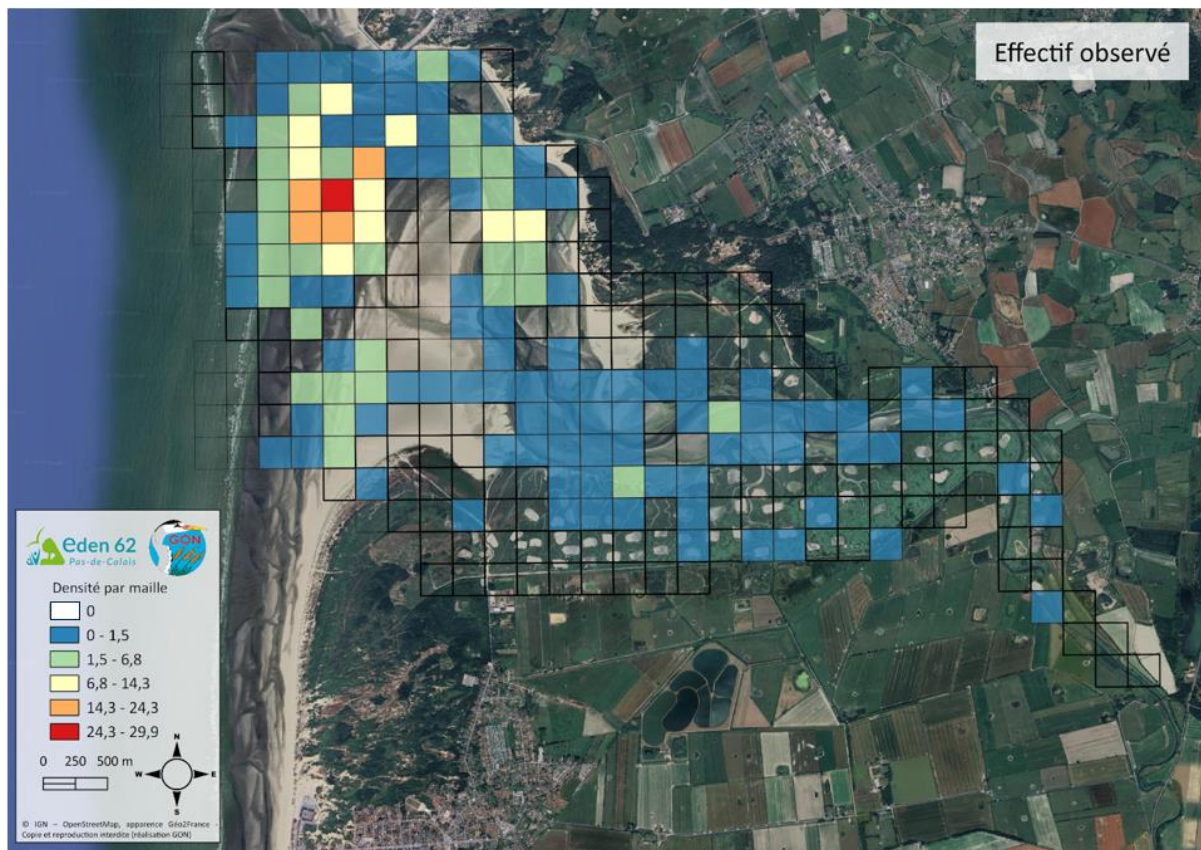


Figure 57 : Répartition de l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

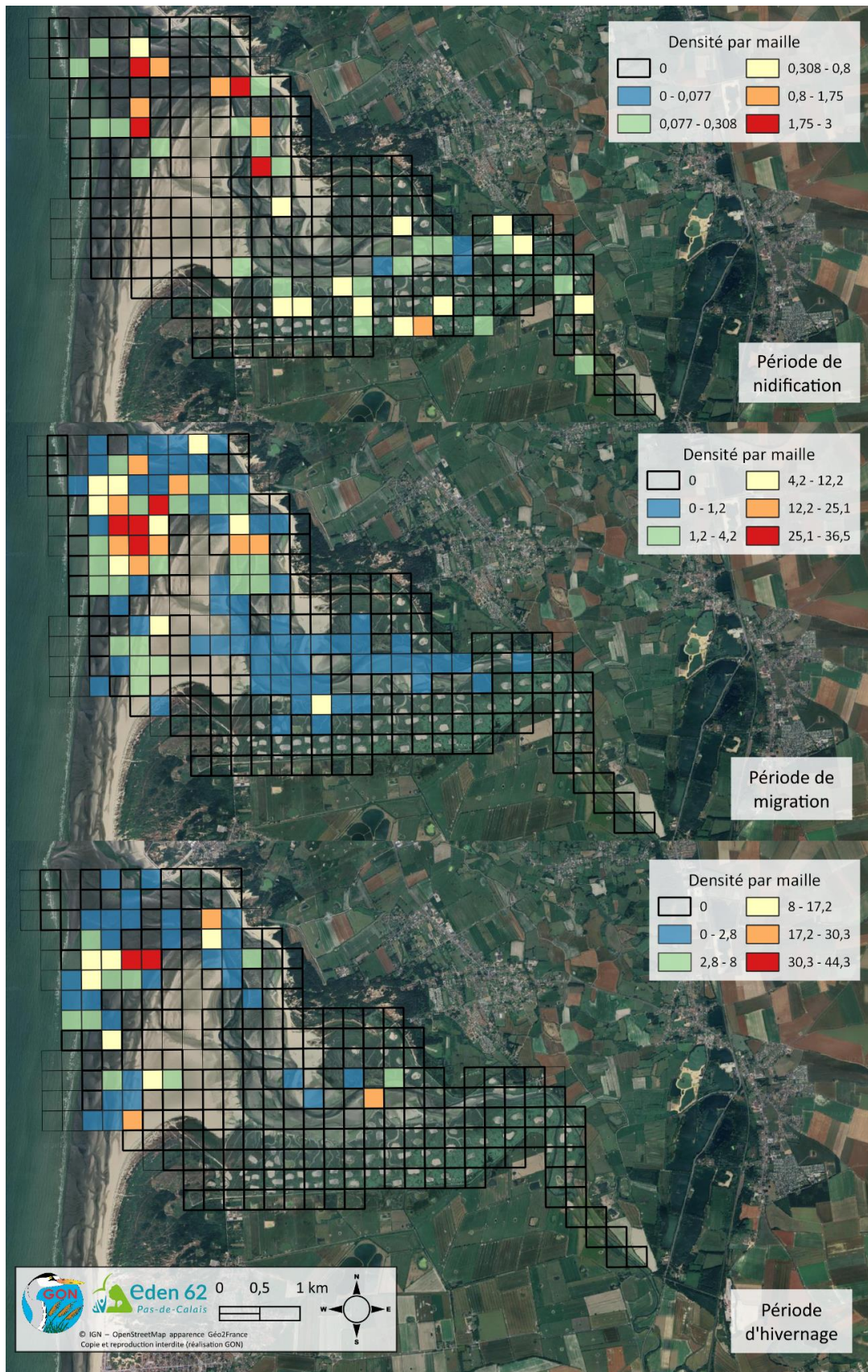


Figure 58 : Répartition de l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) dans la zone d'étude, en période de nidification, de migration et d'hivernage (données collectées entre février 2023 et février 2024).

En période de nidification (Figure 58), peu d'individus d'Huîtrier pie ont été recensés sur le site. La majorité des observations se concentre à l'embouchure de l'Authie, l'Anse des Sternes et l'Authie au niveau du Bois des Sapins. Lors de cette période, l'Huîtrier pie semble aussi utiliser les prés salés, avec plusieurs individus observés dans les prés salés sud et à proximité du port de la Madelon. Durant la migration, l'embouchure de l'Authie et l'Authie au niveau du Bois des Sapins concentrent la quasi-totalité des observations. Une part non négligeable des individus a de plus été observée au sud de la Pointe de Routhiauville au niveau du front de mer.

Pour les individus en hivernage, tout comme aux autres périodes du cycle de vie, c'est l'embouchure de l'Authie et le Bois des Sapins qui présentent les plus grosses densités d'Huîtrier pie, avec un nombre d'observations non négligeable au sud de la Pointe de Routhiauville, au niveau du front de mer. Lors de cette période, le cœur de baie semble aussi être une zone privilégiée pour l'espèce.

Répartition temporelle (phénologie) :

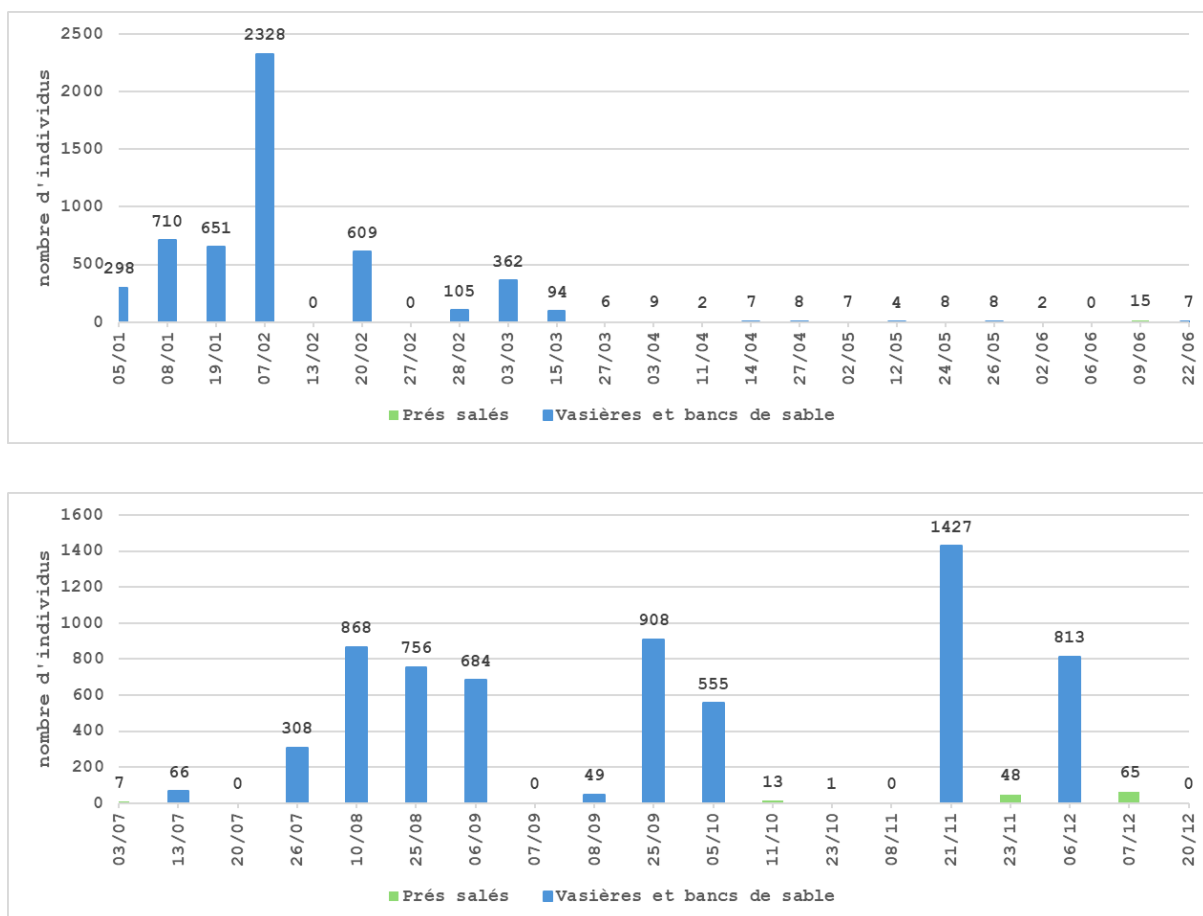


Figure 59 : Phénologie de l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les effectifs observés en baie d'Authie sont remarquables. L'Huîtrier pie est observé toute l'année avec des effectifs élevés et relativement stables en dehors de la période de reproduction.

Le pic d'effectifs est noté en fin de la période hivernale, voire début de la migration pré-nuptiale avec 2 328 individus le 7 février. Cet effectif important reste surprenant car il se situe en dehors du pic de migration de l'espèce et au début de l'hivernage. Cependant, cet afflux peut s'expliquer par une rigueur hivernale provoquant le déplacement des oiseaux.

En hiver, les effectifs oscillent entre 298 et 1427 individus. Le début des mouvements pré-nuptiaux correspond à des effectifs élevés. Cependant, une baisse importante est rapidement constatée en mars.

En période de reproduction, les effectifs sont faibles. En effet, peu d'oiseaux nicheurs sont présents dans la région Hauts-de-France (15 à 20 couples dans le Nord - Pas-de-Calais (y compris en milieu terrestre, BEAUDOUIN C., et *al.*, 2019 ; les données issues du Plan d'Actions limicoles nicheurs des hauts de plage recensent 14 et 18 couples dans les Hauts-de-France en 2023, dont 8-10 couples dans la Somme et 6-8 couples dans le Pas-de-Calais).

La migration postnuptiale est visible à partir de la dernière décade de juin. Cependant, peu d'individus sont répertoriés car ce début de migration correspond à l'arrivée des premiers adultes ayant échoué leur reproduction. L'augmentation des effectifs à partir de la dernière décade de juillet jusque début septembre correspond à l'arrivée simultanée d'oiseaux adultes et surtout de juvéniles. Les effectifs en migration postnuptiale oscillent entre 308 et 868 individus. Cela représente une grosse partie des effectifs de cette espèce en migration postnuptiale, estimés entre 1000 et 2000 individus dans le Pas-de-Calais (CALOIN F., et *al.*, 2014).

On note que la baie d'Authie accueille des effectifs importants, marqués en période hivernale ainsi qu'en début de saisons de migration post- et pré-nuptiale. La quasi-totalité des individus est observée dans les vasières et bancs de sable Néanmoins, lors de la période de reproduction, les individus observés semblent aussi utiliser les prés salés notamment le fond de baie et les prés salés sud.

## Avocette élégante



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
4 Modérés	5 Élevés	4 Modérés

L'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) est un limicole particulièrement facile à identifier en raison de son plumage bicolore et de son bec retroussé. Elle se reproduit de manière discontinue, de l'Europe occidentale jusqu'au centre de l'Asie ainsi qu'en Afrique où la nidification apparaît encore plus dispersée. Réputée migratrice, cette espèce effectue des déplacements marqués vers le Sud (bassin méditerranéen, Afrique, Moyen-Orient, sous-continent indien) durant la mauvaise saison. Une partie des individus hiverne cependant en Europe, mais souvent de manière fort localisée. En France par exemple, on estime que jusqu'à 90% des 17 000 à 20 000 individus hivernants se concentrent dans les grands sites fonctionnels du littoral atlantique, entre le Morbihan et l'estuaire de la Gironde (ISSA *et al.*, 2015).

L'Avocette élégante est dépendante des zones humides, en particulier des zones humides littorales (marais salants, marais saumâtres, lagunes et systèmes estuariens...). Dans les territoires fortement anthropisés, on remarque cependant sa remarquable capacité à nicher loin dans les terres, dans des sites franchement artificiels (gravières, bassins de décantation, abords des mares de chasse... et parfois même des champs inondés) ; une situation particulièrement évidente dans les Hauts-de-France qui accueille entre 315 et 440 couples nicheurs.

En effet, la nidification de cet oiseau repose moins sur la qualité de l'eau que sur celles de l'environnement. Elle recherche systématiquement des sites proposant des eaux peu profondes riches en alimentation, des îlots ou des diguettes pour construire le nid dans des conditions sécurisées, et une végétation globalement clairsemée permettant de surveiller facilement les alentours. Le paradoxe de tout cela réside dans le fait que cet oiseau reste plutôt sensible aux dérangements d'origine humaine lors de la phase reproductrice (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

Le caractère clairsemé des habitats propices à la reproduction, ainsi que les pressions diverses s'exerçant expliquent que l'Avocette élégante soit malgré tout considérée comme menacée dans les Hauts-de-France, la Liste rouge régionale lui imputant le statut de "Vulnérable".

L'Avocette élégante se reproduit à proximité de la baie, sur les sites de l'étang de Conchil-le-Temple et du Polder de Groffliers. La Baie d'Authie et les zones humides annexes formant un complexe fonctionnel d'importance pour cette espèce à l'échelle locale (les adultes emmènent leurs jeunes, nidifuges, se nourrir dans l'estuaire), il convient de la considérer comme espèce à enjeu pour ce site.

Répartition spatiale :

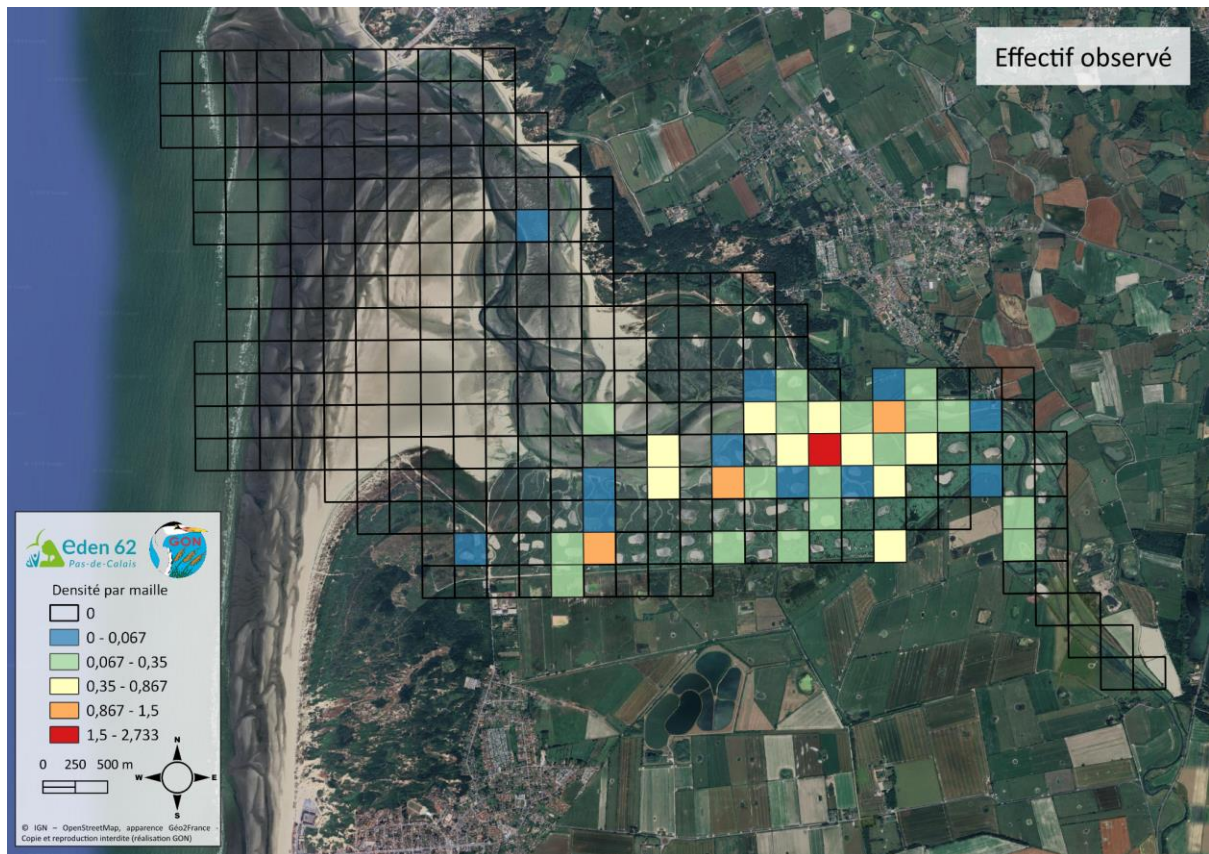


Figure 60 : Répartition de l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

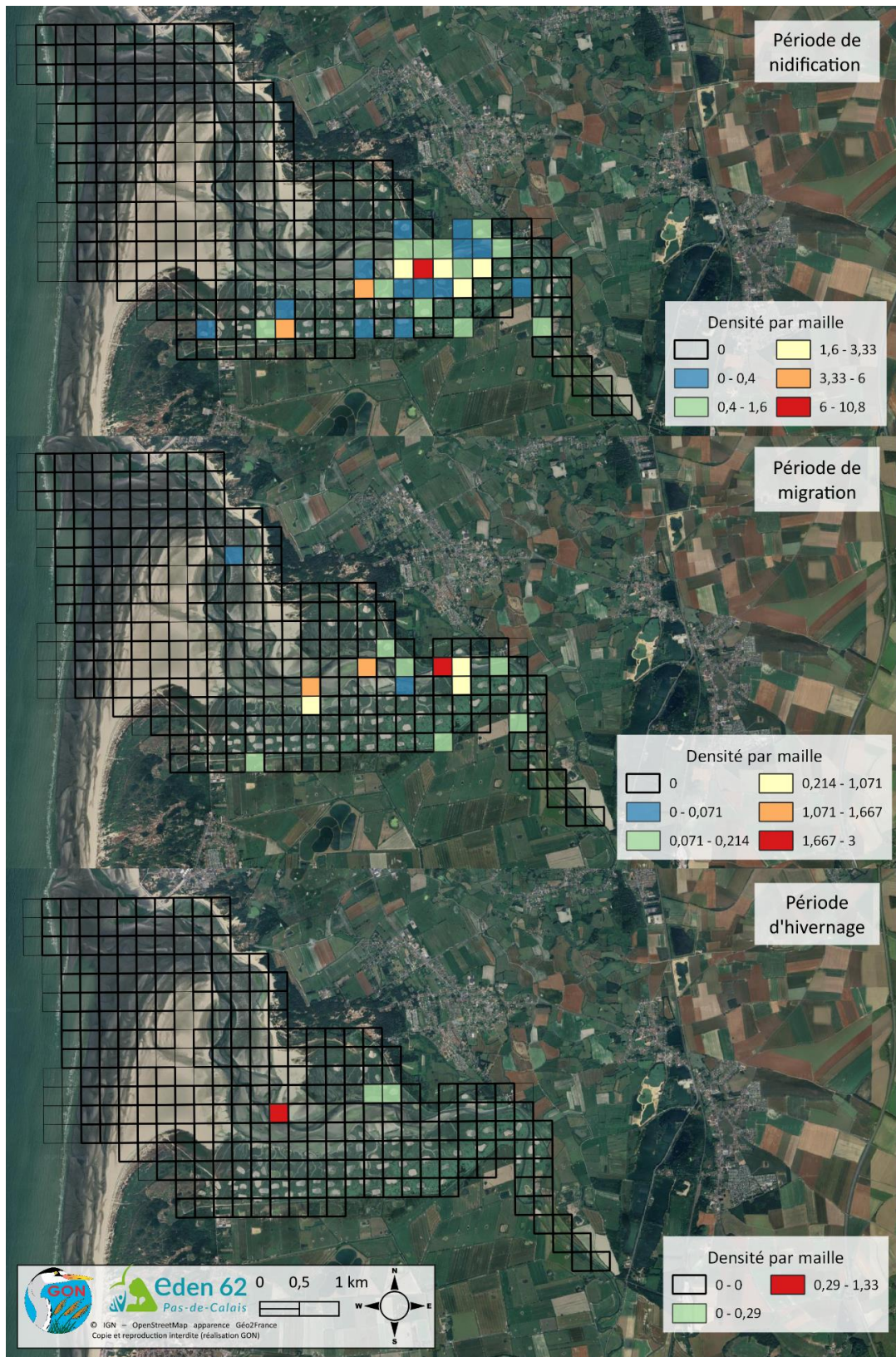


Figure 61 : Répartition de l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) dans la zone d'étude, en périodes de nidification, de migration et d'hivernage (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Pour l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) (Figure 61), que ce soit en halte migratoire ou pendant la période de reproduction, les observations sont concentrées en cœur de baie. Il



semble très probable que des oiseaux nicheurs à proximité, sur des colonies de reproduction proches de la zone d'étude, utilisent la baie pour se nourrir pendant la saison de reproduction. En effet, en 2023, on comptait 75 nids d'Avocette élégante sur le Polder de Groffliers (au nord de la baie d'Authie, à proximité immédiate) et 10 nids sur le plan d'eau de Conchil-le-Temple (à l'est de la baie, à environ 1,5 km du fond de baie). Quelques observations ont également été faites dans les prés salés Ouest de la baie d'Authie. Durant la période d'hivernage, très peu d'individus ont été observés, et toujours dans le cœur de baie.

Répartition spatiale (phénologie) :

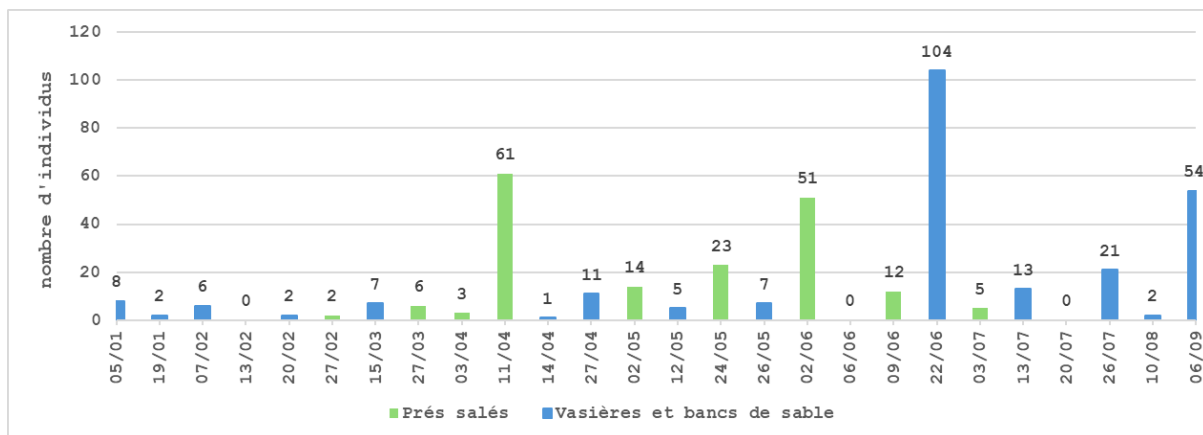


Figure 62 : Phénologie de l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

L'Avocette élégante est présente en baie d'Authie de janvier à septembre avec des effectifs majoritairement modérés. Cependant, les relevés montrent des effectifs remarquables de 51 individus le 2 juin 2023 puis 104 le 22 juin 2023. Cette période correspond à la saison de reproduction et plus précisément à la période d'envol des jeunes. Il est possible que la baie d'Authie soit une zone d'alimentation d'importance pour les colonies situées à proximité. Dès que les jeunes sont volants, un regroupement des familles en baie permet aux individus de s'alimenter avant le départ en migration postnuptiale. Les effectifs élevés au 11 avril (61 individus) et 6 septembre (54 individus) permettent d'appuyer le rôle de la baie pour l'espèce en halte migratoire lors des deux périodes de migration. En migration postnuptiale, la phénologie de l'Avocette élégante présente deux pics successifs, le premier fin août/début septembre ce qui peut correspondre aux 54 individus en baie d'Authie, puis le second pic au mois de novembre. L'absence d'individu lors du deuxième pic de migration peut potentiellement s'expliquer par des interactions humaines non compatibles avec la présence de l'espèce.

## Barge à queue noire



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
NA	12 Très élevés	NA

La Barge à queue noire (*Limosa limosa*) est une espèce polytypique nichant dans une large partie de l'Eurasie ; soit dans des marais littoraux et arrière-littoraux (situation souvent rencontrée en Europe de l'Ouest), soit dans des prairies mésophiles et hygrophiles (situation souvent rencontrée en Europe de l'Est). En France, deux sous-espèces sont généralement contactées (ISSA *et al.*, 2015) :

- *L. limosa limosa* qui est présente en tant que nicheuse rare (moins de 150 couples, essentiellement présents dans les marais littoraux atlantiques) et qui hiverne majoritairement en Afrique. C'est cette même sous-espèce qui niche en effectifs très réduits dans les Hauts-de-France (moins de 10 couples !), essentiellement dans des zones de polders et de marais soumis à de fortes pressions anthropiques (BEAUDOUIN *et al.*, 2019). Elle est en raison de cela considérée comme « en danger critique d'extinction en tant que nicheuse » à l'échelle régionale (GON et Picardie Nature, 2023).
- *L. limosa islandica* qui est uniquement rencontrée en migration et en hivernage. Deux à trois dizaines de milliers d'individus de cette sous-espèce hivernent sur le territoire national, se concentrant dans moins de 10 sites majeurs composés de vasières, marais salants et estuaires, répartis de la Manche à la Charente-Maritime (ISSA *et al.*, 2015).

En raison de la faiblesse de ses effectifs reproducteurs sur le territoire national (l'espèce y est encore considérée comme « vulnérable »), d'une dynamique de population globalement négative en Europe de l'Ouest, et des fluctuations et modifications des effectifs et types d'hivernants sur ce même territoire en lien avec le réchauffement climatique global, il a été décidé que cet oiseau bénéficierait d'un plan de gestion international. Ce dernier a été adopté en 2008, pour une durée de 10 ans, au titre de l'*accord international sur les oiseaux d'eau d'Afrique et d'Eurasie* (AEWA). Outre des actions de maintien et de gestion de ses habitats, le plan de gestion préconise un moratoire sur la chasse de la Barge à queue noire dans les États concernés par l'accord, dont la France. Bien que restée dans la liste des espèces chassables en France, la Barge à queue noire a bénéficié d'un moratoire jusqu'en 2018, renouvelé de 2019 à 2021, puis par des arrêtés successifs. L'arrêté du 30 juillet 2024 poursuit par ailleurs la suspension de sa chasse jusqu'au 30 juillet 2025 (Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires).

Au regard de la fréquentation du site par cette espèce, et afin de tenir compte de ce plan et de l'engagement français en matière de protection des espèces protégées, il convient de considérer la Barge à queue noire comme espèce à enjeu pour la baie d'Authie.

Répartition spatiale :

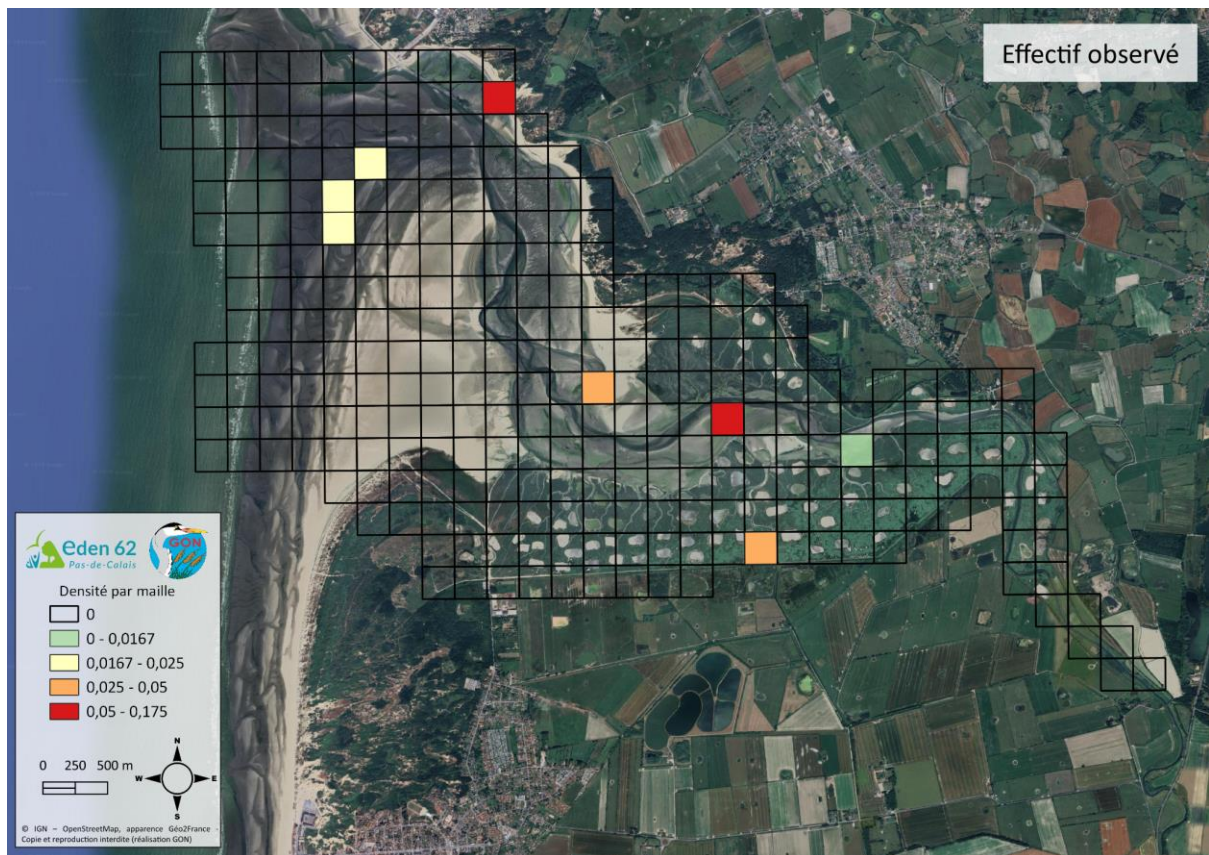


Figure 63 : Répartition de la Barge à queue noire (*Limosa limosa*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Pour la Barge à queue noire (*Limosa limosa*) (Figure 63), peu d'observations ont été réalisées et presque toutes durant la phase migratoire. Les effectifs observés sont majoritairement concentrés sur l'Authie au niveau de l'Anse des Sternes et en cœur de baie. Quelques observations sont également faites sur le Bec de Perroquet, l'embouchure de l'Authie et les prés salés Sud.

## Répartition temporelle (phénologie) :

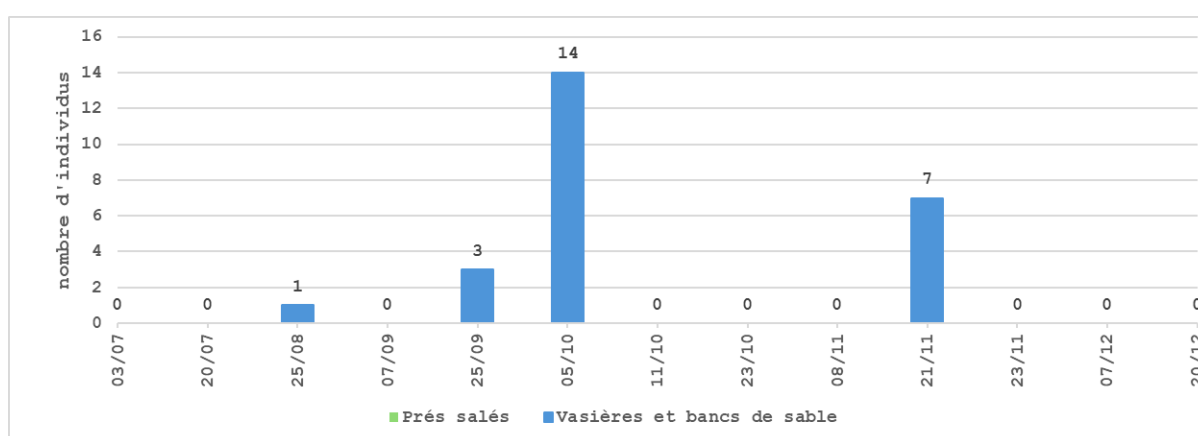
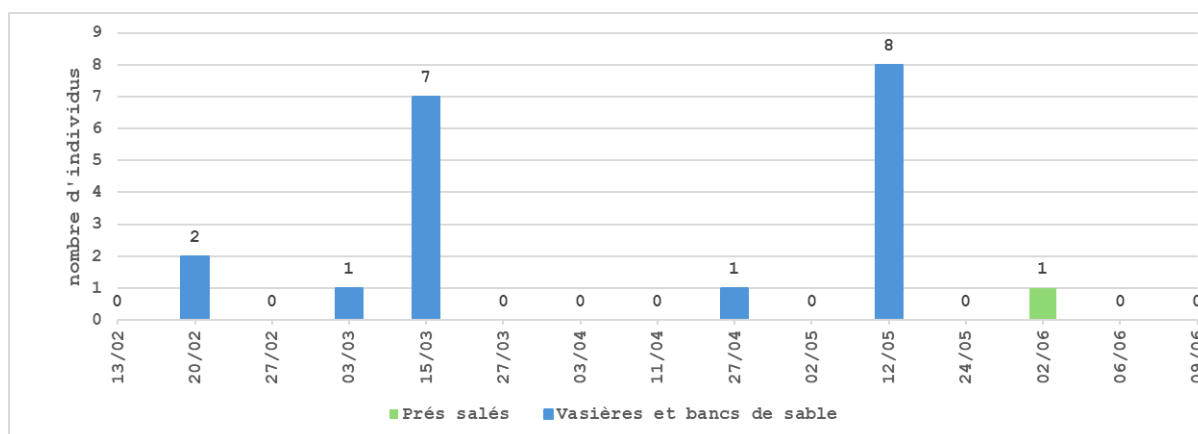


Figure 64 : Phénologie de la Barge à queue noire (*Limosa limosa*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

La Barge à queue noire est absente plusieurs mois de l'année de l'estuaire de l'Authie, notamment en période de reproduction et d'hivernage. Les écarts d'effectifs entre chaque observation sont relativement faibles, compris entre 1 et 14 individus. Le pic d'effectifs est relevé le 5 octobre 2023, date correspondant à la migration postnuptiale.

La baie d'Authie est une zone de halte migratoire pour la Barge à queue noire lors des périodes de migration pré- et post-nuptiale. L'espèce utilise principalement les vasières et bancs de sable.

## Courlis corlieu



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
NA	10 Très élevés	NA

En France, le Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) est essentiellement présent durant les périodes migratoires : cette espèce niche en effet dans les régions boréales d'Eurasie, au-delà de 55° de latitude nord, et hiverne très majoritairement sur les côtes africaines (son hivernage sur le territoire national peut être considéré comme marginal, de l'ordre de la centaine d'individus).

Sa présence est essentiellement perceptible durant la migration postnuptiale, c'est-à-dire durant la période estivale (la migration pré-nuptiale est beaucoup plus ramassée dans le temps). Les vasières intertidales, les plages, les estrans rocheux et les prairies arrière-littorales à végétation courte sont alors exploitées.

Le statut de conservation du Courlis corlieu est considéré comme favorable en Europe. Les estimations les plus récentes montrent que la population nicheuse européenne, Russie incluse, compte entre 160 000 et 360 000 couples (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004), et la majorité des pays affiche des effectifs stables ou en progression. La disparition et la modification de ses habitats naturels constituent cependant des menaces sérieuses pour cette espèce. Les stationnements postnuptiaux de courlis corlieux semblent par ailleurs directement affectés par l'extension des cultures marines (aquaculture, ostréiculture, ...), le développement accru des activités de pêche à pied et l'augmentation continue de la fréquentation touristique estivale, balnéaire et nautique sur le littoral (dérangements, installation d'infrastructures touristiques...). Enfin, pratiquée en fin d'été, la chasse représente un facteur aggravant par les dérangements qu'elle occasionne ([www.migraction.net](http://www.migraction.net)).

L'écosystème estuarien de la Baie d'Authie étant *a priori* propice au Courlis corlieu, la faiblesse des effectifs de Courlis corlieu en période estivale paraît à ce propos étrangement faible. C'est pourquoi, il est proposé de considérer le Courlis corlieu comme espèce à enjeu à l'échelle du site.

Répartition spatiale :

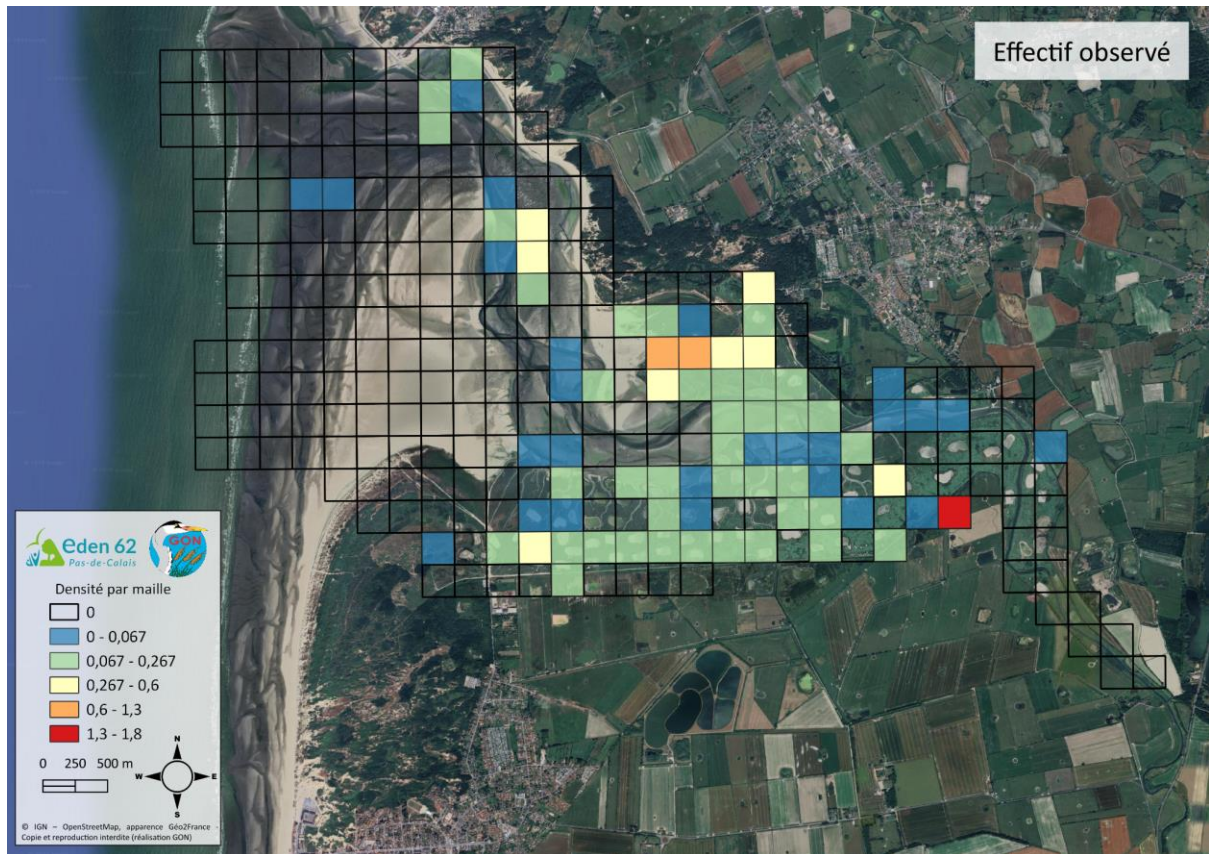


Figure 65 : Répartition du Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

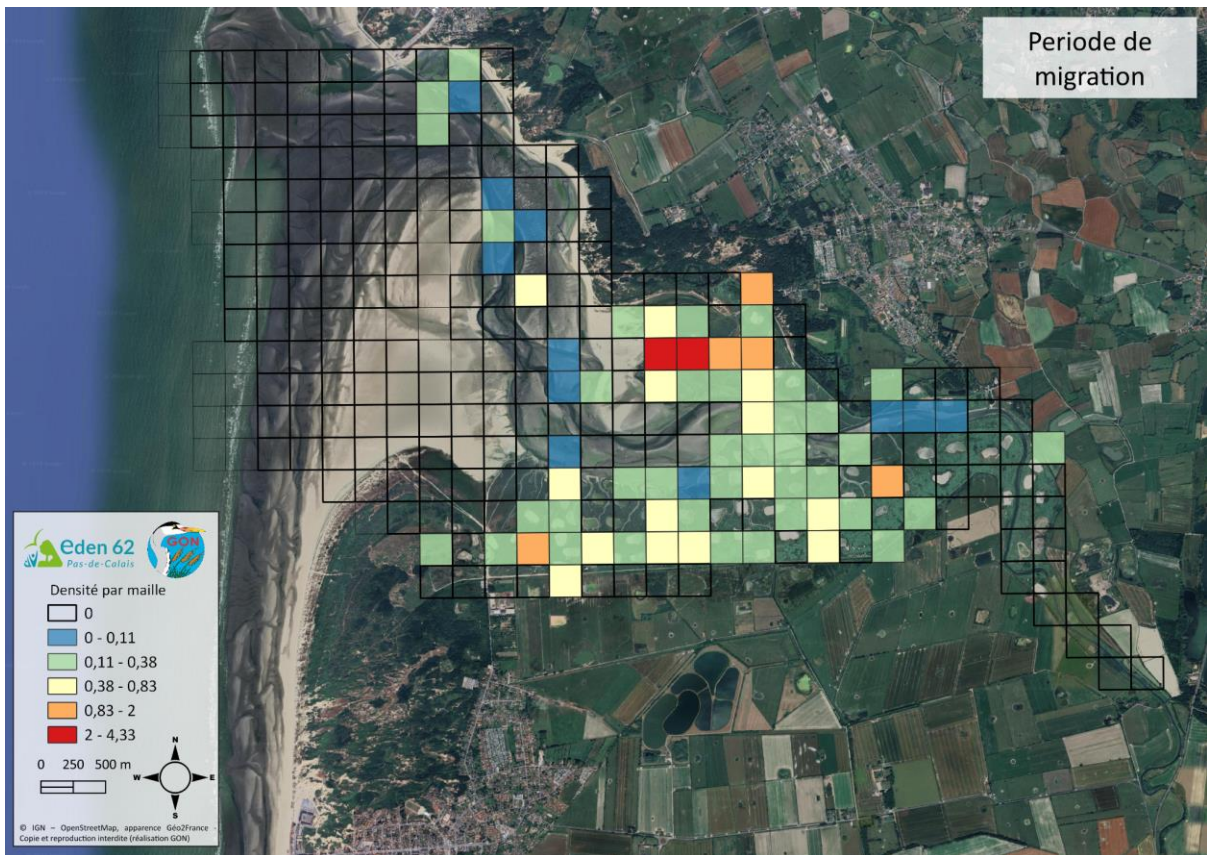
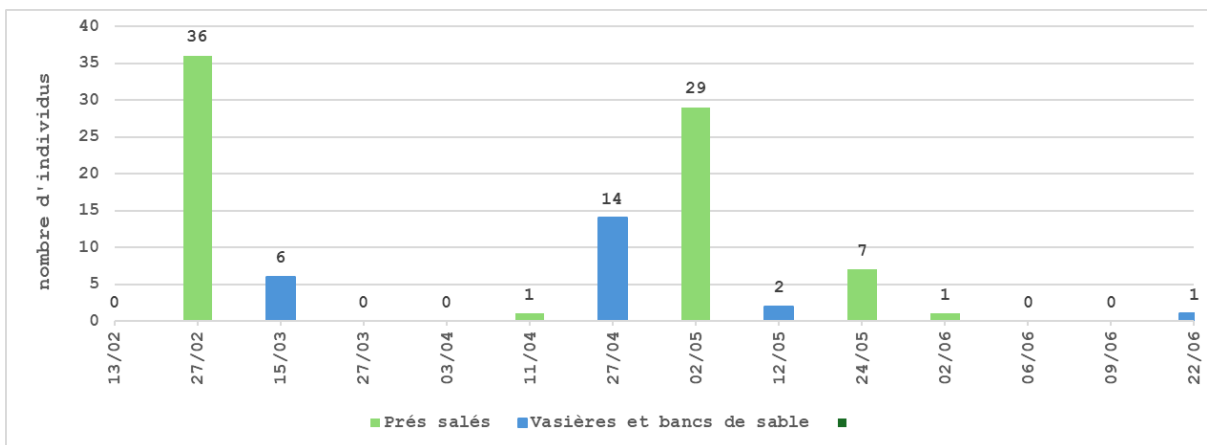


Figure 66 : Répartition du Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) dans la zone d'étude, en période de migration.

A l'inverse des autres limicoles, le Courlis corlieu semble majoritairement utiliser les prés salés. Lors de la période de migration (Figure 66), les effectifs observés sont majoritairement concentrés dans les prés salés Nord. Des observations régulières sont réalisées dans d'autres zones, notamment les prés salés Sud et les prés salés Ouest, mais également dans les vasières au niveau du Bois des Sapins et de l'Anse des Sternes. L'espèce est également présente en hivernage, avec un pic en février (Figure 67).

Répartition temporelle (phénologie) :



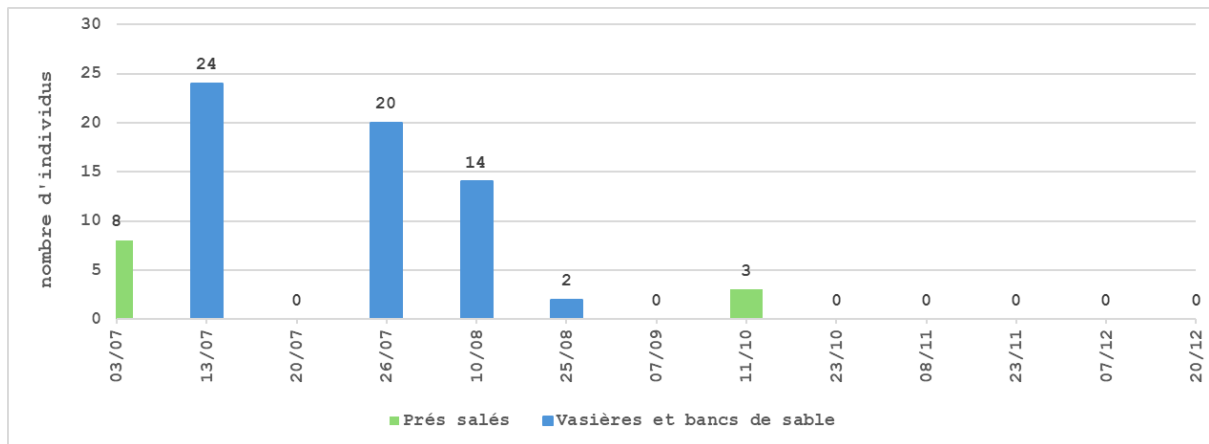


Figure 67 : Phénologie du Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le Courlis corlieu est observé en baie d'Authie entre la fin du mois de février à la mi-octobre.

Pendant le mois de février, les observations d'individus hivernants sont principalement réalisées dans les prés salés avec 36 individus le 27 février puis 6 le 15 mars.

Les deux individus du mois de juin concernent probablement des individus immatures en déplacement.

Le passage postnuptial débute dès la première décennie de juillet avec 8 individus le 3 juillet et culmine dès la seconde décennie avec 24 individus le 13 juillet avant de baisser progressivement jusqu'au 25 août.



#### d) Oiseaux marins

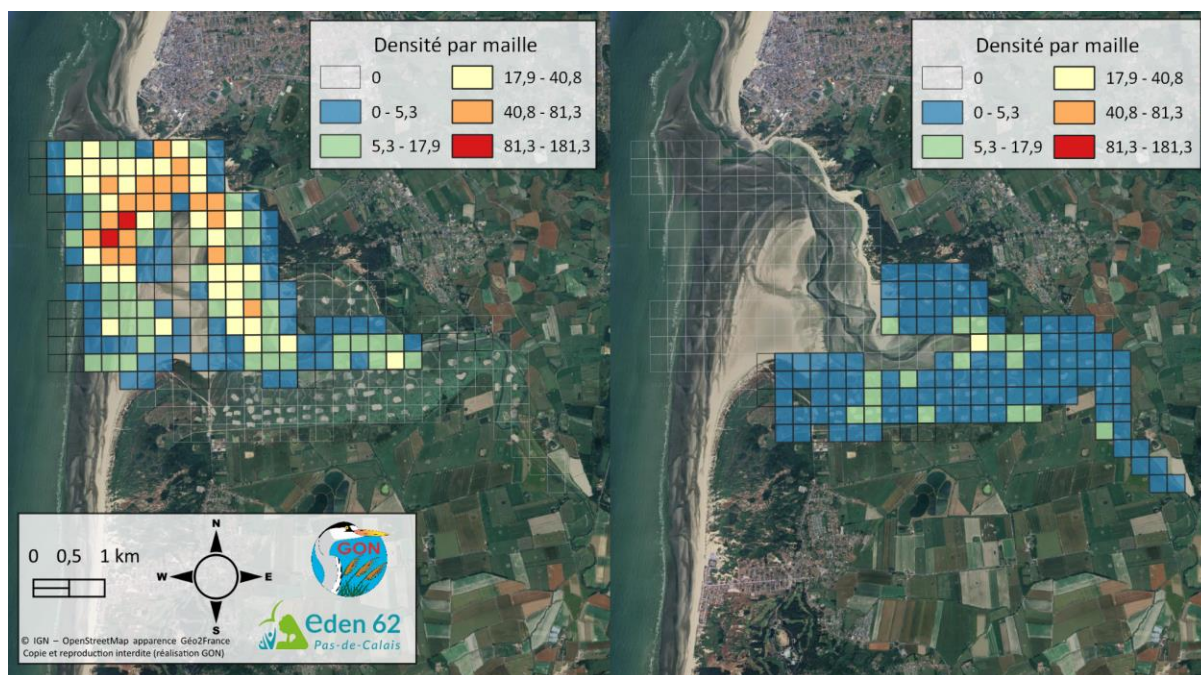


Figure 68 : Densité d'oiseaux marins par maille en baie d'Authie (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

La Figure 68 représente la densité d'oiseaux marins par maille pour chacun des deux protocoles de suivi. Les effectifs sont largement concentrés à l'embouchure de l'Authie et à l'Anse des Sternes avec des densités relativement importantes tout le long de l'Authie (Bois des Sapins, Bec de Perroquet et cœur de baie) et sur le front de mer.

L'ensemble des prés salés (prés salés Ouest, prés-salés Nord, prés salés Sud et zone du Pont à Cailloux) ne regroupe que peu d'observations en comparaison aux vasières et bancs de sable.

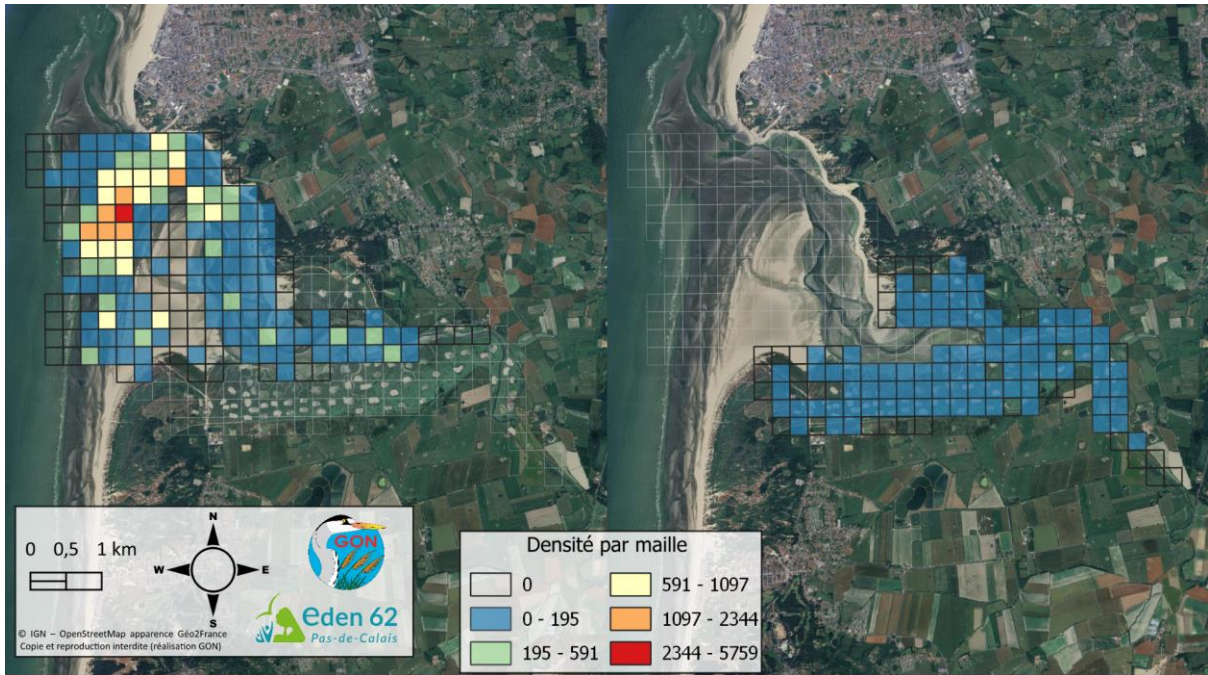


Figure 69 : Densité d'oiseaux marins en alimentation par maille en baie d'Authie (février 2023 à février 2024).

La zone de nourrissage majoritaire des oiseaux marins se trouve en front de mer, au niveau de l'embouchure de l'Authie, de l'Anse des Sternes (Figure 69). On retrouve aussi des oiseaux marins, en plus faibles densités, le long du chenal de l'Authie, au Bois de Sapins et dans les prés salés.

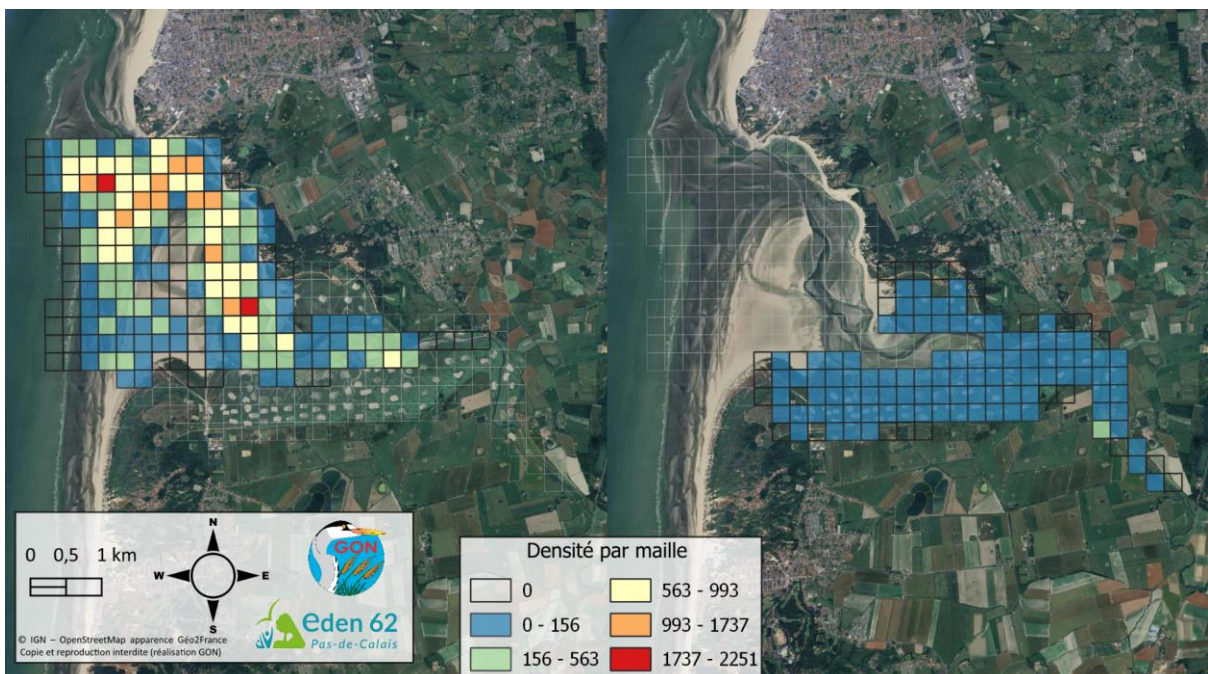


Figure 70 : Densité d'oiseaux marins en repos par maille en baie d'Authie (février 2023 à février 2024).

Si les oiseaux marins en alimentation sont retrouvés de manière très localisée en front de mer (Figure 70), lors du repos, leur localisation est plus diffuse. On les observe sur la quasi-totalité des vasières et bancs de sable et principalement le long du chenal de l'Authie, du front de mer et au Bec de perroquet. Dans une moindre mesure, des oiseaux marins au repos sont observés de manière homogène mais en faibles densités dans les prés salés et sur le poulier sud.

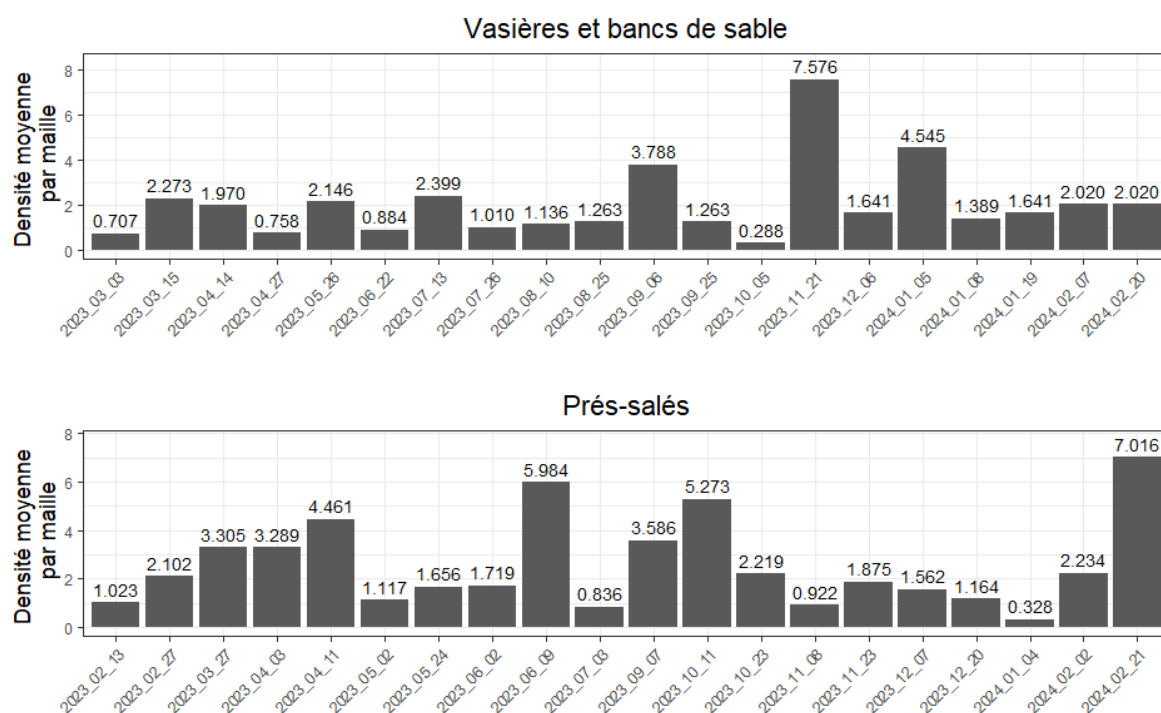


Figure 71 : Phénologie des oiseaux marins en baie d'Authie (PS : n = 1 591 ; VBDS : n = 4 640 ; février 2023 à février 2024).

La densité moyenne par maille pour les oiseaux marins (Figure 71) apparaît semblable pour les deux protocoles néanmoins, un nombre d'observations nettement plus important a été rapporté pour le suivi "vasières et bancs de sable" (n = 4 640) que pour le suivi "prés salés" (n = 1 591).

Pour les vasières et bancs de sable, un pic d'observation a été rapporté en novembre et un deuxième, moins marqué, en janvier. Le reste de l'année, la densité observée est relativement stable.

Pour les prés salés, la densité moyenne d'oiseaux marins par maille semble être relativement hétérogène tout au long de l'année. Quatre périodes rassemblant le plus d'observations semblent se démarquer : février et mars 2023, juin 2023, septembre et octobre 2023 et février 2024.

## Goéland argenté



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
5 Élevés	5 Élevés	3 Modérés

Le Goéland argenté (*Larus argentatus*) est un grand laridé typique des ambiances maritimes. Il niche dans la partie nord de l'Europe occidentale (Islande, Fennoscandie, îles britanniques, Benelux, Allemagne, France...), et le littoral atlantique français peut à ce propos être considéré comme la limite sud de son aire de reproduction. La population nicheuse française, forte d'un peu moins de 60 000 couples issus de la sous-espèce *L. a. argenteus*, est considérée comme en déclin modéré (ISSA *et al.*, 2015). En milieu naturel, les couples s'installent sur des îlots, des falaises rocheuses, des marais... préférentiellement en colonies. Mais ces sites semblent progressivement délaissés au profit de sites d'origine anthropiques tels que friches, parkings, toitures plates de bâtiments, etc. parfois assez loin à l'intérieur des terres. C'est d'ailleurs ce qui est constaté dans les Hauts-de-France, où la population nicheuse atteint quelques milliers de couples.

En hiver, le nombre de goélands argentés augmente sur le territoire national pour atteindre un peu moins de 200 000 individus. La population française, réputée majoritairement sédentaire, se voit en effet renforcée par l'arrivée d'oiseaux originaires d'Europe de l'Ouest (Pays-Bas, Grande-Bretagne) ainsi que d'individus de la sous-espèce nominale *L. a. argentatus* qui nichent dans les pays du nord et de l'est de l'Europe. Les dénombrements hivernaux montrent que ces derniers hivernent principalement dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, au point de représenter 35% des oiseaux adultes identifiés (ISSA *et al.*, 2015).

La baie d'Authie accueille des effectifs très importants de goélands argentés tout au long du cycle de vie de l'espèce, avec un pic significatif durant la période d'hivernage. D'un point de vue fonctionnel, on comprend ainsi que l'intérêt de la baie doit être envisagé à l'échelle de la métapopulation.

Répartition spatiale :

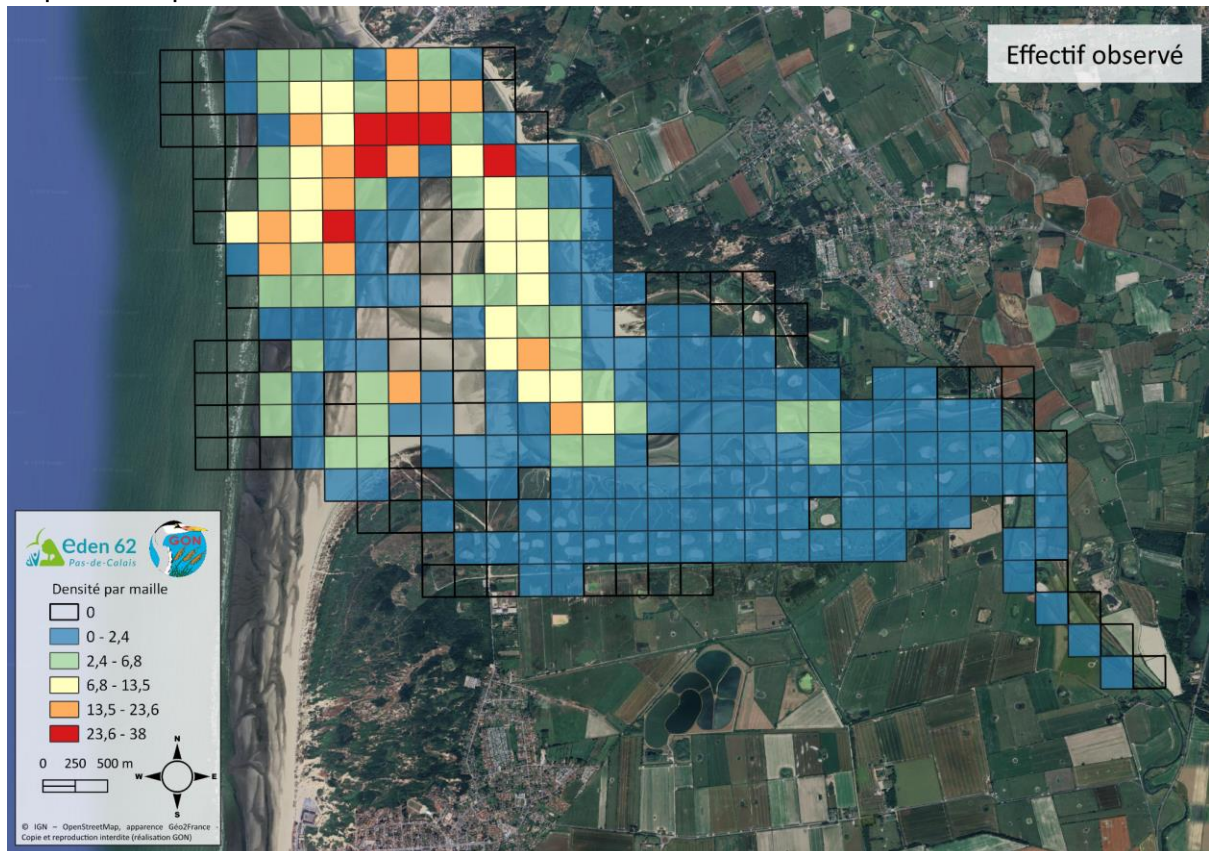


Figure 72 : Répartition du Goéland argenté (*Larus argentatus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

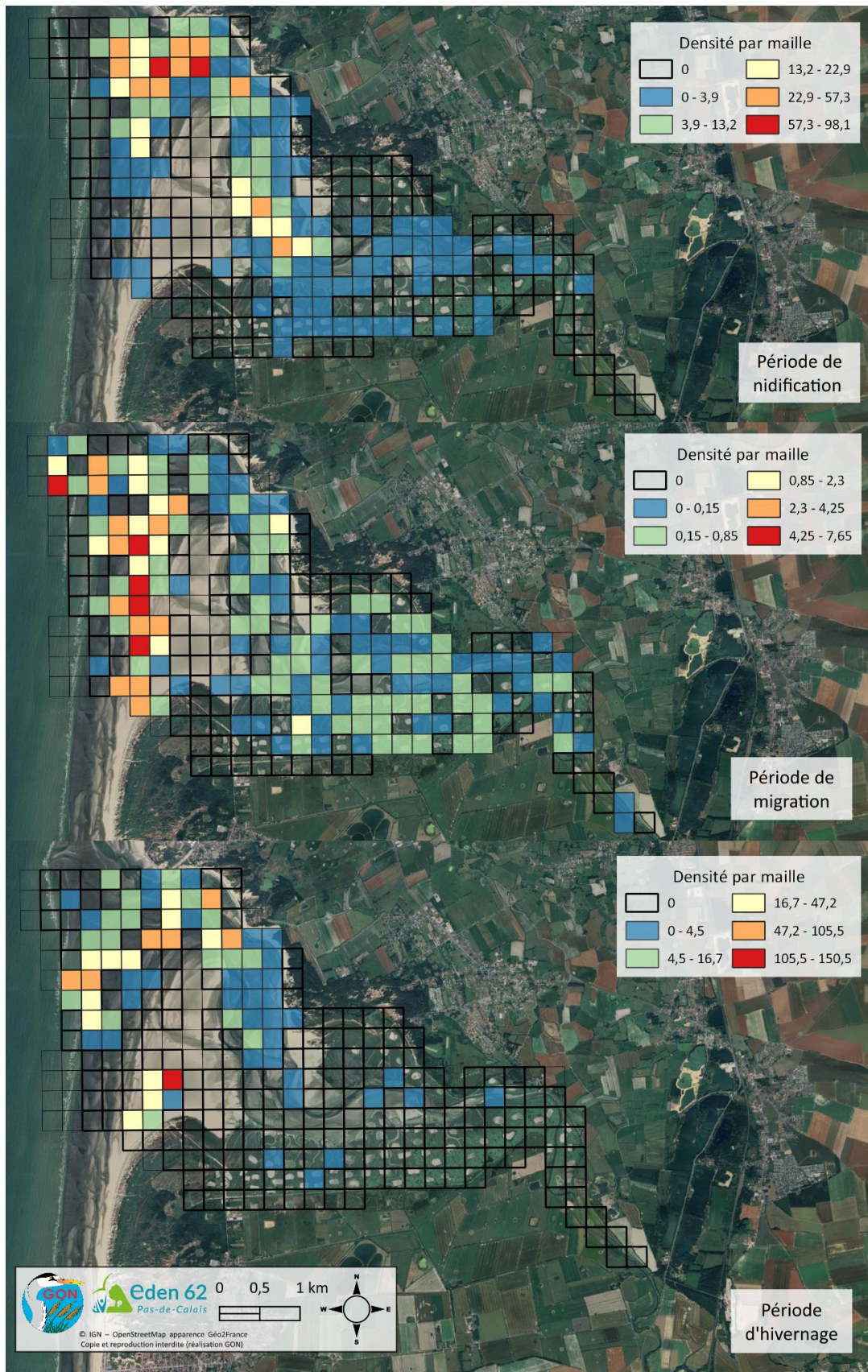


Figure 73 : Répartition du Goéland argenté (*Larus argentatus*) en baie d'Authie, en périodes de nidification, de migration et d'hivernage.

Que ce soit en périodes de nidification, de migration ou d'hivernage (Figure 73), les observations de Goéland argenté sont largement concentrées à l'embouchure de la baie et au niveau de l'Anse des Sternes. Des observations en moindre quantité ont également été réalisées sur l'Authie au niveau du Bois des Sapins et du Bec de Perroquet. Très peu d'individus ont été détectés dans les autres secteurs de la baie.

Répartition temporelle (phénologie) :

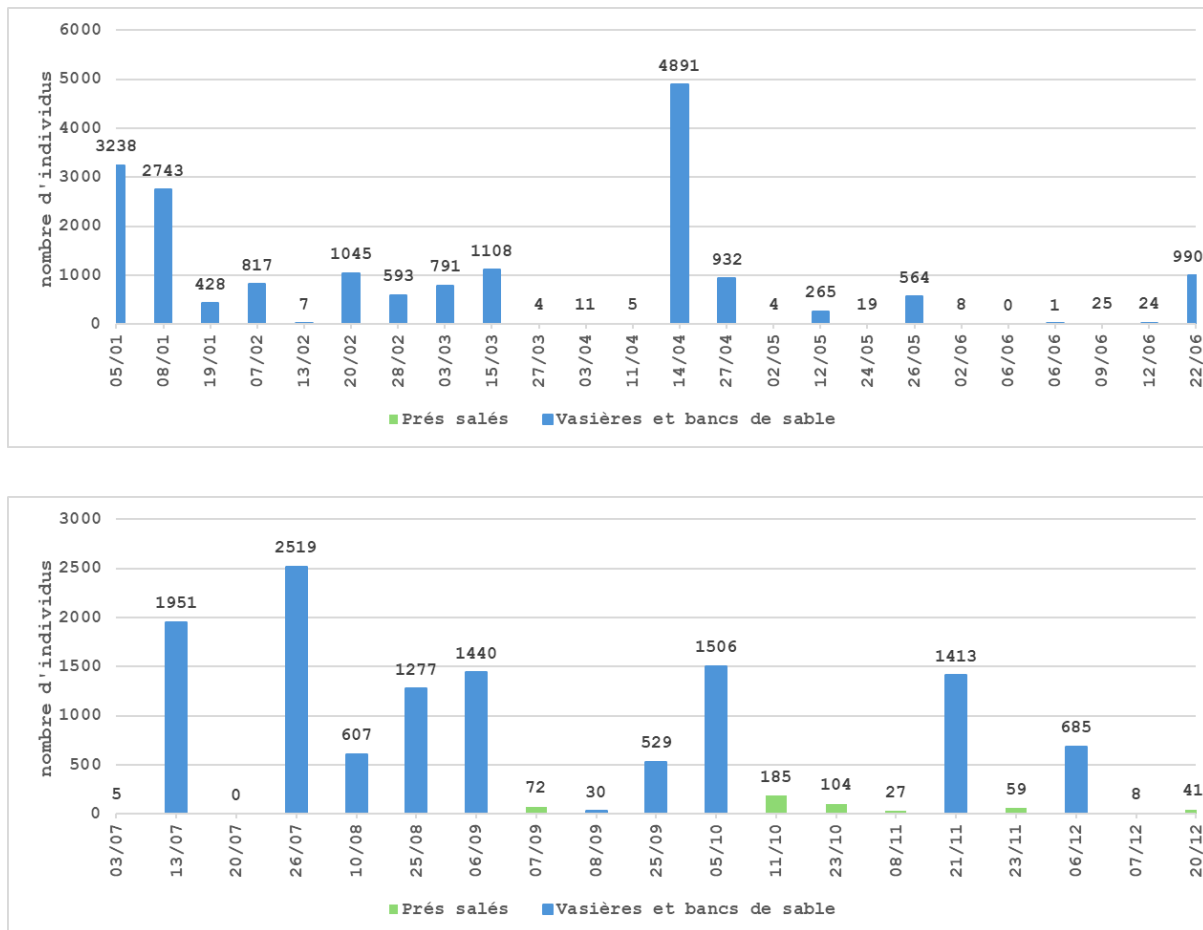


Figure 74 : Phénologie du Goéland argenté (Larus argentatus) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le Goéland argenté est observé toute l'année avec des effectifs élevés, principalement en période inter-nuptiale.

Le pic d'effectifs est de 4 891 individus relevé le 14 avril. A cette période, le Goéland argenté se déplace à la recherche d'un site de nidification ce qui peut expliquer cet effectif élevé. Cependant, à l'approche de la saison de nidification, le nombre d'individus baisse brutalement. En effet, les effectifs sont faibles pendant le mois de juin avant d'atteindre 990 individus le 22 juin lors de la période de ponte/éclosion et élevage des jeunes. La colonie de reproduction la plus proche est celle de Berck-sur-Mer, mais ce n'est pas une colonie importante en

comparaison de celles du Boulonnais (50 couples comptés en 2021 à Berck-sur-Mer, contre environ 2600 couples dans le Boulonnais).

Dès la mi-juillet, date correspondant à l'émancipation des jeunes, une hausse importante est constatée avec des effectifs compris entre 1 951 et 2 519 individus la dernière quinzaine de juillet. Il est probable que cette augmentation soit issue du regroupement des adultes et des jeunes individus tout juste volants. Lors des suivis effectués autour des sites de production mytilicole (POISBLAUD, S., 2021), le pic d'effectif était atteint lors de la troisième décade d'août sur les sites de Berck-sur-Mer et Quend-Plage-les-Pins, avec une majorité d'immatures, ce qui confirmerait la tendance observée en Authie.

La période hivernale est marquée par un pic de 3 238 individus le 05 janvier. Cet effectif, bien que remarquable, est nettement inférieur au regroupement du Goéland argenté au crépuscule. En effet, la baie d'Authie joue un rôle important à l'échelle des Hauts-de-France lors du rassemblement des individus en dortoirs, des milliers de goélands argentés étant comptabilisés chaque année lors des suivis Wetlands en janvier sur les sites à proximité de la baie.



## Mouette rieuse



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
5 Élevés	5 Élevés	3 Modérés

La Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) est certainement l'un des laridés les plus communs. Son aire de répartition occupe une vaste partie du Paléarctique, et l'espèce a fait preuve d'un dynamisme remarquable dans la seconde moitié du XXe siècle. Malgré un déclin sensible depuis une quarantaine d'années, l'espèce reste assez commune et n'est actuellement pas considérée comme menacée (ISSA *et al.*, 2015).

Quelle que soit la saison, cette mouette exploite différents types d'habitats ouverts en bord de mer (plages, vasières, estuaires...) comme à l'intérieur des terres (vastes plans d'eaux, prairies, cultures, labours, berges des cours d'eau...). Les populations nationales sont alors rejointes par des centaines de milliers d'individus originaires du Nord et de l'Est de l'Europe. En période de nidification, les mouettes rieuses apparaissent beaucoup moins dispersées. Elles se rassemblent en colonies bruyantes près des eaux calmes et peu profondes, douces ou saumâtres, d'origine naturelle ou artificielle. Plusieurs milliers de couples nichent ainsi dans les Hauts-de-France, et les gravières de Conchil-le-Temple, situées en amont de la baie d'Authie, à quelques kilomètres seulement, accueillent un bon millier de couples (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

La baie d'Authie accueille des effectifs très importants de mouettes rieuses tout au long du cycle de vie de l'espèce, avec un pic significatif durant la période d'hivernage. Il semblerait donc qu'elle joue un rôle fonctionnel important pour cette espèce.

Répartition spatiale :

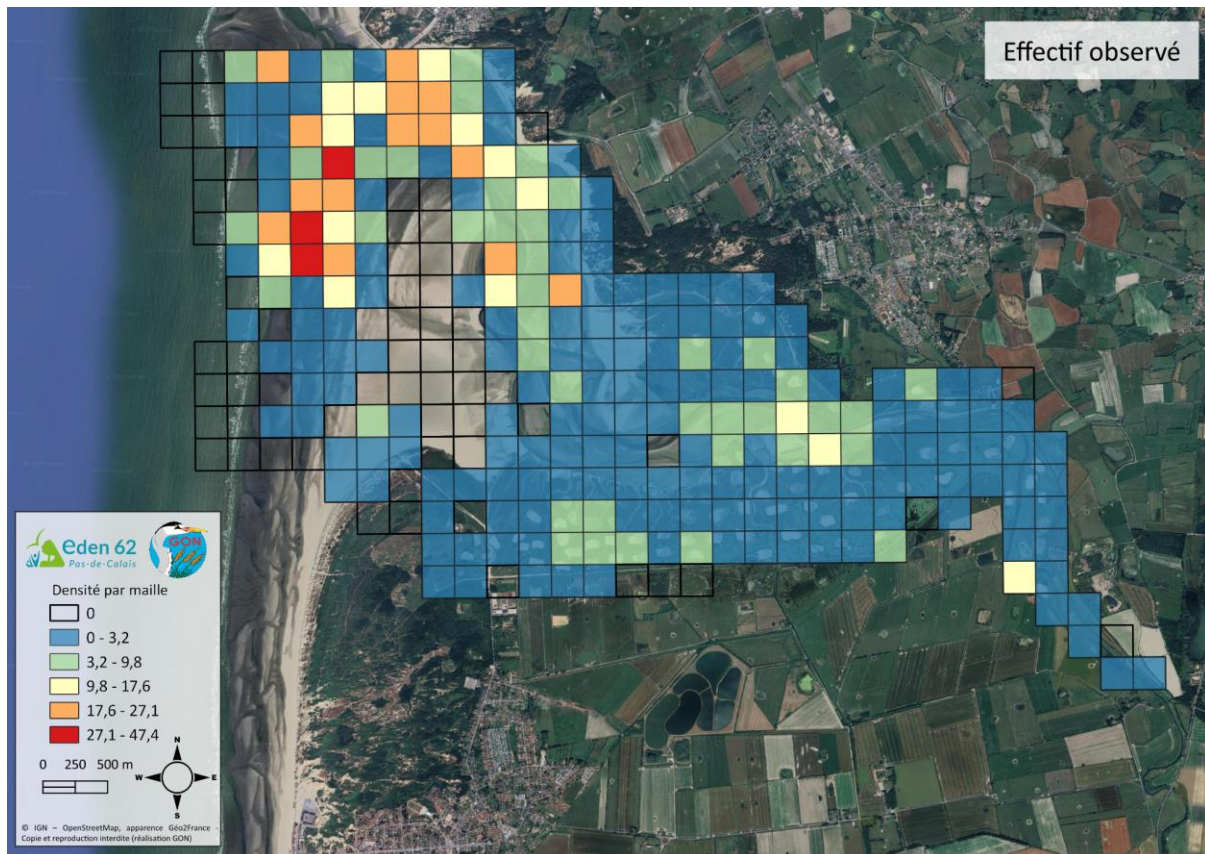


Figure 75 : Répartition de la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

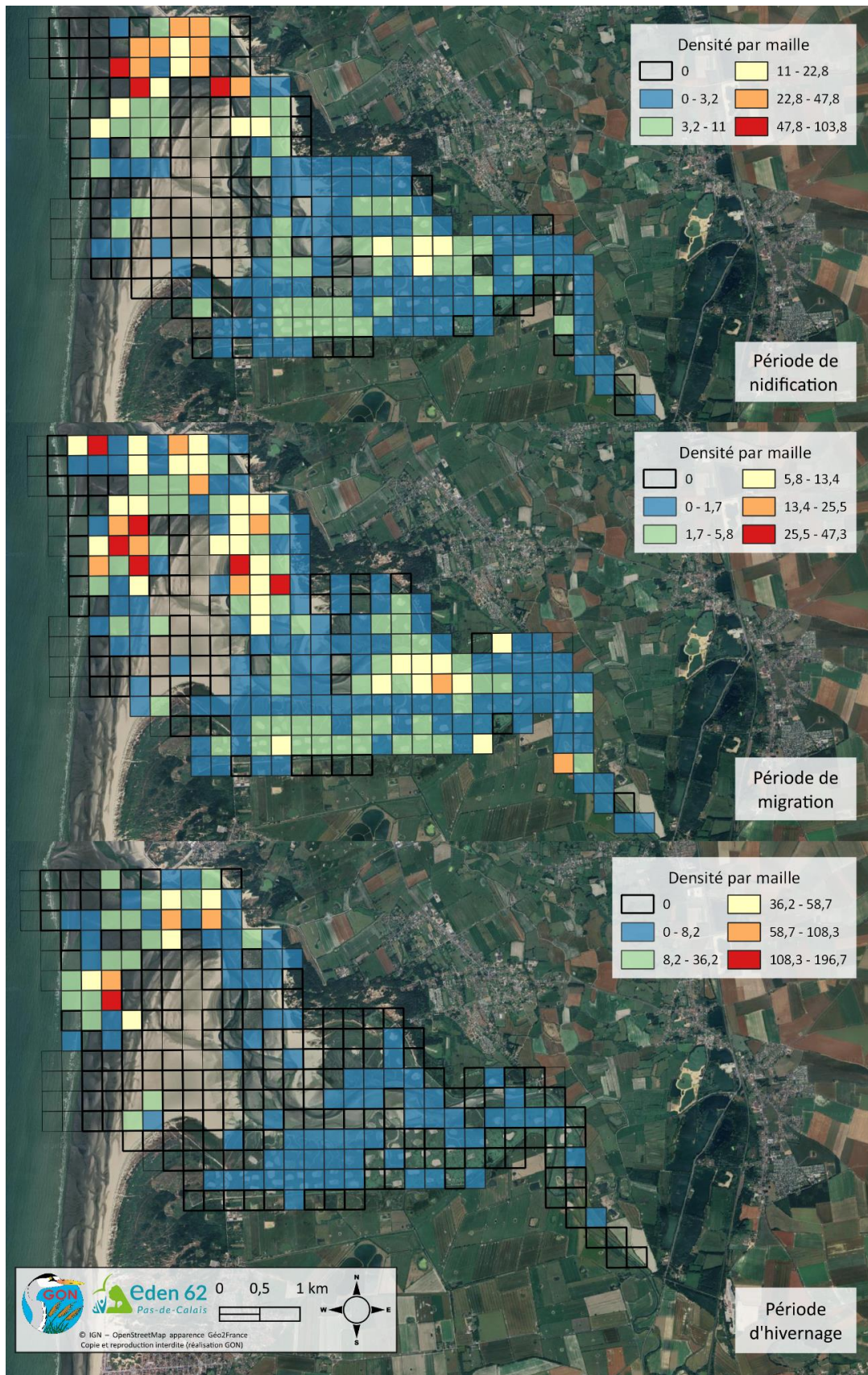


Figure 76 : Répartition de la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) dans la zone d'étude, en périodes de nidification, de migration et d'hivernage.

La répartition de la Mouette rieuse (Figure 76) est relativement semblable à celle du Goéland argenté : les observations sont majoritairement concentrées à l'embouchure de la baie, à l'Anse des Sternes et au Bois des Sapins. Très peu d'individus ont été observés dans les autres secteurs de la baie, à l'exception du cœur de la baie où une concentration d'individus est notée en période de nidification et de migration.

Répartition temporelle (phénologie) :

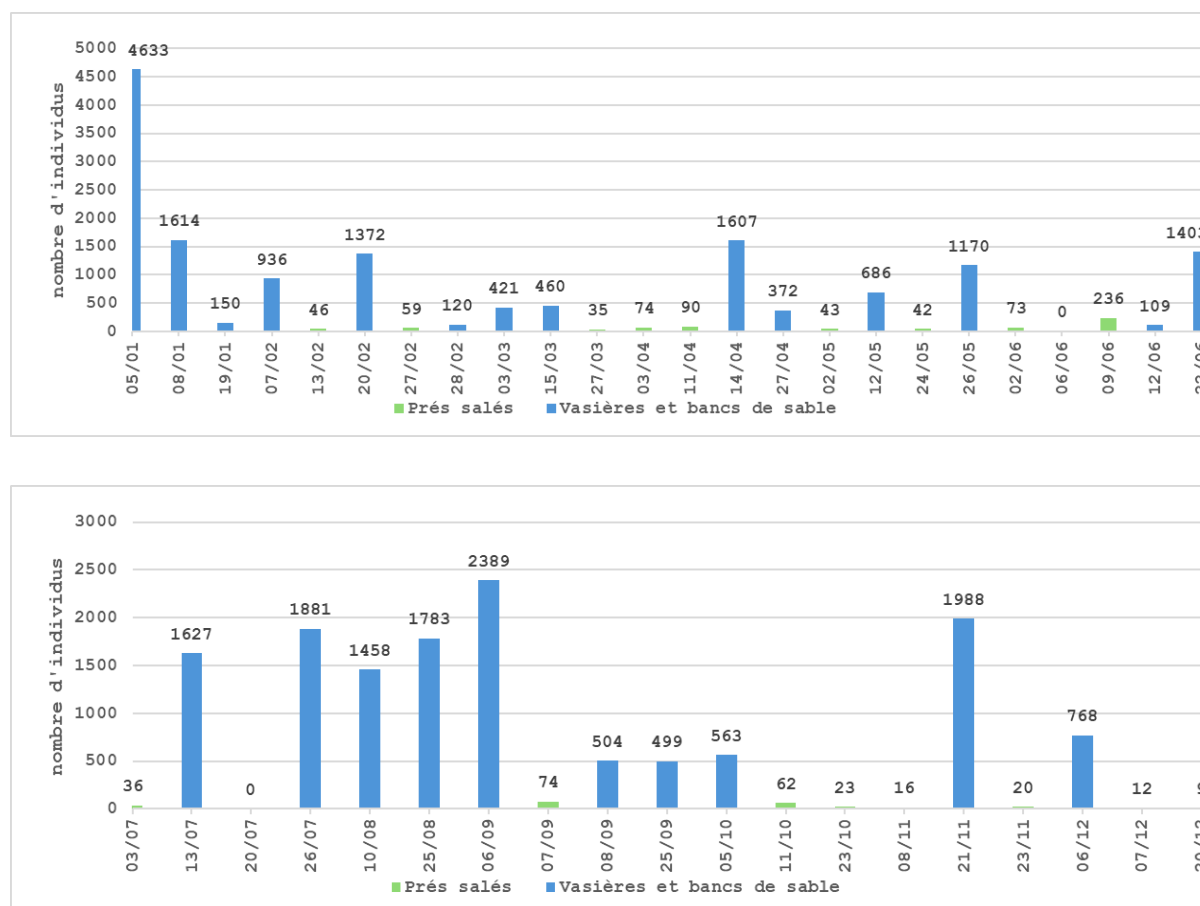


Figure 77 : Phénologie de la Mouette rieuse (Chroicocephalus ridibundus) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

La Mouette rieuse est observée toute l'année. Hormis un pic d'effectifs le 05 janvier avec 4 633 individus et un second le 06 septembre 2023 avec 2 389 individus, les effectifs sont relativement stables. Notons une baisse des effectifs lors de la période de couvain et d'élevage des jeunes avec 686 puis 109 individus observés respectivement le 12 mai 2023 et le 12 juin 2023. Néanmoins, la présence de la Mouette rieuse en période de reproduction peut être expliquée par l'utilisation de la baie pour se nourrir, la colonie de reproduction de Conchille-Temple étant à proximité (308 couples en 2023). Les effectifs augmentent dès l'émancipation des jeunes en juillet puis varient de 1 403 à 1 988 individus le reste de l'année.

Le cœur de la période hivernale rassemble donc le plus grand nombre d'individus, la zone étant un site important pour cette espèce en hivernage (2500 individus comptés entre Hardelot et Berck lors du suivi Wetlands en 2018) suivi par la période de migration postnuptiale.

## Grand Cormoran



Enjeux présence en période de nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
5 Élevés	5 Élevés	4 Modérés

Le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) est présent sur tous les continents à l'exception de l'Amérique du Sud et de l'Antarctique. Cette espèce dépend largement des milieux aquatiques, qu'ils soient marins ou continentaux. En France, elle niche essentiellement dans une grande moitié nord du pays, toujours en colonies localisées. En fonction de la sous-espèce considérée, ces colonies peuvent se trouver sur des falaises ou des îlots rocheux de bord de mer, ou bien dans des peuplements d'arbres tranquilles à proximité d'eaux libres et poissonneuses. Après des siècles de persécution et les affres des empoisonnements indirects par les pesticides (dans les années 1960 et 70), le Grand Cormoran - bénéficiant directement de la prise de mesures de protection réglementaire - a réalisé un formidable retour dans toute l'Europe occidentale. Cette espèce n'est donc actuellement pas considérée comme menacée (ISSA *et al.*, 2015).

La population reproductrice nationale compte un peu moins de 10 000 couples. Ils sont rejoints en hiver par des dizaines de milliers d'individus originaires du Nord et de l'Est de l'Europe (ISSA *et al.*, 2015).

Les Hauts-de-France abritent environ 1500 couples nicheurs répartis dans une vingtaine de colonies, dont deux se trouvent à quelques kilomètres à peine de la baie d'Authie : à Berck et à Conchil-le-Temple (BEAUDOUIN *et al.*, 2019). La baie d'Authie accueille des effectifs de Grands Cormorans tout au long du cycle de vie de l'espèce, avec un pic significatif durant la période d'hivernage. Il est évident qu'elle joue un rôle fonctionnel important pour cette espèce.

Répartition spatiale :

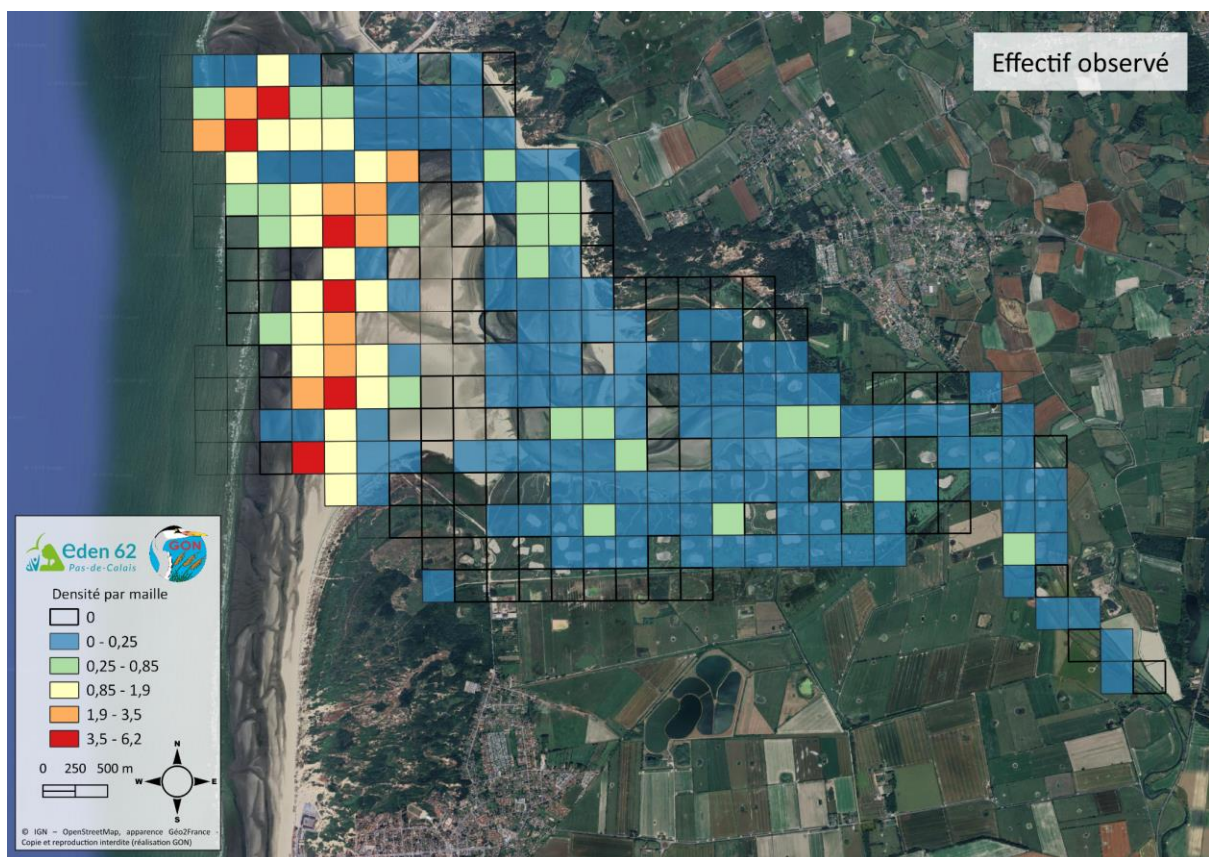


Figure 78 : Répartition du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

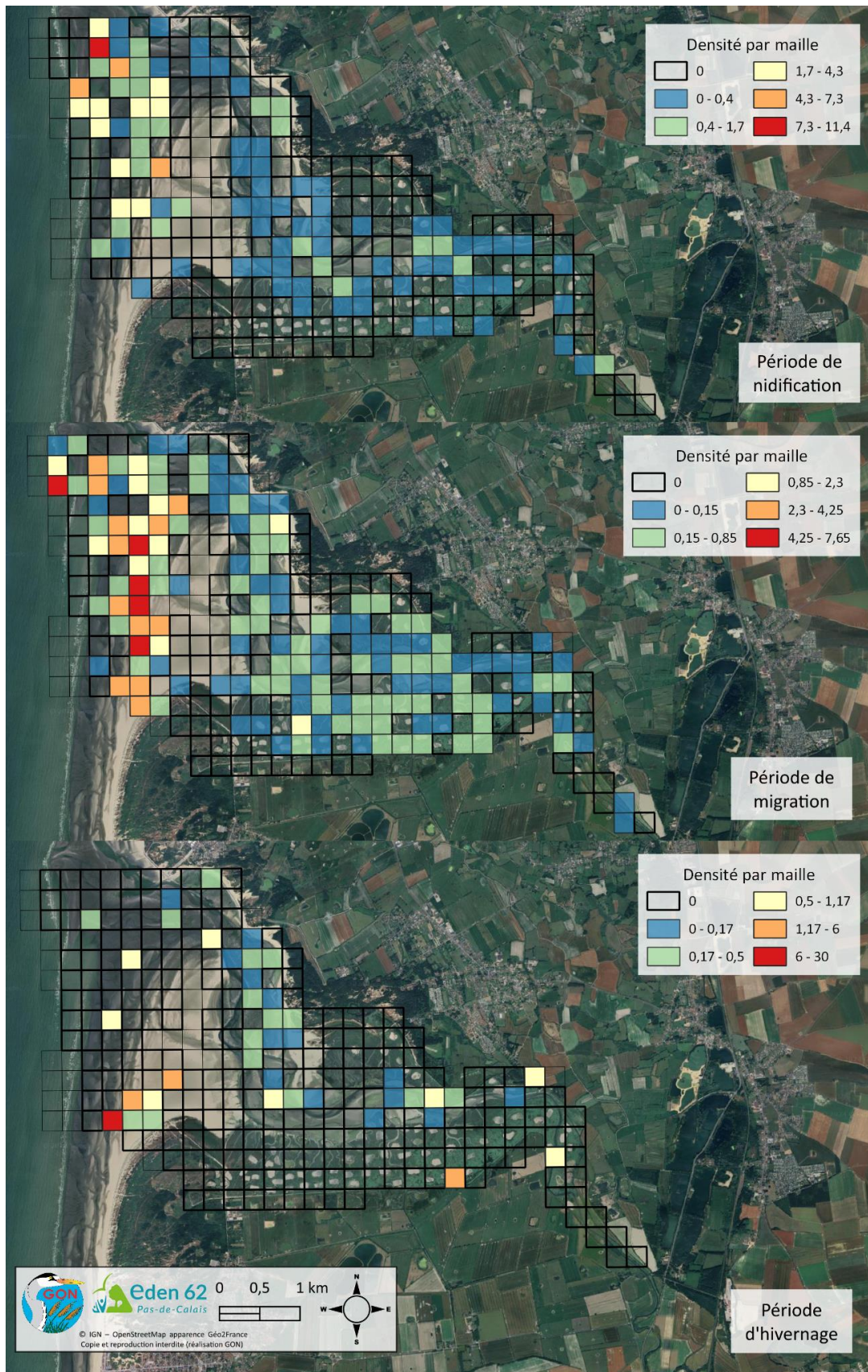


Figure 79 : Répartition du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) en baie d'Authie, en périodes de nidification, de migration et d'hivernage.



Les observations de Grand cormoran sont concentrées à l’embouchure de la baie et au niveau du front de mer en migration et en période de nidification. En hivernage, les observations semblent uniquement concentrées sur le front de mer, au sud de la Pointe de Routhiauville. Sur l’ensemble du cycle de vie, très peu d’individus ont été observés dans les autres secteurs de la baie.

Répartition temporelle (phénologie) :

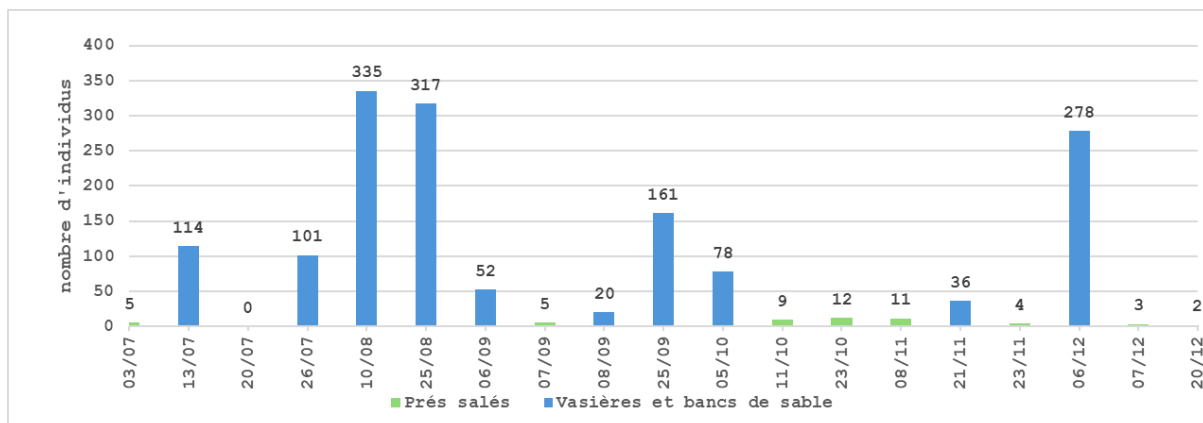
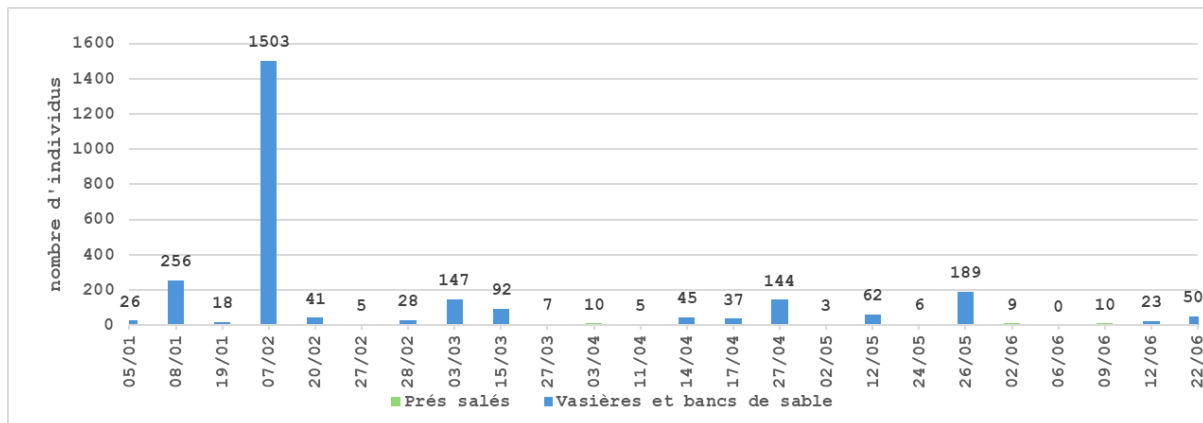


Figure 80 : Phénologie du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) en baie d’Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les effectifs du Grand cormoran sont relativement faibles tout au long de l’année, excepté en période hivernale.

En effet, au cours des périodes de migration, le nombre d’individus est stable, compris entre 30 et 150 individus. On observe une augmentation du nombre d’individus en août avec des effectifs compris entre 317 et 335 sur les vasières et bancs de sable. A cette période, il est possible que les effectifs soient plus élevés en raison du regroupement des jeunes individus et des adultes nicheurs à proximité.

Le pic d'effectifs est atteint le 07 février avec 1 503 individus. Les effectifs hivernants sur le littoral des Hauts-de-France sont élevés (1400 individus comptés entre Hardelot et Berck lors du comptage Wetlands en 2023). En effet, les oiseaux se regroupent en dortoir, principalement dans les carrières puis se déplacent sur les zones de nourrissage situées en mer. Lors d'observations effectuées depuis la côte, jusqu'à 11 000 oiseaux (Legroux., obs. pers) en transit le long de la côte d'opale sont observés en février. Les vasières et bancs de sable de la baie d'Authie, situées à proximité de la carrière de Dannes et du dortoir à Berck-sur-Mer, permettent aux individus de se reposer et de s'alimenter.

## e) Passereaux

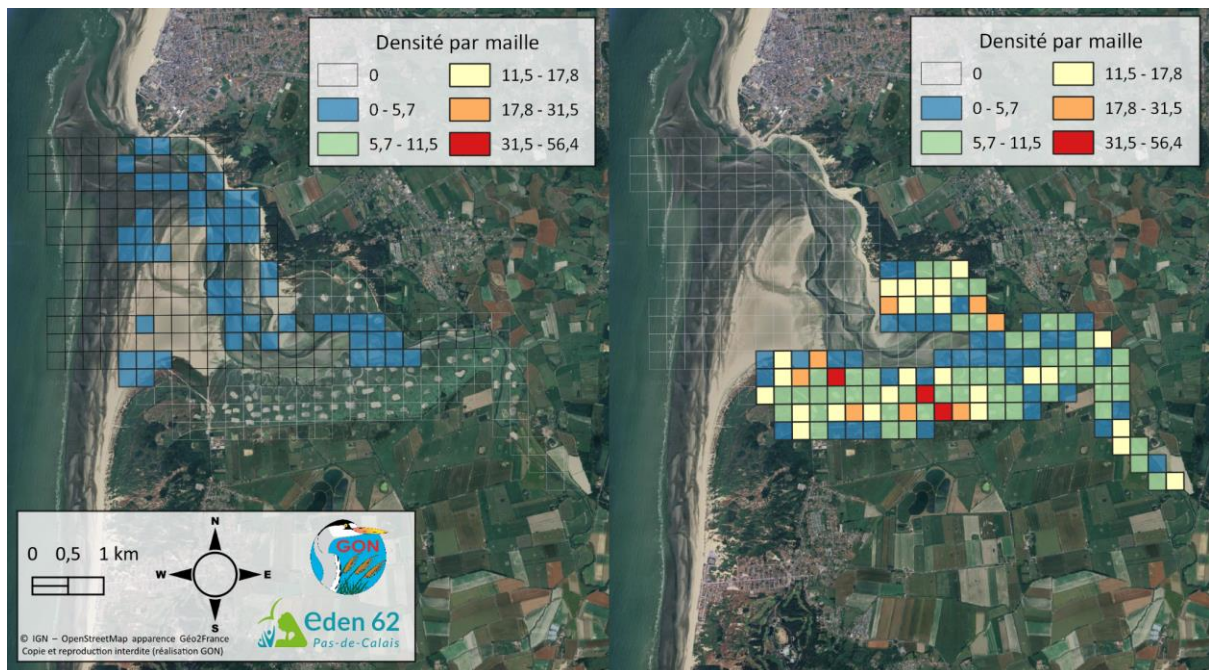


Figure 81 : Densité de passereaux par maille en baie d'Authie, février 2023 à février 2024. Figure de gauche : protocole " vasières et bancs de sable ", Figure de droite : protocole " prés salés ".

La Figure 81 représente la densité de passereaux par maille pour chacun des deux protocoles de suivi. Les prés salés regroupent la majorité des effectifs observés, mais aucun secteur ne semble accueillir clairement une densité plus importante. Les prés salés Sud et les prés salés Ouest présentent une densité légèrement plus importante.

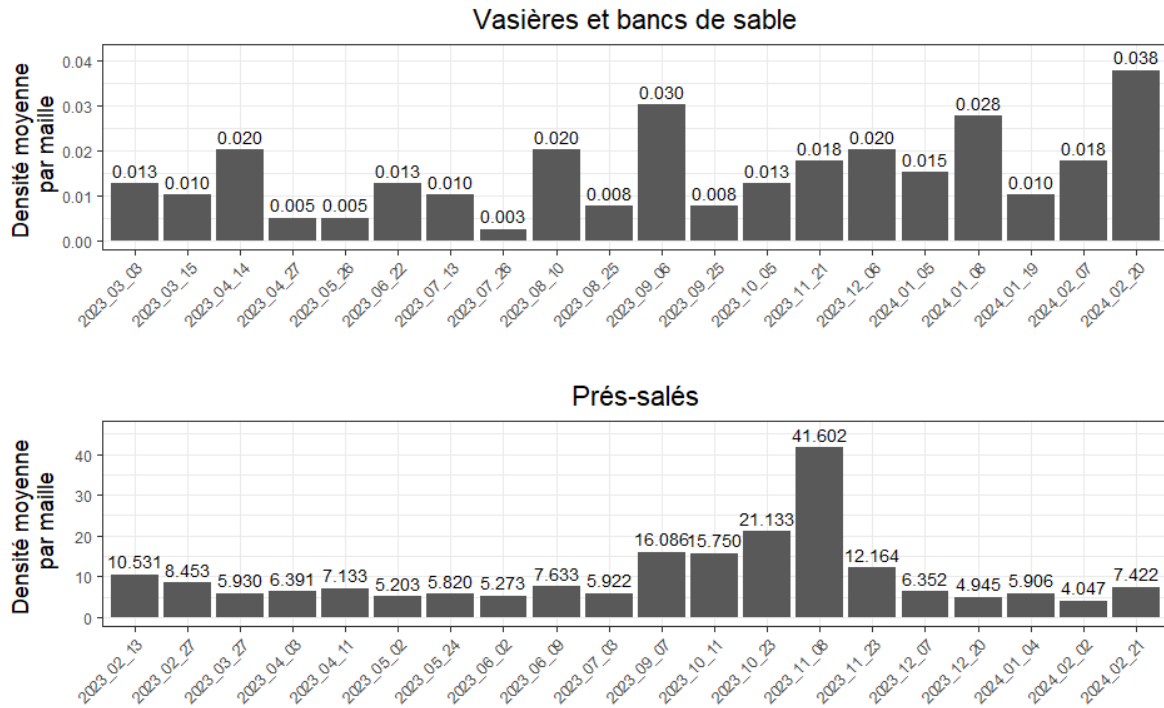


Figure 82 : phénologie des passereaux en baie d'Authie (PS : n = 6 447; VBDS : n = 138; février 2023 à février 2024).

La densité moyenne par maille pour les passereaux (Figure 82) apparaît nettement plus élevée pour le suivi “prés salés”, avec un nombre d’observations largement plus important (n = 6 447) que pour le suivi “vasières et bancs des sables” (n = 138).

La densité d'observations semble être particulièrement importante entre le mois de septembre et le mois de novembre, avec un pic atteint début-novembre. Entre le mois de décembre et le mois de juillet, la densité d'observations est relativement identique.

## Pipit farlouse



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
2 Faibles	4 Modérés	NA

Le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) occupe une grande partie de l'Eurasie, depuis l'Ouest jusqu'à la Sibérie occidentale. C'est une espèce des milieux ouverts, à l'humidité plus ou moins marquée. Elle niche typiquement dans les prés humides, les friches à végétation rase, les landes, les pelouses halophiles, les dunes à oyats et les prés salés. Les populations du Nord et de l'Est de l'Europe sont largement migratrices, si bien que les effectifs nationaux – estimés entre 50 000 et 100 000 couples - se voient renforcés chaque hiver par des centaines de milliers d'individus supplémentaires (ISSA *et al.*, 2015).

La France constitue la limite sud de son aire de nidification, et seul son tiers nord et le Massif central sont concernés. D'affinité septentrionale marquée, cette espèce semble pâtir – dans toute l'Europe occidentale - des effets cumulés du réchauffement climatique global, de la disparition et de l'altération de ses habitats, et des conséquences directes de l'intensification des pratiques agricoles. Son déclin est en effet très marqué ; de l'ordre de 75% entre 1995 et 2014 rien que pour les départements du Nord et du Pas-de-Calais (LUCZAK, 2017). Une situation qui ne s'est hélas pas améliorée au cours de la dernière décennie, justifiant son classement dans la catégorie « en danger » dans la Liste rouge des oiseaux nicheurs des Hauts-de-France (GON & Picardie Nature, 2023).

La baie d'Authie accueille non seulement une population nicheuse significative de Pipit farlouse, mais voit défiler des effectifs importants de cette espèce lors de chaque période migratoire, et en stationner d'autres lors de la période d'hivernage. Au regard des exigences écologiques particulières de cet oiseau et de son statut de menace globalement élevé sur l'ensemble de son aire de répartition, il est considéré comme espèce à enjeu à l'échelle du site.

Répartition spatiale :

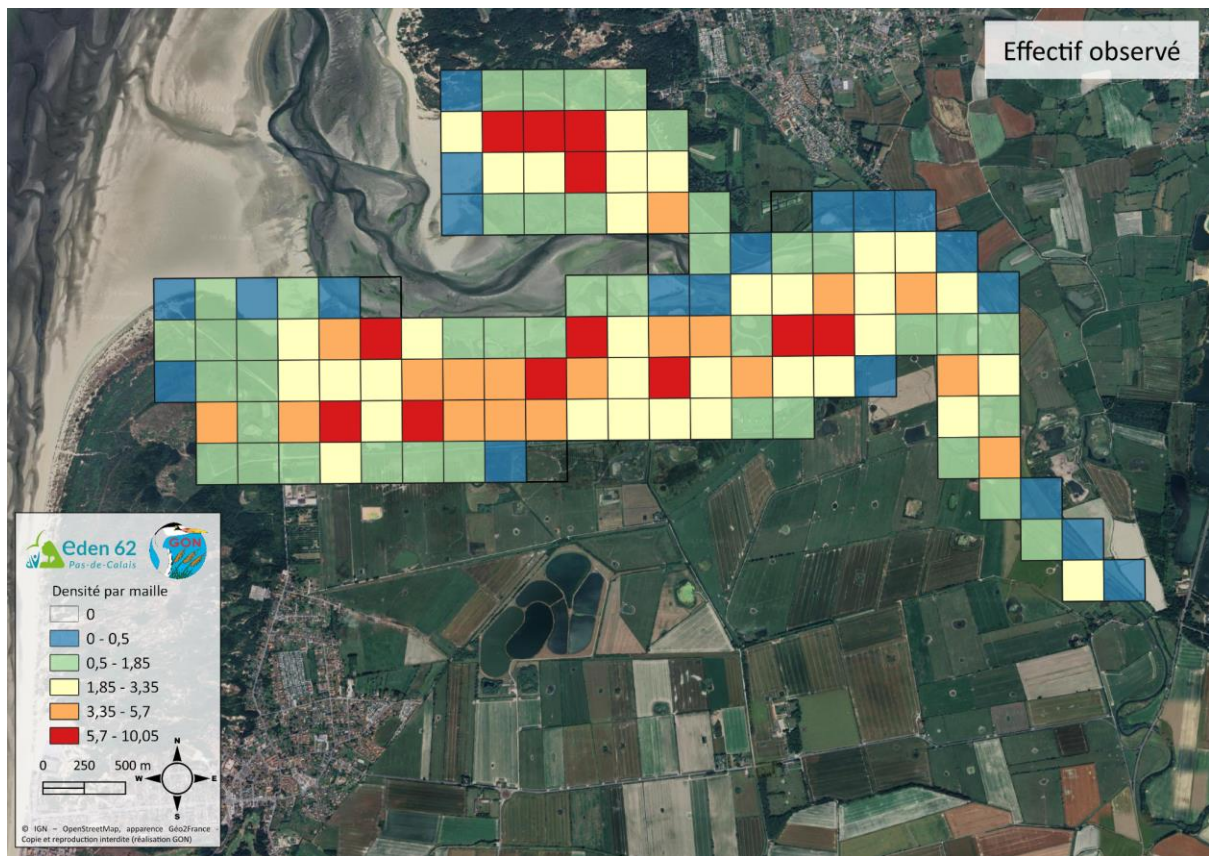


Figure 83 : Répartition du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

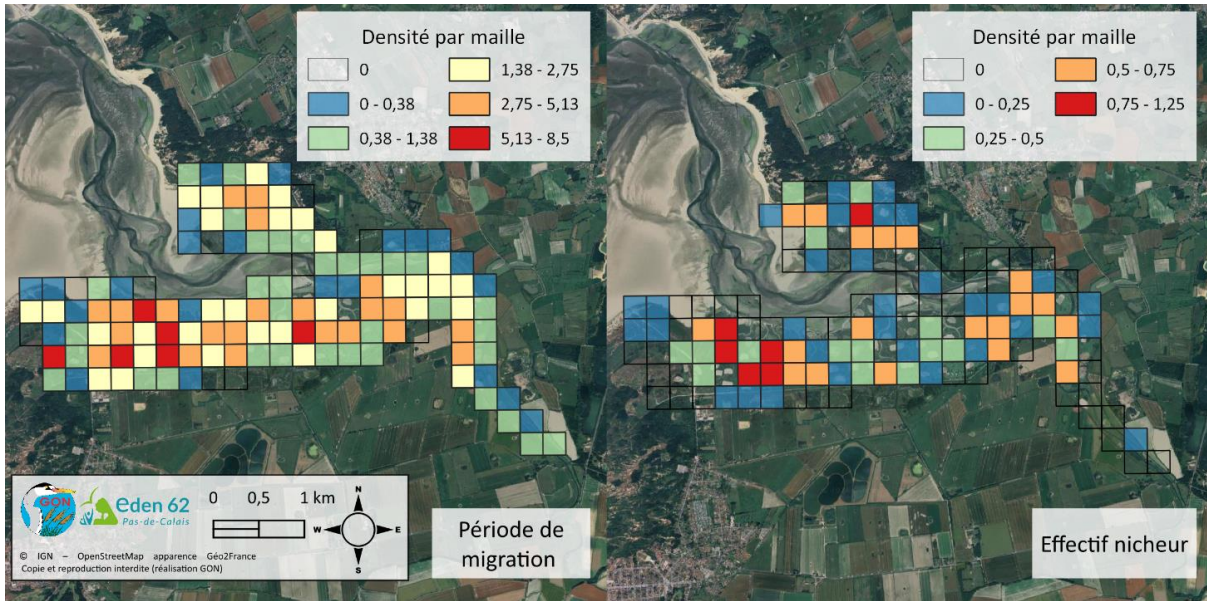
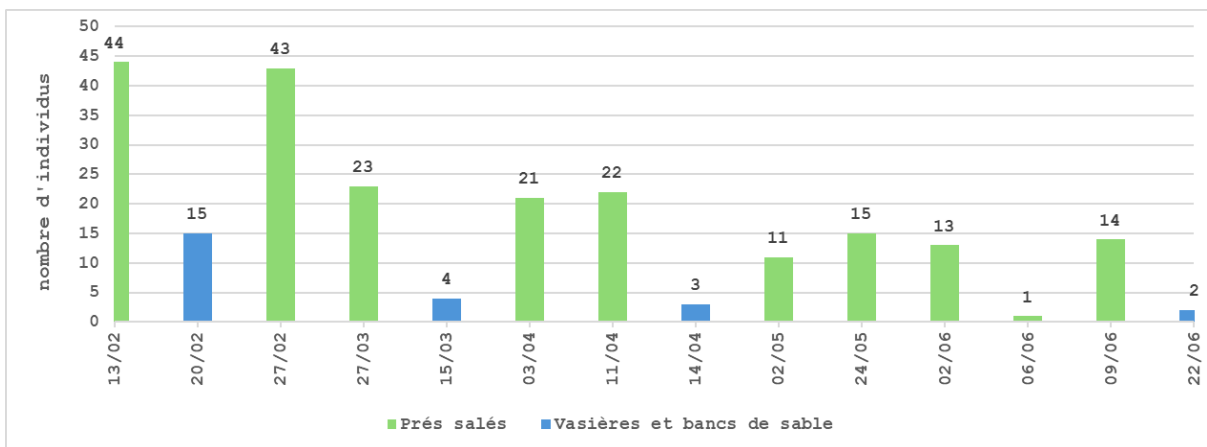


Figure 84 : Répartition du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) en période de migration et en période de reproduction (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Le Pipit farlouse a été observé sur l'intégralité de la zone d'étude. Lors de la période de migration (Figure 84), la population semble davantage se concentrer sur les prés salés Ouest. Néanmoins, les prés salés Sud, les prés salés Nord et le fond de baie semblent accueillir une part non négligeable de l'effectif.

C'est le même constat qui s'observe pour les effectifs nicheurs, les prés salés Ouest et dans une moindre mesure les prés-salés Nord semblent accueillir la majorité des individus avec une part non négligeable des effectifs recensés dans les prés salés Sud, et dans le fond de baie.

Répartition temporelle (phénologie) :



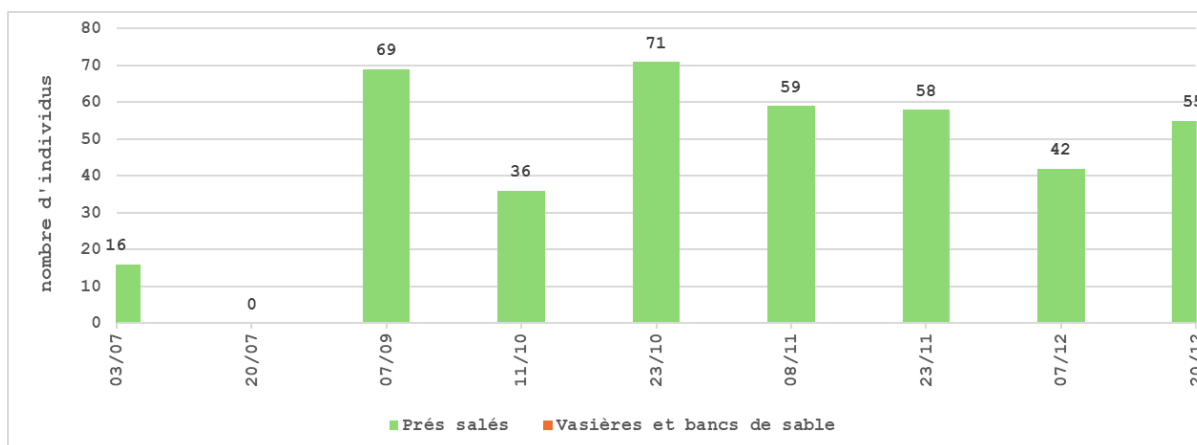


Figure 85 : Phénologie du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le Pipit farlouse est présent toute l'année en baie d'Authie, principalement dans les prés salés.

Les effectifs observés de février à la fin du mois d'avril correspondent principalement à des individus en halte lors des déplacements pré-nuptiaux. Il est certain que les effectifs qui transitent par la baie sont bien plus nombreux. Cependant, on remarque que l'estuaire et plus précisément les prés salés, sert de zone de halte migratoire pour se reposer et s'alimenter à plusieurs dizaines d'individus.

A partir du mois de mai, les migrateurs laissent place aux individus nicheurs. A cette période, l'effectif maximum est de 15 individus. Comme la majorité des passereaux, il est difficile d'apporter un effectif exhaustif dû aux mœurs discrètes de l'espèce. Cependant, un maximum de 19 mâles chanteurs est relevé le 2 juin 2023.

Il s'avère que l'évolution de la répartition des populations nicheuses dans les Hauts-de-France a évolué au cours des dernières années pour se restreindre quasi-exclusivement au littoral. Espèce en fort déclin à l'heure actuelle (-75% entre 1995 et 2014, BAUDOIN C., et al., 2019), sa reproduction au sein des prés-salés de la baie d'Authie représente un enjeu fort.

La migration postnuptiale débute début septembre avec 69 individus. Le pic d'effectifs est observé le 23 octobre 2023 avec 71 individus. La majorité des migrateurs a terminé leur déplacement à la fin du mois de novembre. Les effectifs restent relativement stables en hiver (entre 15 et 55 individus).



## Bruant des roseaux



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
2 Faibles	4 Modérés	NA

Le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) occupe une grande partie de l'Eurasie, à l'exception de l'Islande et du nord de la Sibérie. Bien qu'elle manifeste ponctuellement une capacité à investir des milieux plutôt secs comme les cultures et les friches élevées, ce bruant est essentiellement lié aux milieux humides. Leurs tailles et leurs aspects peuvent d'ailleurs être très variables, elles se caractérisent cependant toutes par la présence d'une végétation élevée (phragmitaies, typhaies, jonchaies, cariçaies, mégaphorbiaies) ponctuées d'arbustes jouant le rôle de postes de chant.

Les populations du Nord et de l'Est de l'Europe sont migratrices et viennent renforcer, chaque hiver, les effectifs nationaux estimés entre 25 000 et 50 000 couples (ISSA *et al.*, 2015). La moitié nord de la France constitue à ce propos la limite méridionale de son aire de nidification. D'affinité septentrionale marquée, cette espèce affiche une dynamique négative marquée depuis le début des années 1990. Cela s'expliquerait par une conjonction de facteurs : la destruction et le morcellement des habitats humides, une baisse de la survie hivernale provoquée par la raréfaction des ressources alimentaires hivernales due à l'intensification des pratiques agricoles, et l'altération (du fait du réchauffement climatique global) des conditions bioclimatiques nécessaires à l'expression de cette espèce (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

Ce déclin a été constaté dans toute l'Europe occidentale, et le Bruant des roseaux est globalement considéré comme une espèce en mauvais état de conservation (LUCZAK, 2017). Dans les Hauts-de-France, son statut de menace est exprimé par un classement « vulnérable » dans la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs (GON & Picardie Nature, 2023).

La baie d'Authie accueille non seulement une population nicheuse significative de Bruant des roseaux, mais voit défileur des effectifs importants de cette espèce lors de chaque période migratoire (l'hivernage semble relativement modeste). Au regard des exigences écologiques particulières de cet oiseau et de son statut de menace globalement élevé sur l'ensemble de son aire de répartition, il est considéré comme espèce à enjeu à l'échelle du site.

Répartition spatiale :

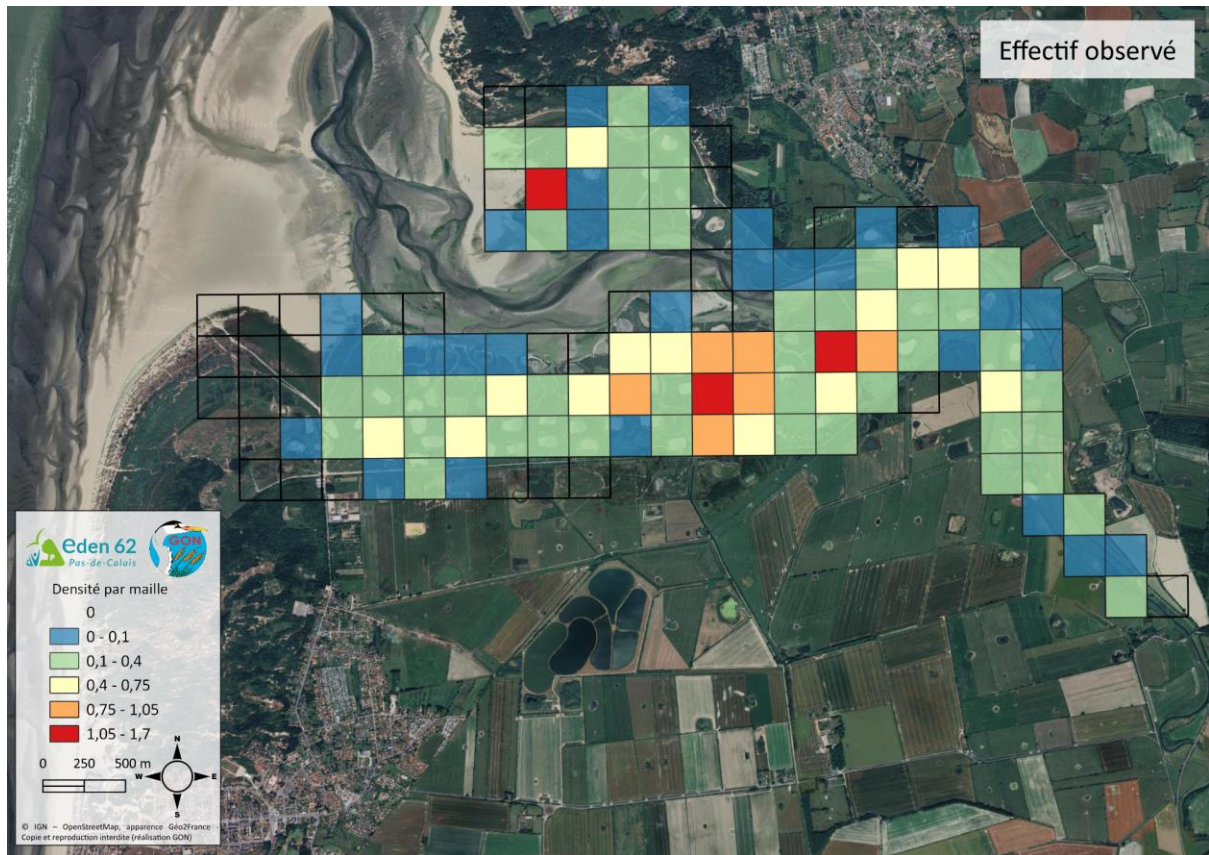


Figure 86 : Répartition du Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) en baie d'Authie (février 2023 à février 2024).

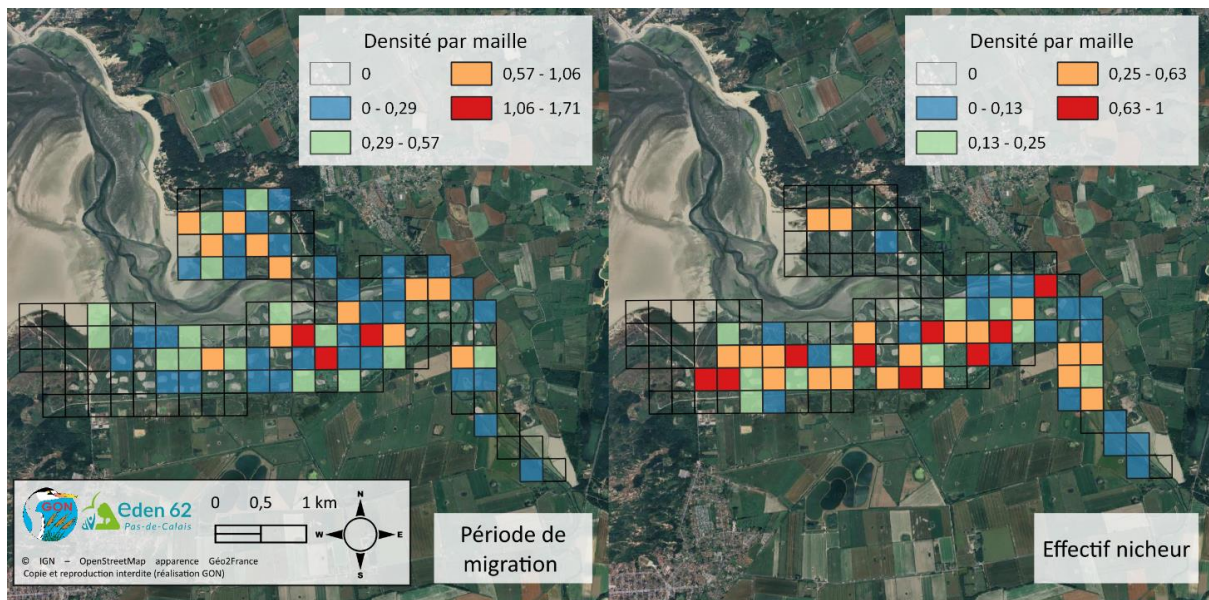


Figure 87 : Répartition du Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) dans la zone d'étude, en période de migration et en période de reproduction (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Le Bruant des roseaux a été observé de manière récurrente sur l'ensemble des prés salés suivis. Durant la période de migration (Figure 87) la majorité des observations se concentre dans les prés salés Sud avec des observations fréquentes sur l'ensemble de la zone d'étude, notamment les prés salés Nord.

Pour les effectifs avec un code reproducteur, la répartition semble relativement homogène des prés salés Sud jusqu'au fond de baie, même si la zone du Pont à Cailloux et les prés salés Nord semblent accueillir moins d'individus.

Répartition temporelle (phénologie) :



Figure 88 : Phénologie du Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le Bruant des roseaux est présent toute l'année en baie d'Authie (Figure 88). Il n'est détecté que dans les prés salés.

La migration prénuptiale s'étend de la dernière décade de février à la mi-avril. Les effectifs en halte migratoire sont compris entre 8 et 17 individus.

En période de nidification, les effectifs baissent mais restent stables avec régulièrement 7 individus. A cette période, la femelle est plus discrète. Le mâle garde son territoire par le chant, émis inlassablement à longueur de jour, tandis que la femelle s'occupe de la nidification. D'autre part, l'habitat composé d'une végétation émergente dense (type roselière) rend la détection de l'ensemble des effectifs difficile.

Toutefois, un maximum de 6 mâles chanteurs est détecté le 27 mars 2023.

La migration postnuptiale débute vers la mi-septembre et s'achève fin novembre. Au cours de cette période, les effectifs sont relativement faibles, compris entre 2 et 11 individus.

Le pic d'effectifs se situe au cours de l'hivernage le 07 décembre 2023, avec 30 individus. Comme tous les bruants, le régime alimentaire est insectivore à la belle saison pour devenir granivore à la mauvaise saison. Cette modification rend l'espèce plus facilement détectable en hiver où elle se regroupe et recherche des graines tombées au sol.

L'importance de la baie d'Authie pour l'alimentation de l'espèce en période hivernale, ainsi que pour la reproduction, est cruciale. En effet, les principaux facteurs de déclin en France seraient une baisse de la survie hivernale en relation avec la diminution des ressources alimentaires causée par les changements des pratiques agricoles et la destruction des zones de reproduction (fauche des roselières).

## Gorgebleue à miroir



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
3 Modérés	3 Modérés	NA

La Gorgebleue à miroir (*Cyanecula svecica*) est un passereau strictement migrateur. Son aire de reproduction couvre globalement l'Eurasie (à l'exception des îles britanniques et de l'Islande) et le nord-ouest de l'Amérique jusqu'au cercle polaire arctique. L'aire d'hivernage se situe sous le parallèle de 30° de latitude Nord, dans le bassin méditerranéen, en Afrique, dans le sous-continent indien et jusqu'en Thaïlande.

Les sites de reproduction se situent dans des habitats à dominance humide ; ils alternent couverts herbacés plutôt denses et sols nus. La végétation palustre élevée (phragmitaies, typhaies, jonchaies, cariçaies, mégaphorbiaies...) ponctuée d'arbustes jouant le rôle de postes de chant est particulièrement appréciée. Cependant, comme d'autres espèces parfois réputées « typiques » des zones humides, la Gorgebleue à miroir manifeste ponctuellement une capacité à investir des milieux plutôt secs comme les cultures et les friches élevées. Une caractéristique particulièrement remarquable dans le nord de la France (BEAUDOUIN *et al.*, 2019).

En France, cet oiseau présente deux noyaux évidents de populations : un dans la partie nord du pays (Hauts-de-France et Normandie), et un sur le littoral atlantique. Bien que relativement modeste d'un point de vue numérique, la population nationale témoigne actuellement d'une dynamique croissante, si bien que l'espèce n'est pas considérée comme menacée (ISSA *et al.*, 2015).

La baie d'Authie accueille une population nicheuse significative de Gorgebleue à miroir. Au regard des exigences écologiques particulières de cet oiseau, il est considéré comme espèce à enjeu à l'échelle du site.

Répartition spatiale :

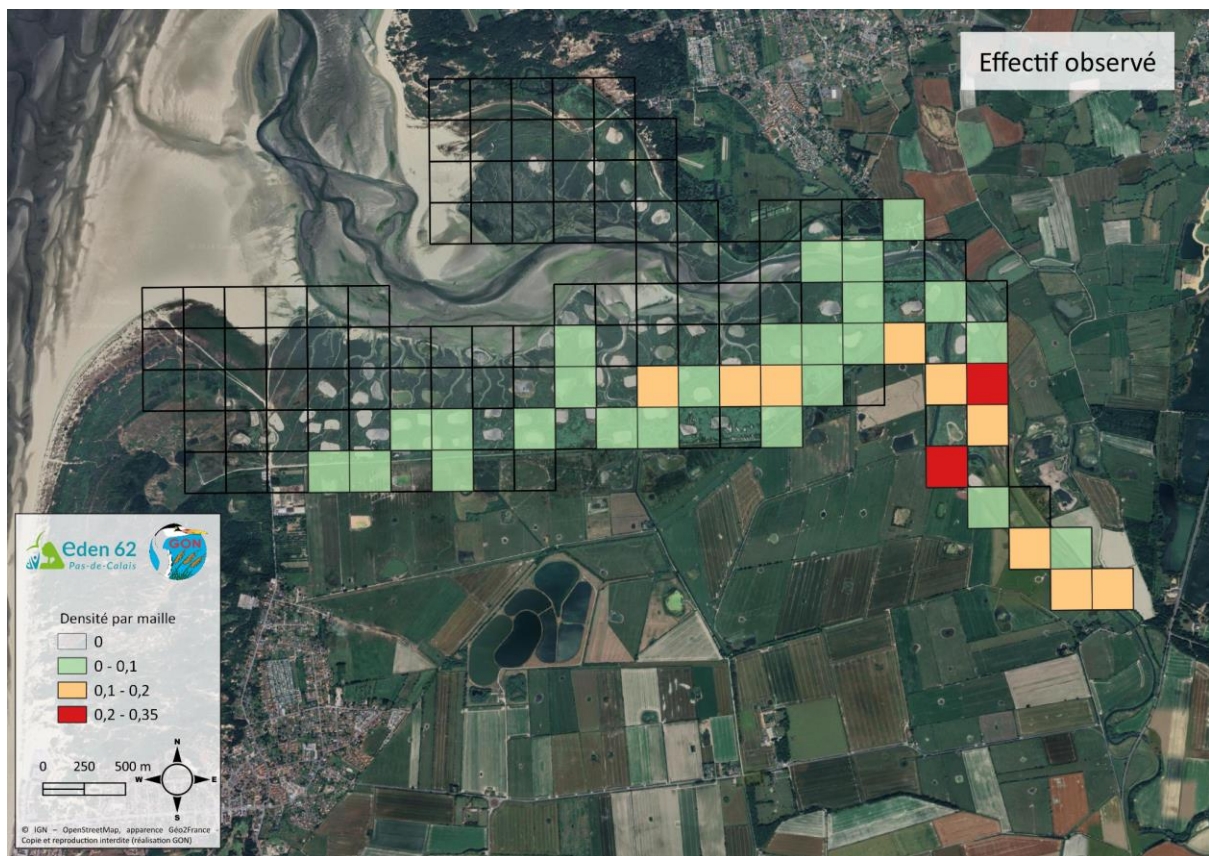


Figure 89 : Répartition de la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

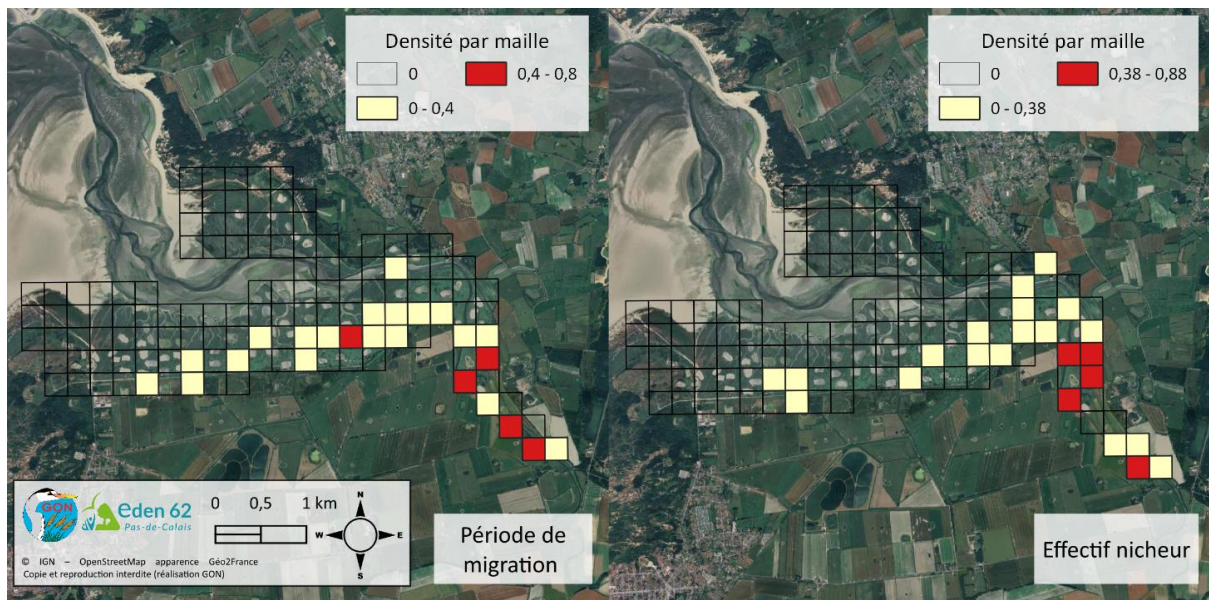


Figure 90 : Répartition de la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) dans la zone d'étude, en période de migration et en période de reproduction (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Pour la période de migration et la période de reproduction, (Figure 90), la majorité des observations a été faite dans la zone du Pont à Cailloux avec des observations récurrentes

rapportées dans les prés salés Sud et en fond de baie. Aucun individu n'a été détecté au nord de la zone.

Répartition temporelle (phénologie) :

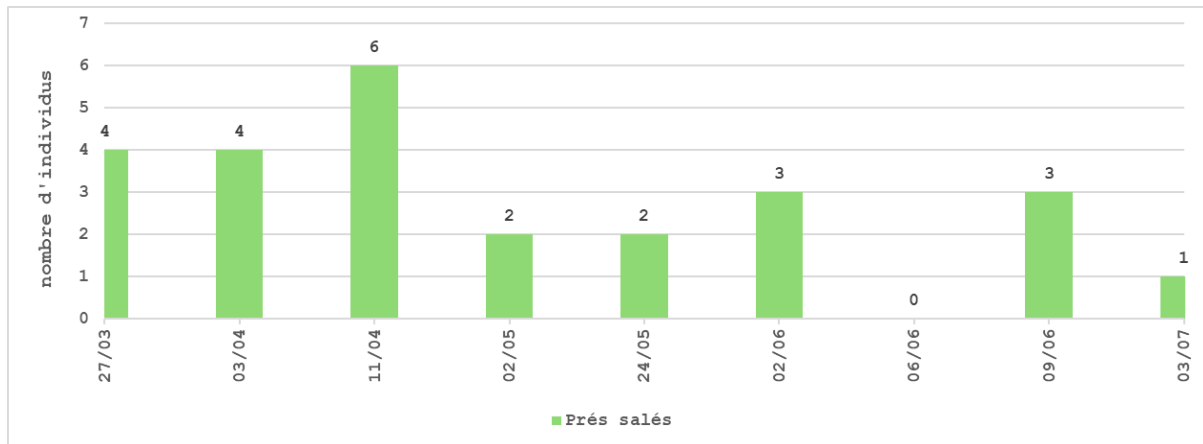


Figure 91 : Phénologie de la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

La Gorgebleue à miroir, visiteuse d'été, n'est présente sans surprise que de mars à juillet en baie d'Authie.

La période de migration pré-nuptiale est difficile à cerner car une partie de la population se déplace de mars à fin avril tandis que des individus occupent les sites de nidification dès le mois de mars.

Toutefois, un maximum de 6 mâles chanteurs est détecté le 2 mai 2023.

Cette espèce est plus signalée en début de saison, probablement dû au fait que les mâles chanteurs sont visibles en haut de végétation et détectables au chant.

## Cisticole des joncs



Enjeux nidification	Enjeux halte migratoire	Enjeux hivernage
4 Modérés	4 Modérés	NA

La Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) est un passereau dont la très large répartition couvre l'Europe méridionale, le Moyen-Orient, l'Afrique du Nord, une partie de l'Afrique subsaharienne, le sous-continent indien, le Sud-Est asiatique, le Japon et une partie de l'Australie. Cette fauvette paludicole apprécie les milieux ouverts secs ou humides, dominés par une végétation herbacée riche en graminées ne dépassant pas un mètre de haut et se développant sur sol meuble. Les friches, les terrains incultes, les prairies humides à joncs et carex, les mollières et les dunes constituent ainsi des habitats classiquement appréciés. En France, cette espèce est essentiellement présente sur les littoraux méditerranéen et atlantique. Ceux de la Manche et de la Mer du Nord sont investis de manière plus ponctuelle et sont le fruit d'une colonisation relativement récente. Ces dernières populations paraissent donc encore fragiles, d'autant que la Cisticole des joncs - espèce fortement sédentaire - est réputée particulièrement sensible aux hivers rigoureux (ISSA *et al.*, 2015). La colonisation des Hauts-de-France est à ce propos récente : les premiers individus ont été décelés dès le début des années 1970, mais il a fallu 3 à 4 décennies pour qu'une population forte de quelques dizaines de couples soit considérée comme installée (BEAUDOUIN *et al.*, 2019). Au regard de ces faibles effectifs, du caractère naturellement restreint de ses habitats préférentiels, et de sa sensibilité aux aléas climatiques, cet oiseau est classé « vulnérable » dans la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs (GON & Picardie Nature, 2023). La baie d'Authie accueille plusieurs couples de cette espèce considérée comme très rare et menacée à l'échelle régionale, ce qui justifie de la considérer comme espèce à enjeu à l'échelle du site.



Répartition spatiale :

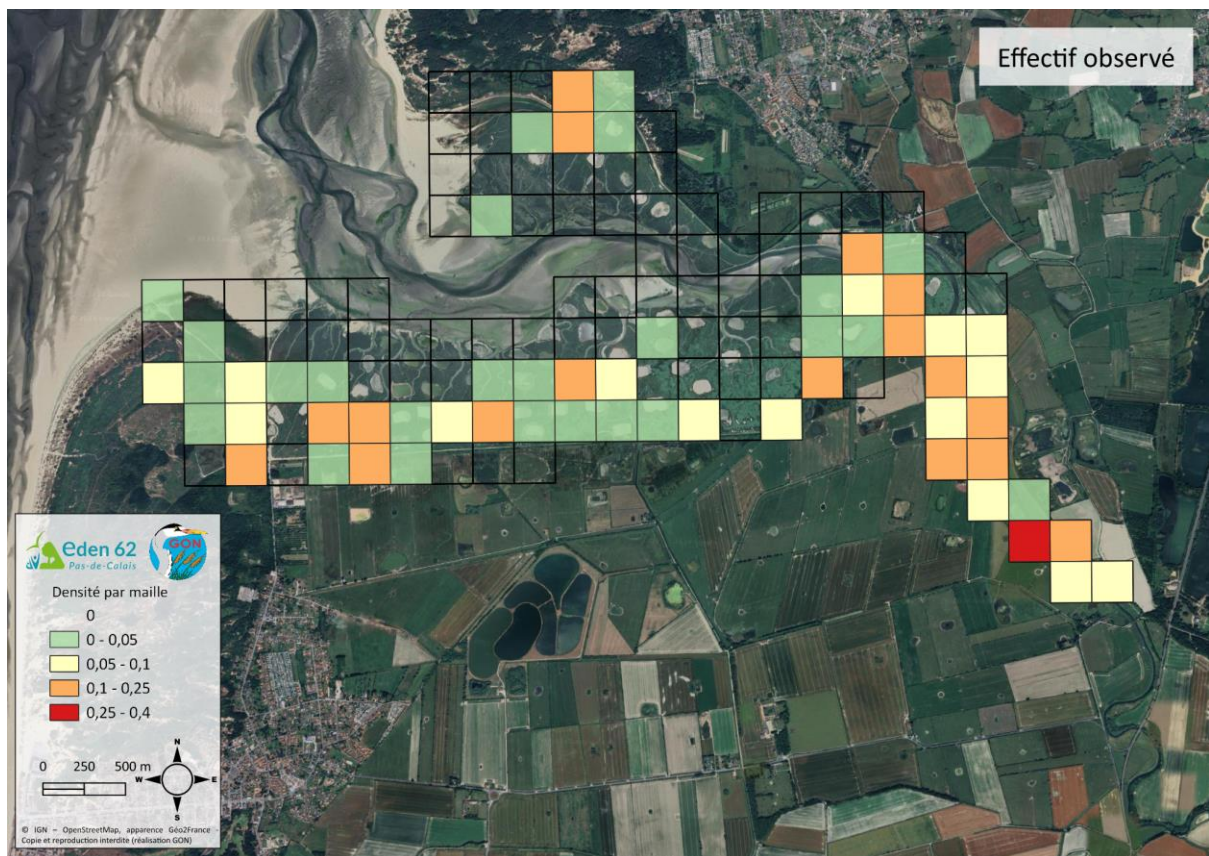


Figure 92 : Répartition de la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) dans la zone d'étude (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

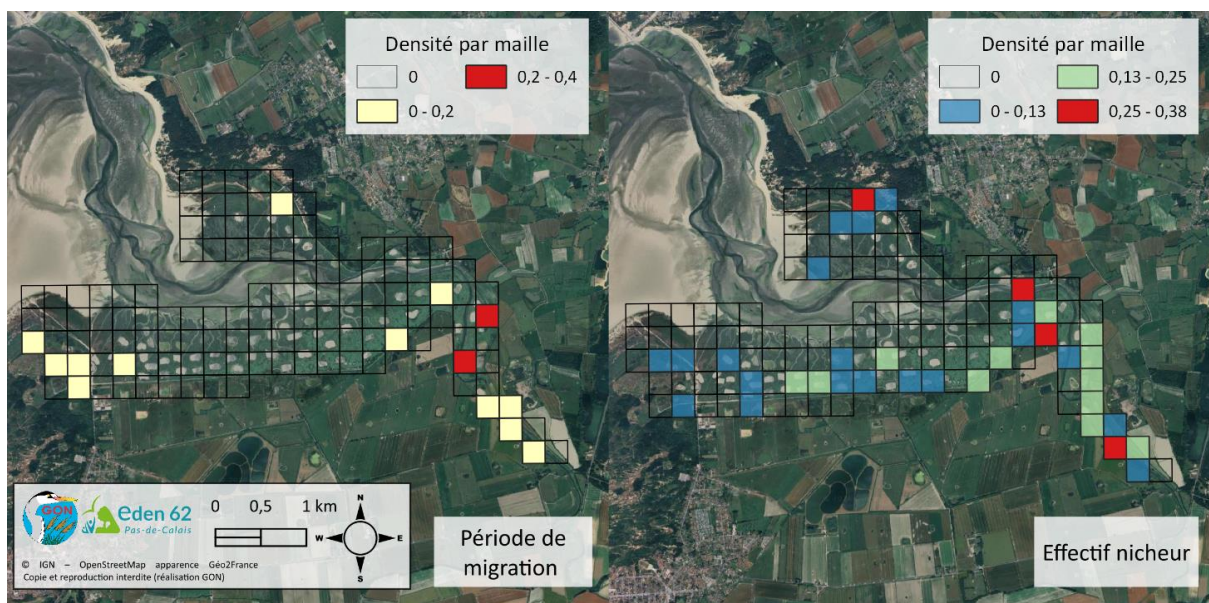


Figure 93 : Répartition de la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) dans la zone d'étude, en période de migration et avec un code reproducteur (baie d'Authie, février 2023 à février 2024)

Peu d'observations ont été réalisées en période migratoire (Figure 93). Elles ont été recensées principalement dans la zone du Pont à Cailloux et dans les prés salés Ouest.

Pour l'effectif nicheur, il semble également concentré au niveau du Pont à Cailloux, avec des observations récurrentes rapportées dans l'ensemble des prés salés. À noter qu'une maille des prés salés Nord présente une densité particulièrement importante.

Répartition temporelle (phénologie) :

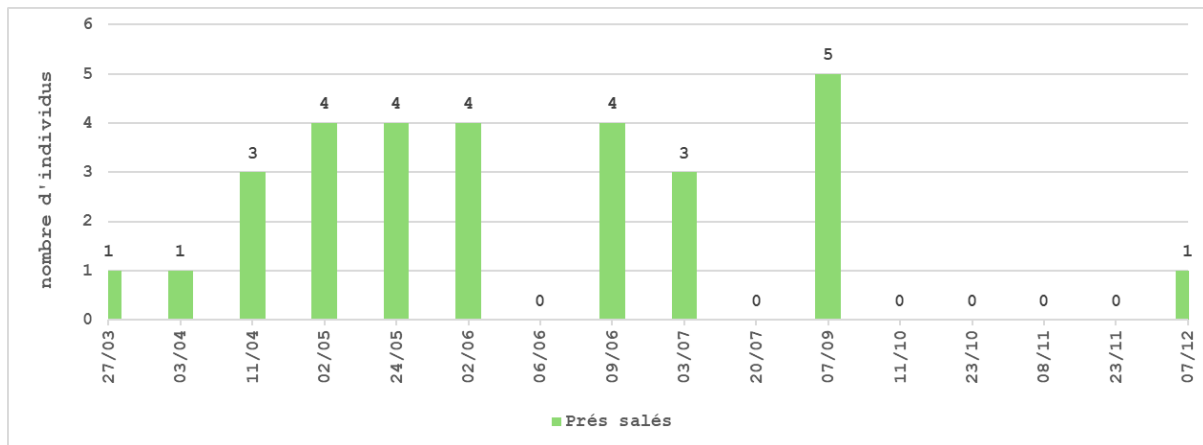


Figure 94 : Phénologie de la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

La cisticole est sédentaire et gagne notre territoire lorsque les populations remontent vers le nord grâce à une succession d'hivers favorables. Pour cette espèce discrète, la présence de mâle chanteur facilite sa détection, ce qui peut traduire l'augmentation des effectifs en baie d'Authie passant d'un seul individu en décembre et fin mars/début avril à 3 à 4 individus en mai et juin.

A l'échelle de la région Hauts-de-France, la nidification est essentiellement localisée sur le littoral. La baie d'Authie fait donc partie des rares sites à accueillir l'espèce.

Le pic d'effectifs est noté le 7 septembre avec 5 individus.

## D) Diversité spécifique

La prise en compte de la diversité spécifique est un bon indicateur du bon état de santé d'un milieu et peut aider à orienter les décisions de gestion. Plusieurs tests permettent d'évaluer cette diversité spécifique en prenant en compte le nombre d'espèces dans le milieu, mais aussi l'abondance relative de chacune de ces espèces.

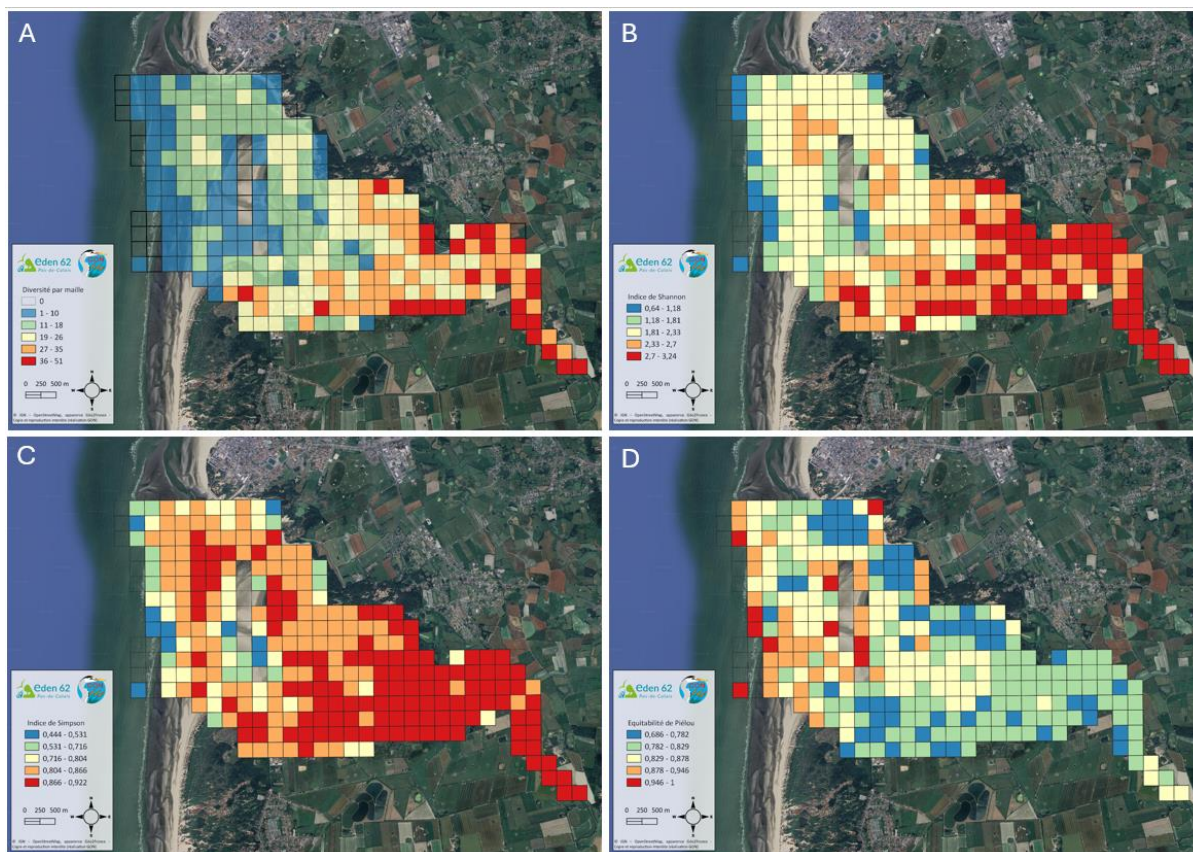


Figure 95 : Diversité spécifique en baie d'Authie : nombre d'espèces observées par maille (A), indices de diversité de Shannon (B) et Simpson (C) et indice d'équitabilité de Pielou (D).

Le nombre d'espèces observées par maille (Figure 95 A) semble graduel du bord de mer au fond de baie. Les prés salés regroupent une diversité nettement supérieure aux vasières et bancs de sable.

Cette variable s'explique par la présence des passereaux qui affectionnent les prés salés pour se nourrir, se reproduire et se reposer. En effet, le groupe totalise 74 espèces sur les 170 observées en baie.

La Pointe de Routhiauville et le front de mer apparaissent comme les lieux où la diversité spécifique est la plus faible, suivies de l'embouchure de l'Authie, de l'Anse des Sternes, du Bois des Sapins, le Cœur de baie et du Bec de Perroquet. Les prés salés Nord et les prés salés Ouest présentent une diversité spécifique significativement plus élevée. Les prés salés

Sud, le fond de baie et la zone du Pont à Cailloux rassemblent la plus grande part de la diversité aviaire en baie d'Authie.

Tout comme le nombre d'espèces observées par maille, les indices de diversité de Shannon et Simpson montrent un gradient de diversité allant du bord de mer vers le fond de la baie. Les prés salés présentent une plus grande diversité d'espèces comparés aux vasières et bancs de sable. Les zones où l'indice de Pielou est le plus élevé se trouvent vers le front de mer, ce qui ne dénote pas de dominance du cortège d'espèces par une espèce. Les zones telles que les prés salés Ouest, les prés salés Nord, le Bois des Sapins et l'Anse des Sternes montrent des indices de Pielou particulièrement bas, indiquant une répartition inégale des individus par espèce. À l'inverse, les prés salés Sud, le fond de baie et la zone du Pont à Cailloux présentent des indices moyens plus élevés, signifiant une meilleure répartition des individus entre les espèces.

La richesse spécifique la plus élevée, indiquée par un indice de Shannon fort, est retrouvée dans les prés salés Sud et le fond de baie (schorre supérieur), dans les prés-salés Nord (schorre moyen) et au niveau du pont à Cailloux (fond d'estuaire de niveau moyen). C'est sur cette dernière zone que le cortège d'espèces est le plus équilibré, avec un indice de Pielou plus élevé que sur le reste des prés salés. Cette zone est caractérisée par la présence d'une roselière, ce qui pourrait expliquer sa bonne richesse spécifique. Une richesse spécifique élevée pourrait aussi être expliquée par un effet bordure, car les milieux sont plus diversifiés à cet endroit (CRAIG R., BEAL K., 1992).

### 3) Diversité par groupes d'espèces

#### a) Anatidés

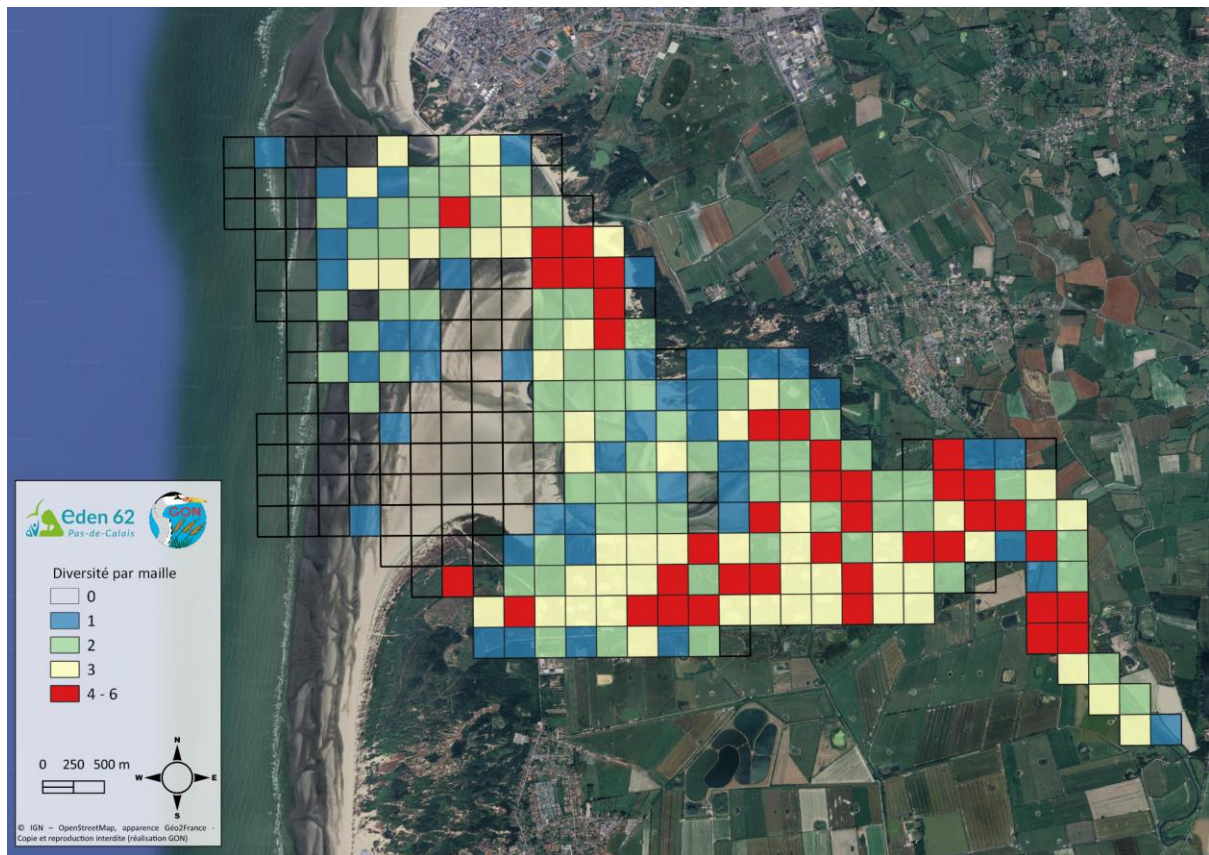


Figure 96 : Nombre d'espèces d'anatidés observées par maille en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le nombre d'espèces d'anatidés observées par maille (Figure 96) démontre que prés salés présentent une plus grande diversité que les vasières et les bancs de sable pour ce groupe taxonomique, à l'exception du Bois des Sapins et du cœur de baie, ainsi qu'une maille au niveau de l'Anse des Sternes. Sur le front de mer, à la pointe de Routhiauville et au Bec de Perroquet, entre 0 et 3 espèces d'anatidés ont été observées. Dans les secteurs du Bois des Sapins, du Cœur de baie et de l'Anse des Sternes, jusqu'à 6 espèces ont été recensées, représentant plus d'un quart des espèces observées lors des suivis.

L'ensemble des prés salés (fond de baie, prés salés Sud, Nord, Ouest, et la zone de Pont à Cailloux) semble être nettement plus diversifié que le reste de la baie. Les secteurs avec le plus grand nombre d'espèces sont souvent associés à la présence de mares de huttes ou de végétation du schorre supérieur et des habitats de fonds d'estuaire de niveau moyen qui comptabilisent aussi plus d'un tiers de l'ensemble des espèces observées.

## b) Ardéidés

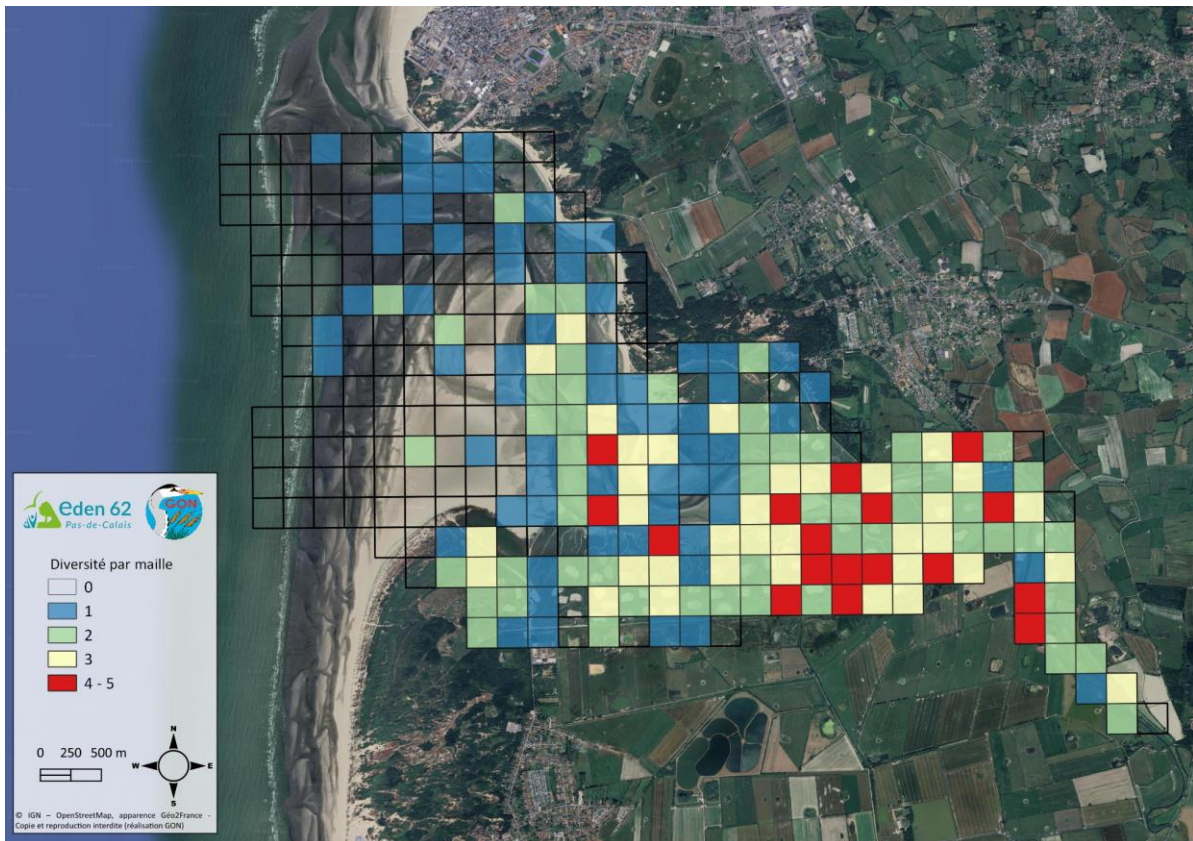


Figure 97 : Nombre d'espèces d'Ardéidés observées par maille en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le nombre d'espèces d'ardéidés observées par maille (Figure 97) montre une répartition graduelle, allant du bord de mer vers le fond de la baie comme pour les ardéidés. Les prés salés abritent une diversité nettement supérieure à celle des vasières et des bancs de sable pour ce groupe taxonomique. En effet, on peut voir que sur la zone du Front de mer, de la Anse des Sternes et de la Pointe de Routhiauville quasiment aucune espèce d'ardéidés a été observée lors des suivis. Toutefois, certaines zones de vasières et bancs de sable, comme le Bec de Perroquet et le cœur de baie, sont favorables aux ardéidés, avec certaines mailles regroupant plus de 80 % des espèces observées lors des suivis.

Dans les prés salés, les zones particulièrement appréciées par les ardéidés, regroupant aussi plus de 80 % des espèces recensées, se trouvent dans les secteurs où l'on observe la présence de mares de huttes ou de végétation du schorre supérieur.

### c) Limicoles

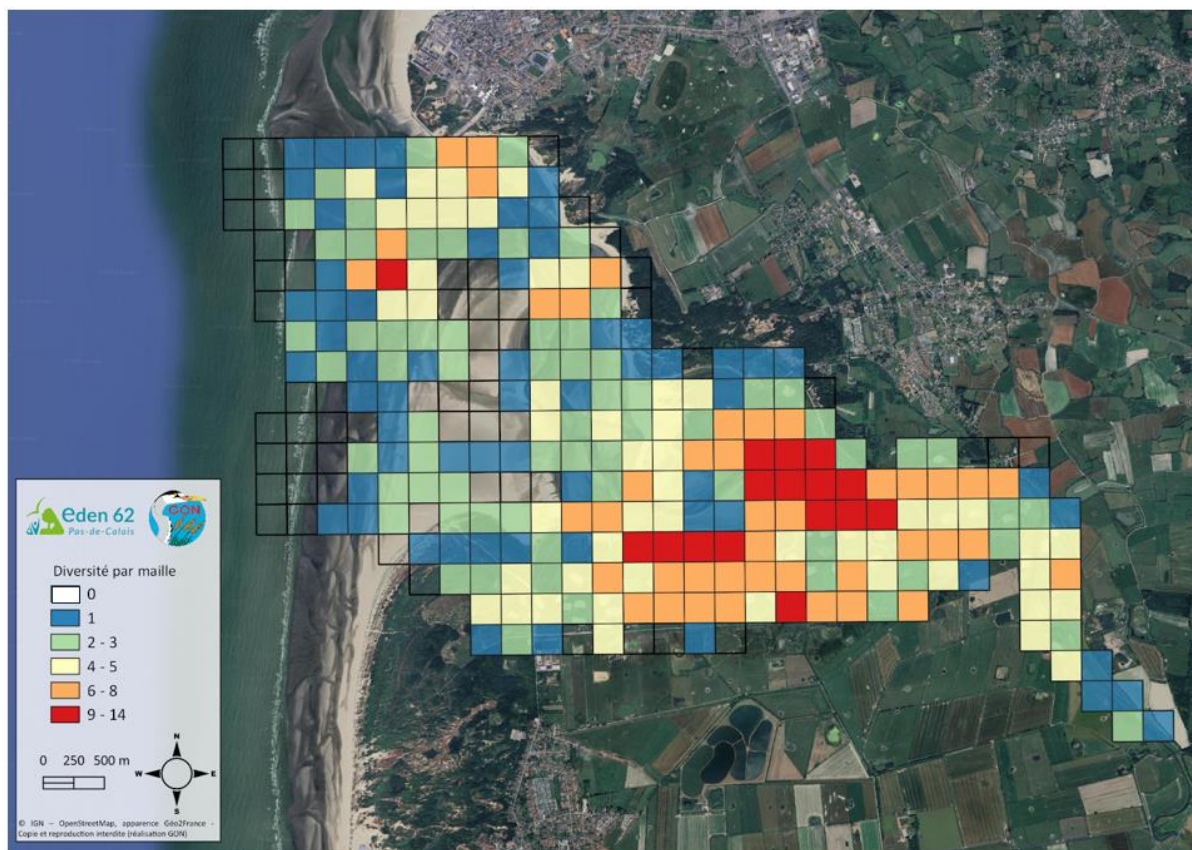


Figure 98 : Nombre d'espèces de limicoles observées par maille en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le nombre d'espèces de limicoles observées par maille (Figure 98) est principalement concentré dans le cœur de baie. Bien que cette zone ne soit pas particulièrement importante en termes d'effectifs pour les limicoles (Figure 47), elle se distingue par une grande diversité d'espèces. En effet, les vasières du cœur de baie abritent plus de 50 % des espèces observées lors des suivis. D'autres zones de vasières, comme l'Embouchure de la baie, l'Anse des Sternes et le Bois des Sapins, sont également importantes pour l'accueil des limicoles, regroupant entre 6 et 14 espèces différentes. À l'inverse, des secteurs tels que la Pointe de Routhiauville, le Front de mer et le Bec de Perroquet montrent une faible diversité.

En périphérie du cœur de baie, les prés salés Nord et Sud hébergent aussi une grande diversité d'espèces de limicoles, principalement localisées près des mares de chasse et des chenaux. À l'inverse, le secteur de Pont à Cailloux et l'Ouest des prés salés sont peu riches en diversité de limicoles.

#### d) Oiseaux marins

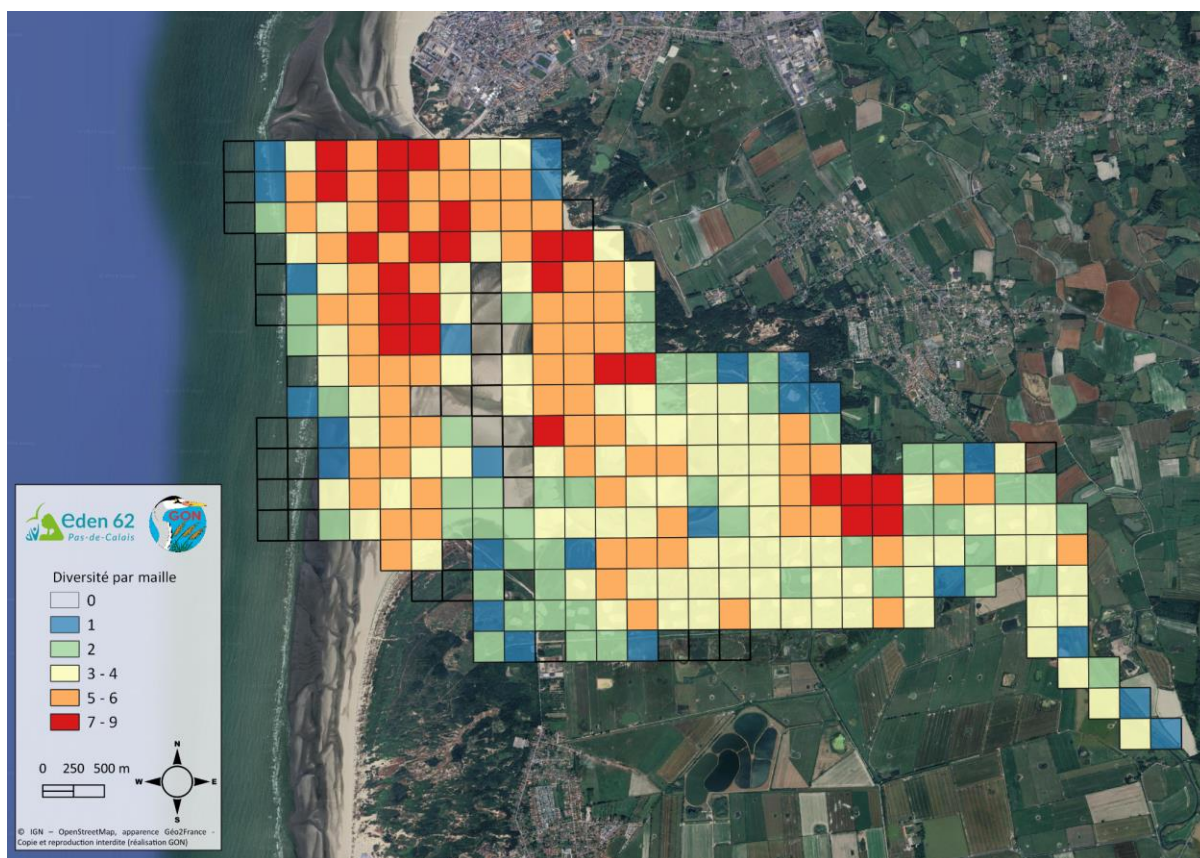


Figure 99 : Nombre d'espèces d'oiseaux marins observées par maille en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le nombre d'espèces d'oiseaux marins observées par maille (Figure 99) est particulièrement important dans les zones de vasières et bancs de sable, en comparaison avec les prés salés. Plusieurs zones se démarquent nettement, notamment l'embouchure de l'Authie, le front de mer, ainsi que les secteurs longeant l'Authie (Anse des Sternes, Bois des Sapins et Bec de Perroquet) jusqu'au cœur de baie, qui présente plusieurs mailles avec une forte diversité. Certaines de ces mailles regroupent jusqu'à 9 espèces d'oiseaux marins, sur les 14 recensées lors des suivis, soit environ 65 % de l'ensemble des espèces observées dans ces zones.

À l'inverse, les prés salés abritent une faible diversité d'oiseaux marins, à l'exception de quelques mailles situées au sud de la baie, dans les prés salés nord à proximité du cœur de baie, et non loin du port de la Madelon. La présence d'oiseaux marins dans ces zones est principalement liée à l'implantation de mares de chasse et de grands chenaux.



## e) Passereaux

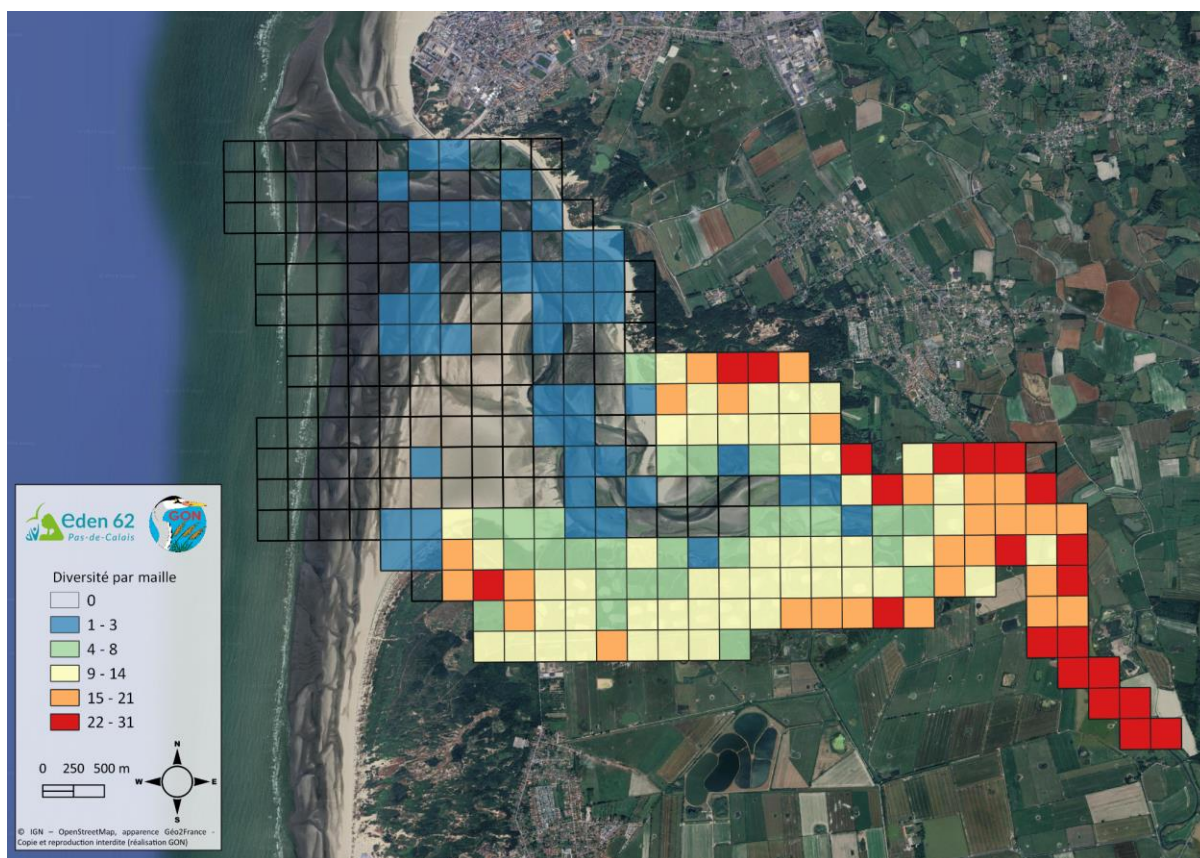


Figure 100 : Nombre d'espèces de passereaux observées par maille en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Le nombre d'espèces de passereaux observées par maille (Figure 100) révèle une répartition graduelle du front de mer jusqu'au fond de la baie. Les prés salés se démarquent par une diversité bien plus élevée que celle des vasières et des bancs de sable. Aucune espèce de passereaux n'a été observée sur le front de mer ou en cœur de baie. Cependant, quelques espèces, entre 1 et 3, ont été recensées à l'Anse des Sternes, au Bois des Sapins et au Bec de Perroquet, ce qui reste marginal en comparaison du nombre total d'espèces identifiées lors des suivis.

Les prés salés, en revanche, abritent une diversité notable de passereaux, particulièrement dans les zones du Pont à Cailloux, du fond de baie, ainsi que dans les prés salés Nord, Sud et Ouest, notamment en périphérie. Ces zones périphériques des prés salés, hébergent jusqu'à 31 espèces, représentant environ 40 % du total des passereaux observés.

À l'inverse, les zones centrales des prés salés Nord et Sud, où la végétation est dominée par des communautés de schorre moyen, ainsi que de schorre inférieur, présentent une diversité plus faible, avec entre 4 et 14 espèces de passereaux recensées.

## VI) Facteurs influençant la répartition

La capacité d'un milieu à accueillir les oiseaux dépend de sa capacité à satisfaire leurs besoins essentiels : zones de repos, d'alimentation et de reproduction, tout au long des différentes phases de leur cycle de vie, que ce soit pendant la migration, la nidification ou l'hivernage.

Bien que des facteurs naturels tels que la disponibilité en nourriture, la tranquillité pour le repos et des sites favorables à la nidification déterminent en grande partie la répartition des oiseaux, l'influence humaine joue également un rôle important. En effet, le dérangement provoqué par l'Homme peut altérer cette répartition en perturbant les comportements naturels des oiseaux.

### A) Habitats et ressources alimentaires

#### 1) Végétation

Afin de connaître l'impact de la végétation sur la répartition de l'avifaune, les données issues du projet VEGELITES (Etude des végétations littorales des estuaires picards du PNM EPMO) , mené conjointement par l'OFB / PNM EPMO, le Conservatoire botanique national de Bailleul et i-Sea, ont été analysées (I-SEA, CBN DE BAILLEUL, 2020).

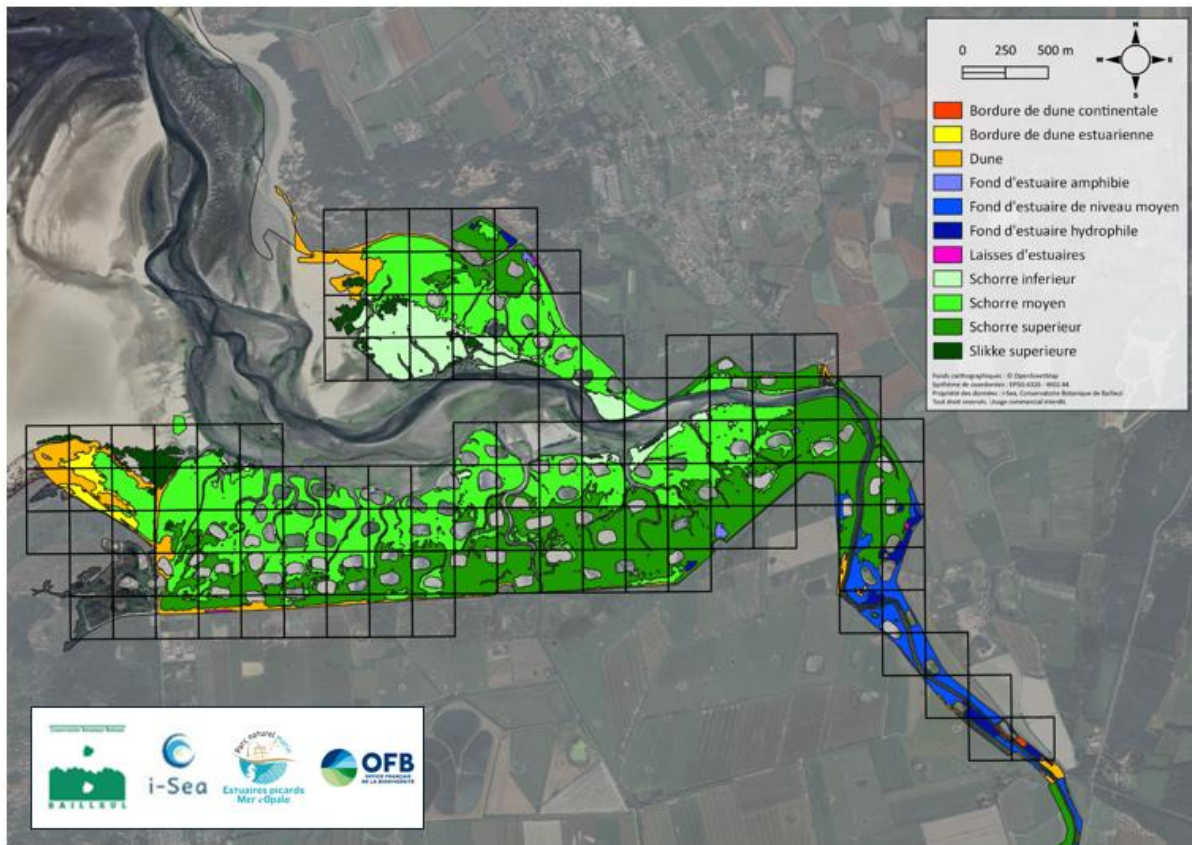


Figure 101 : Projet VEGELITES, milieux composants les prés salés de la baie d'Authie (i-Sea et CBN de Bailleul, 2020).

Onze milieux distincts de végétation simplifiée (Figure 101) sont identifiés dans les prés salés de la baie d'Authie. Une part importante de la baie est constituée de "Schorre moyen" et de "Schorre supérieur" notamment dans les prés salés Sud, les prés-salés nord, les prés-salés Ouest et le fond de baie. La zone du Pont à Cailloux est constituée essentiellement de "Fond d'estuaire de niveau moyen" et de "Fond d'estuaire hydrophile". Le "Schorre inférieur" est exclusivement présent dans les prés salés Nord. La "Slikke supérieure", la "Dune" et la "Bordure de dune estuarienne" ne sont que peu représentées dans la baie et sont concentrées aux abords du Bec de Perroquet et dans les prés salés Ouest. Enfin la "Bordure de dune continentale", le "Fond d'estuaire amphibie" et la "Laisse d'estuaires" ne sont que peu représentés.

Afin d'évaluer l'effet de la végétation des prés salés sur la distribution des oiseaux, un test de Kruskal-Wallis a été réalisé (voir annexe pour plus de détails). Compte tenu de la répartition des groupes fonctionnels (Figure 27, Figure 37, Figure 47, Figure 68, Figure 81), seuls les passereaux ont été pris en compte.

Des différences significatives du nombre d'individus ont été observées en fonction de la végétation et de la surface des milieux, suggérant que la végétation et la taille des milieux

influencent la distribution des oiseaux. Un modèle statistique plus poussé pourrait permettre de discriminer l'effet de la végétation et de la surface.

En baie d'Authie, les schorres moyen et supérieur concentrent les plus grands effectifs de passereaux (Figure 81). Cette concentration est probablement liée à la forte présence du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) (Figure 83) et de l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) dans cette végétation. Ces deux espèces représentent à elles deux environ deux dixièmes des effectifs estimés de l'ensemble des passereaux.

Concernant les anatidés et les limicoles, ces espèces se concentrent principalement autour du chenal, dans les schorres inférieur et moyen, ponctués de mares de chasse (Figure 27, Figure 47).

Pour l'ensemble des espèces, la diversité spécifique est particulièrement élevée dans les prés salés sud et au fond de la baie (schorre supérieur), ainsi que dans les prés salés nord (schorre moyen) et au Pont à Cailloux (fond d'estuaire de niveau moyen), comme l'indique un indice de Shannon élevé. Cette dernière zone se distingue par une composition d'espèces plus équilibrée, avec un indice de Piélou supérieur à celui des autres prés salés (Figure 95).

Concernant les passereaux, le fond de baie, le Pont à Cailloux ainsi que les bordures de prés salés semblent accueillir la plus grande diversité (Figure 100). La présence de roselières à Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) ou à Roseau commun (*Phragmites australis*) pourrait expliquer cette richesse spécifique. De plus, un effet de bordure, lié à la diversité des milieux dans ces zones, pourrait également contribuer à cette richesse (CRAIG R., BEAL K., 1992).

À l'inverse, la végétation de schorre inférieur, dominée par la Spartine anglaise (*Spartina anglica*), ainsi que celle des schorres moyens, présente une faible diversité.

Pour les passereaux à enjeux, la végétation a aussi une influence sur leur répartition dans la baie. Dans la partie (V.C.2.e), quatre espèces de passereaux ont été identifiées comme espèces à enjeux ou d'importances : le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*), le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*), et la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*).

Parmi ces quatre espèces, la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) et la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) semblent particulièrement dépendantes des végétations de fond d'estuaires de niveau moyen et hygrophiles. Ces deux espèces sont principalement observées dans ces habitats, surtout pendant la période de reproduction (Figure 89, Figure

92). Le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), quant à lui, est présent dans une plus grande variété de végétations, allant des schorres supérieurs aux fonds d'estuaires de niveau moyen et hygrophiles. Il est à noter que pendant la période de reproduction, un grand nombre d'individus se trouvent dans les végétations de fond d'estuaire de niveau moyen et hygrophiles (Figure 86).

En conclusion, pour les espèces à enjeux, les végétations de fond d'estuaire représentent un habitat essentiel, en particulier pendant la période de reproduction. Ces espèces jouent également un rôle d'espèces parapluies, leur présence indiquant que ces habitats sont favorables à l'accueil d'autres passereaux tel que le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*), le passereau le plus menacé d'Europe (GODDERIS, 2023).

Ainsi, la végétation des prés salés de la baie d'Authie semble montrer une influence déterminante sur la répartition de l'avifaune et notamment des passereaux. Les habitats tels que les fonds d'estuaires se révèlent particulièrement favorables à ces espèces, tant par leur diversité que par leur capacité d'accueil durant les périodes clés comme la reproduction.

## 2) Présence de proies

Afin de croiser la répartition de l'avifaune avec la présence de proies, un test a été fait avec les données du projet HABISSE (mené conjointement par CREOCEAN, le GEMEL, le LOG et l'OFB / PNM EPMO). Ce projet vise à approfondir les connaissances sur les habitats meubles intertidaux au sein du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO), et à évaluer leur contamination chimique (LANSHERE J., et *al.*, 2023). Seule une partie des résultats, sur les 41 stations échantillonnées dans la baie d'Authie, est exposée ici.

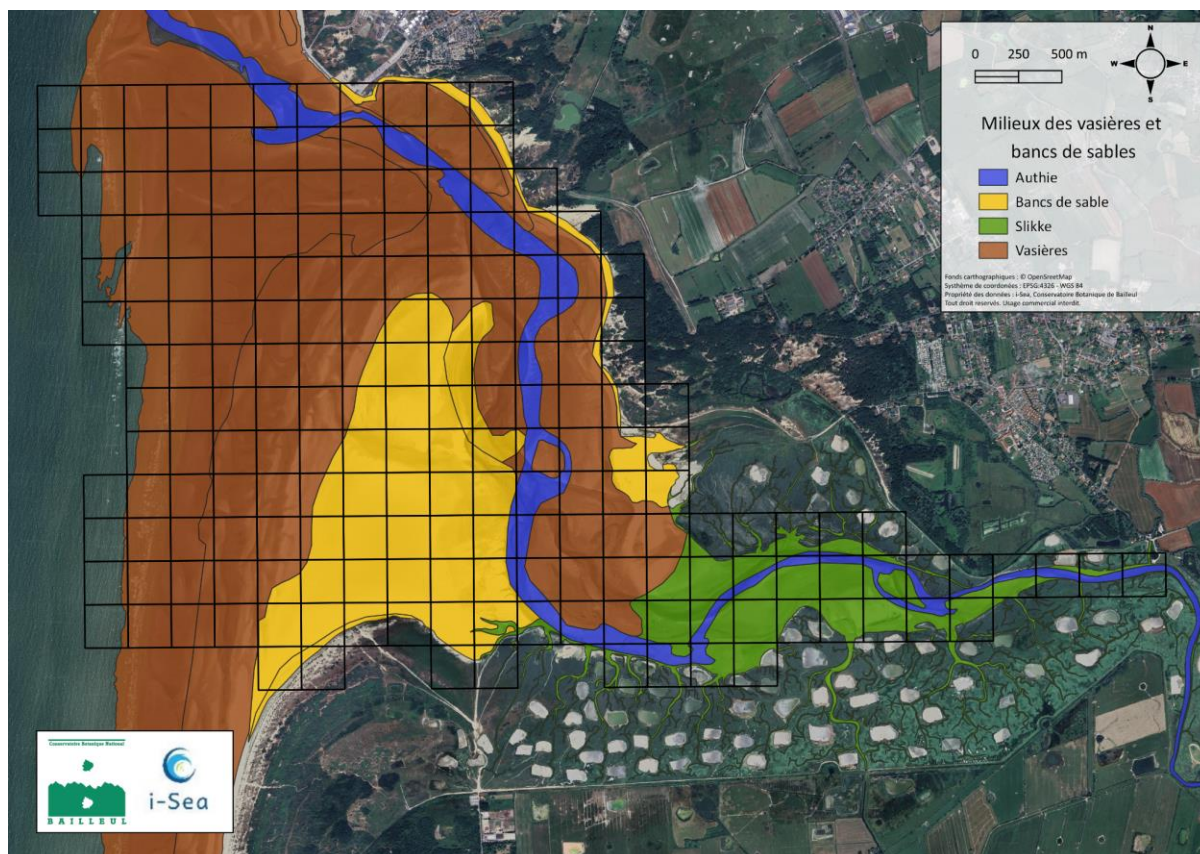


Figure 102 : Projet HABISSE, habitats benthiques de la baie d'Authie.

Les milieux composant les vasières et bancs de sable (Figure 102) sont au nombre de quatre : l'Authie, le fleuve traversant la baie ; les bancs de sable ; la slikke et les vasières. Ces milieux ont été identifiés par photo-interprétation lors du projet Habisse. A été ajouté manuellement la bande de sable allant du Bec de Perroquet jusqu'à l'Anse des Sternes. Il est important de noter que les photos utilisées pour cette identification datent de 2020. Les milieux sablo-vaseux sont sujets à des changements rapides. Il est donc possible que les milieux à l'heure actuelle aient évolué et ce d'autant plus que la progression d'une espèce végétale invasive, la Spartine anglaise (*Spartina anglica*), qui est en progression sur certaines zones de la baie d'Authie notamment autour du chenal (BECUWE E., et *al.*, 2022), impacte des espèces d'oiseaux dans la recherche de nourriture et les amène à dédaigner des sites d'alimentation

(GOSS CUSTARD J., MOSER M., 1988). Par ailleurs, les travaux d'urgence effectués en baie entre 2019 et 2021 (cf. partie III.B.2) ont probablement contribué à l'évolution du milieu physique.

Néanmoins, afin d'estimer la relation entre les milieux du protocole "Vasières et bancs de sable" et la répartition des effectifs en fonction du groupe fonctionnel, une corrélation de Spearman a été réalisée entre différentes variables :

- la proportion de chaque milieu pour chaque maille (slikke, Authie, bancs de sable, vasières)
- le nombre d'individus comptabilisés par groupe taxonomique

Les résultats complets des tests figurent en annexe. L'interprétation en est donnée ici.

La répartition des anatidés est principalement liée aux bancs de sable et aux vasières, notamment en raison de la présence en nombre du Tadorne de Belon. Ils sont également associés au chenal de l'Authie, mais la corrélation, bien que proche, n'est pas significative (0.0767). Les ardéidés sont significativement présents sur l'Authie et dans les vasières. Les limicoles et les oiseaux marins sont fortement associés aux vasières, avec une moindre présence non significative sur l'Authie (0.056 pour les limicoles). Enfin, les passereaux apparaissent sur les bancs de sable, mais les données sont insuffisantes pour conclure.

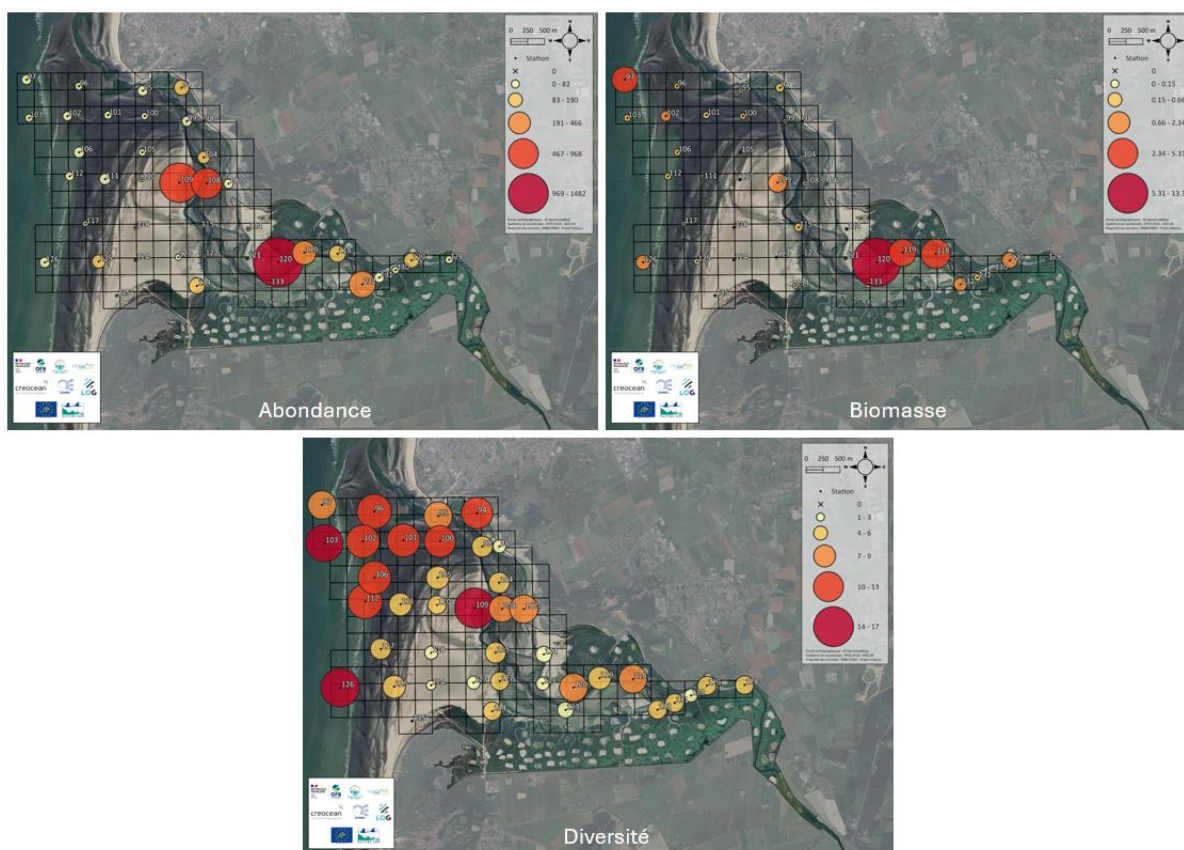


Figure 103 : Projet HABISSE - baie d'Authie : abondance (nombre d'individus), biomasse (grammes) et diversité (nombre d'espèces) de la macrofaune benthique représentés par station d'échantillonnage (Lanshere et al., 2023).

Au moment de la campagne d'échantillonnage du projet HABISSE, l'abondance et la biomasse de la macrofaune en baie d'Authie (Figure 103) paraissent très hétérogènes. L'est du Bec de Perroquet (station 120) semble une zone particulièrement riche, ainsi que la pointe de Routhiauville pour l'abondance.

La biomasse est un critère important pour l'accueil des oiseaux, car des concentrations élevées d'oiseaux peuvent se retrouver ponctuellement sur un site. Les capacités d'accueil optimales peuvent être limitées par la quantité de macrofaune, et il est nécessaire que le milieu abrite deux à cinq fois la quantité réellement consommée par les oiseaux pour limiter les effets de compétition (WEST A.D., et al., 2005).

La quantité de macrofaune benthique consommée dépend de la densité d'oiseaux, et des espèces présentes. Par exemple, dans l'estuaire du Tage au Portugal (MOREIRA F., 1997), les laridés sont responsables de plus de 50% de la biomasse consommée, les limicoles de 15 à 20%, et les anatidés de 15 à 20%. Le type de macrofaune (bivalves, petits ou grands polychètes, amphipodes) est également un critère de répartition, les espèces d'oiseaux ne consommant pas les mêmes types de proies (PRATER A.J., 1981). Il faut pour cela regarder la diversité de la macrofaune.



La diversité de la macrofaune en baie d'Authie est relativement homogène. L'embouchure de la baie et l'Anse des Sternes sont les zones les plus diversifiées avec le front de mer (station 126) et le nord de la Pointe de Routhiauville (station 109).

L'embouchure de la baie, l'Anse des Sternes, le front de mer (station 126) et le nord de la Pointe de Routhiauville (station 109) sont les zones les plus diversifiées.

Il serait tentant d'effectuer des corrélations entre les données issues du projet HABISSE sur la répartition de la macrofaune et la présence des oiseaux. Cependant, une telle comparaison est vouée à des conclusions erronées ; la différence de quatre ans entre la récolte de données de macrofaune et celle des données sur l'avifaune est trop grande, dans un milieu aussi changeant qu'un estuaire sableux (THRUSH S.F., et *al.*, 2003). Pour pouvoir effectuer une corrélation entre macrofaune et avifaune, un suivi simultané est nécessaire (JOURDAN C., et *al.*, 2021).

## B) Fréquentation et interaction avec l'avifaune

La fréquentation des sites naturels par le public a une influence incontestable sur la répartition des oiseaux. En effet, ceux-ci sont particulièrement sensibles à toute forme de perturbation, et la présence humaine peut générer du dérangement (*cf. partie III.B.b : Impact des activités de loisirs sur les habitats et les espèces*).

Afin de mesurer l'impact des dérangements liés aux activités de loisirs, une partie du protocole "Vasières et bancs de sable" se concentre sur la mesure de ceux-ci (*cf. partie IV.A.2 : Suivi de l'avifaune fréquentant les vasières et les bancs de sable*). Ce protocole permet de qualifier et de quantifier les activités humaines en interaction avec les espèces aviaires peuplant la baie d'Authie.

Les résultats sont présentés ci-dessous :

Tableau 16 : Synthèse des dérangements observés en baie d'Authie.

Type d'activité	Nombre de dérangements	Nombre d'usagers concernés	Effectif d'oiseaux dérangés
Avion	1	1	6
Bateau motorisé	1	1	5
Char à voile	10	135	92
Chien sans laisse	9	11	145
Course à pied	2	3	40
Drone	1	1	2
Helicoptère	1	1	100
Moto/Quad	1	1	4
Paddle	4	4	7
Pêche à pied	24	28	789
Promenade à cheval	7	45	107
Promenade à pied	61	115	342
Promenade avec chien	6	7	48
Velo	6	13	189
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>366</b>	<b>1876</b>

Au total, 14 activités de loisirs (Tableau 16) ont provoqué 134 dérangements. Le nombre d'oiseaux dérangés (envol/fuite) est de 1 876 individus.

La promenade à pied regroupe 61 observations de dérangement soit 45% du nombre total d'interactions lié à cette activité. L'activité de pêche à pied comptabilise 24 dérangements soit 42% du nombre total d'oiseaux. Ces deux activités représentent donc à elles seules la quasi-totalité des dérangements observés. Pour les autres activités, un maximum de 10 observations de dérangements a été recensé. Ces résultats sont à moduler en fonction du nombre d'individus dérangés et de la proportion que représente cette pratique sur l'ensemble des activités (Figure 104).

L'activité ayant impacté le plus d'individus (Tableau 16) est la pêche à pied avec 789 individus dérangés. La promenade à pied a engendré quant à elle 342 dérangements. Les chars à voile, les chiens sans laisse, la course à pied, les hélicoptères, les promenades à cheval, les promenades avec chiens et les vélos ont également engendré le dérangement de 721 individus au total.

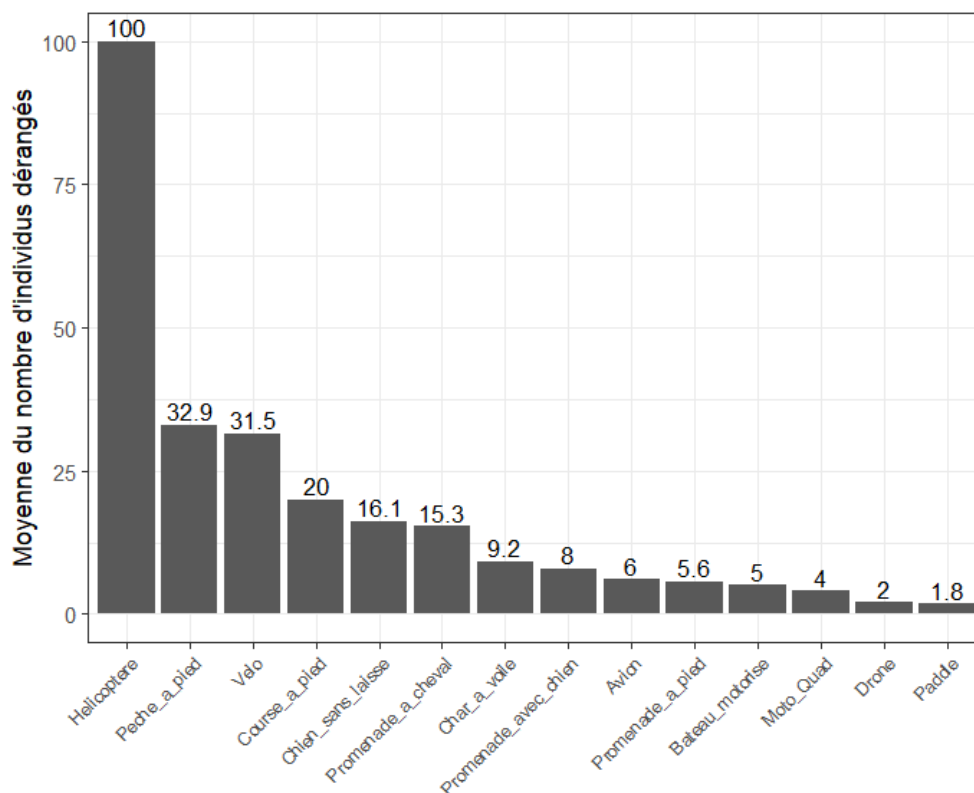


Figure 104 : Moyenne du nombre d'individus dérangés par activité en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Il semble que certaines activités engendrent, en moyenne, un plus grand nombre de dérangements d'oiseaux que d'autres lors d'une interaction (Figure 104). Les hélicoptères, la pêche à pied et le vélo semblent déranger en moyenne davantage d'oiseaux. Dans une moindre mesure, la course à pied, les chiens sans laisse et la promenade à cheval semblent également engendrer un dérangement moyen à élevé.

Les impacts du dérangement sur les oiseaux en estuaire peuvent être élevés (*cf. partie III.B.b : Impact des activités de loisirs sur les habitats et les espèces*). Dans cette étude, seule la distance de réaction des oiseaux a été prise en compte. Il est estimé que plus cette distance est grande, plus le dérangement causé et l'impact sur les oiseaux sont importants.

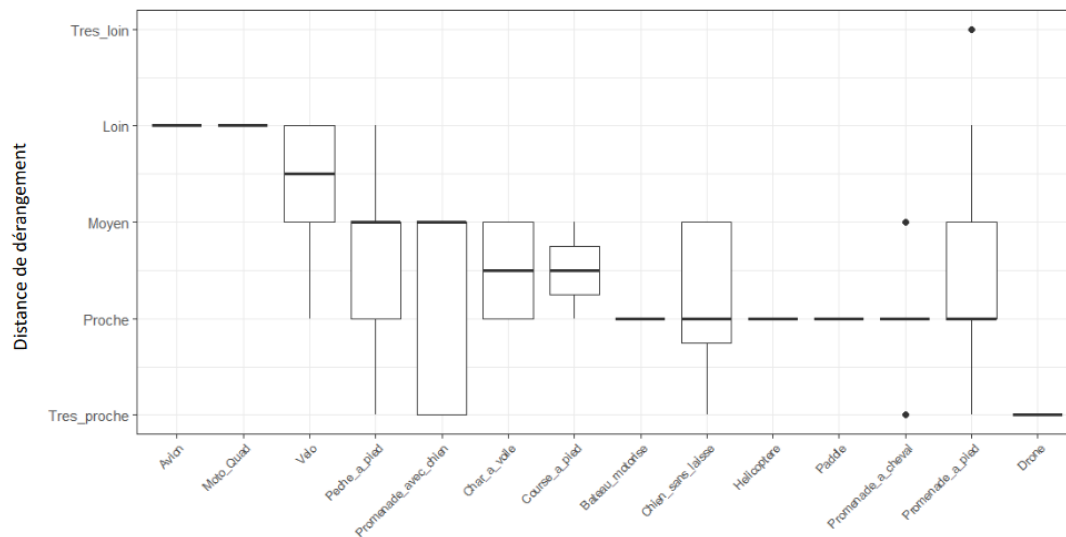


Figure 105 : Distance de dérangement en fonction des activités en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les classes de distances de dérangement apparaissent en IV-A-2-a. Il semble que la distance de réaction (Figure 105) des individus soit différente en fonction de l'activité. Les individus semblent avoir une distance de réaction plus importante pour l'avion, le moto-quad et le vélo. Lors de dérangements par la pêche à pied, la promenade avec chien, le char à voile et la course à pied, celle-ci est légèrement plus faible, mais reste supérieure aux autres activités.

Néanmoins, au vu du nombre de dérangements recensés par activité, ces résultats sont à prendre avec prudence. En effet, le nombre de données est relativement faible, notamment liés au nombre de passages, ce qui rend l'analyse difficile pour estimer de manière fiable l'impact des activités sur les espèces. Seules les activités de char à voile, de pêche à pied et les promeneurs à pied comportent une quantité suffisante de données pour être interprétées. De plus, une année de suivi est insuffisante pour estimer correctement la distance de réaction de chaque espèce.

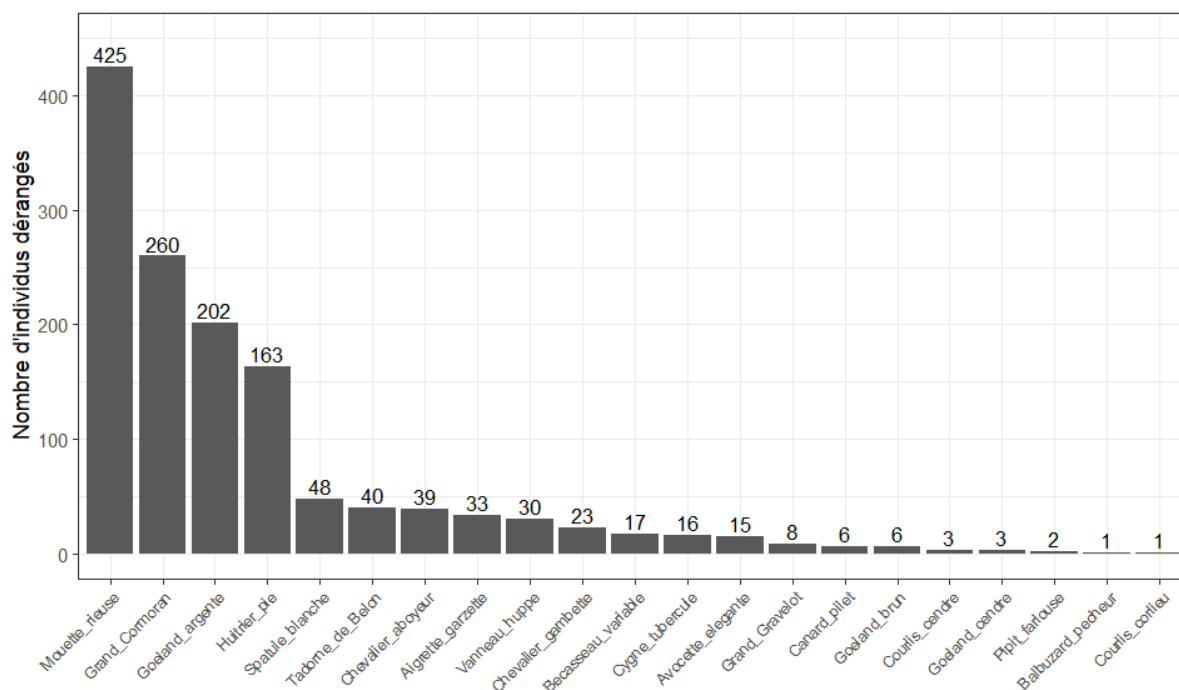


Figure 106 : Nombre d'individus dérangés par espèce en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Sur les 21 espèces dérangées, ce sont des oiseaux marins, en particulier la Mouette rieuse (425 oiseaux dérangés), le Grand Cormoran (260 oiseaux dérangés) et le Goéland argenté (202 oiseaux dérangés), qui arrivent en tête de classement. En plus des résultats affichés dans ce graphe des espèces, les oiseaux notés sous la dénomination "Mouette ou Goéland" représentent également une forte part des dérangements (586 oiseaux dérangés). Sur une étude effectuée en analysant 30 ans de données dans la littérature internationale consacrée au dérangement, le Goéland argenté (comme en Authie) et l'Huïtier pie font partie des huit espèces les plus fréquemment dérangées (LE CORRE N., et al., 2009). En Authie, les oiseaux marins sont les plus exposés au dérangement, leurs effectifs étant importants sur les zones où un dérangement est détecté.

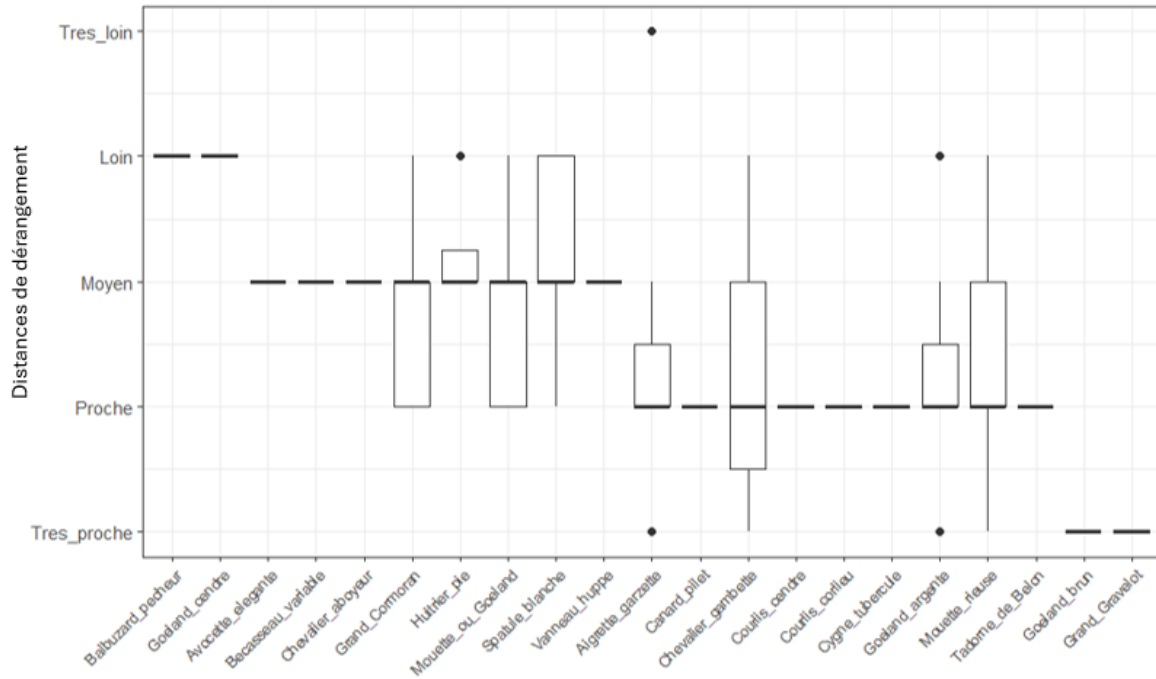


Figure 107 : Distance de réaction en fonction des espèces dérangées en baie d'Authie (données collectées entre février 2023 et février 2024).

Les réponses au dérangement sont variables et liées à plusieurs paramètres, incluant les conditions corporelles, environnementales, la qualité du site et le type de dérangement (COLLOP C., 2017), la taille des groupes d'oiseaux (LILLEYMAN A., et al., 2016), mais aussi l'espèce (RUDDOCK M., WHITFIELD D.P., 2007). En Authie, parmi les quatre espèces ayant subi suffisamment de dérangements pour être analysées, le Grand Cormoran semble être le plus sensible au dérangement. En revanche, pour les Mouettes rieuses, les Goélands argentés et les Aigrettes garzettes, la distance de réaction reste similaire.

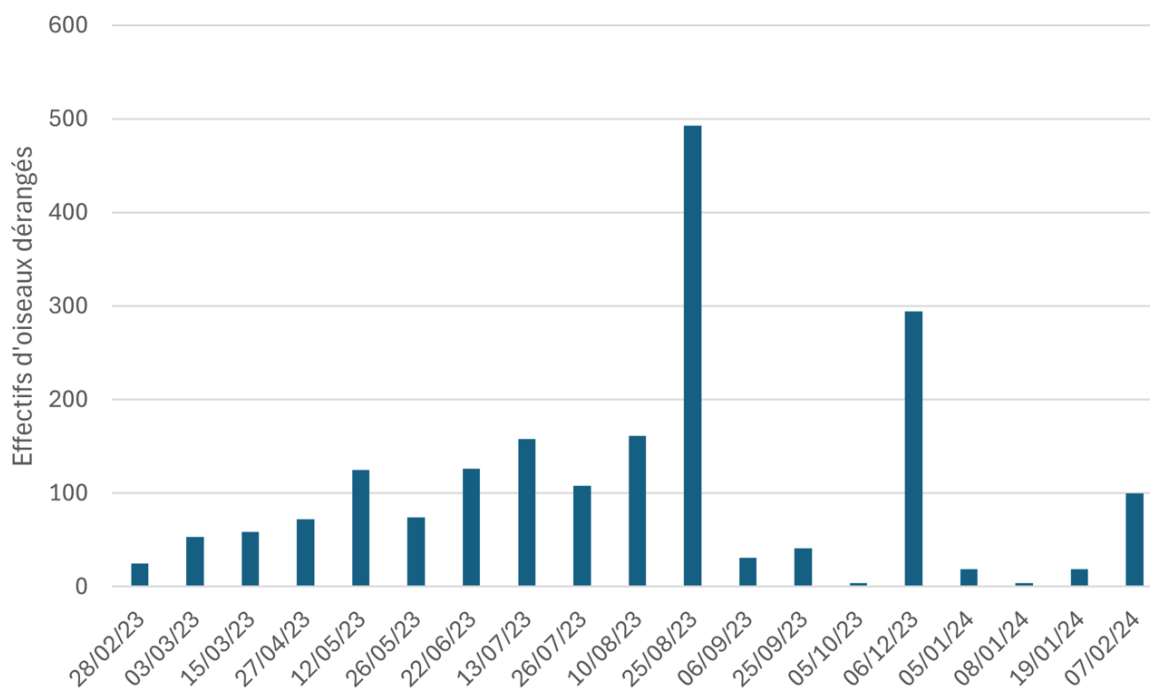


Figure 108 : Phénologie des dérangements en baie d'Authie (entre le 28/03/2023 et le 07/02/2024).

Les dérangements observés varient au cours de l'année. Un pic a été relevé durant la période estivale, le 25 août 2023, où environ 500 oiseaux ont eu une réaction de fuite liée à l'exercice d'une activité de loisir (Figure 108). Un second pic est survenu en décembre, avec près de 300 oiseaux dérangés en une heure de comptage. En dehors de ces pics, les perturbations semblent moins marquées vers la fin de l'été, en automne ainsi qu'en hiver.

Au printemps, on observe une augmentation progressive des dérangements. Pendant les vacances scolaires, les perturbations fluctuent entre 100 et 200 oiseaux dérangés par heure de comptage. Le 12 mai, probablement en raison des ponts liés aux jours fériés, une augmentation significative a aussi été observée. Il est également important de noter que des dérangements ont été constatés lors de l'ensemble des suivis réalisés.

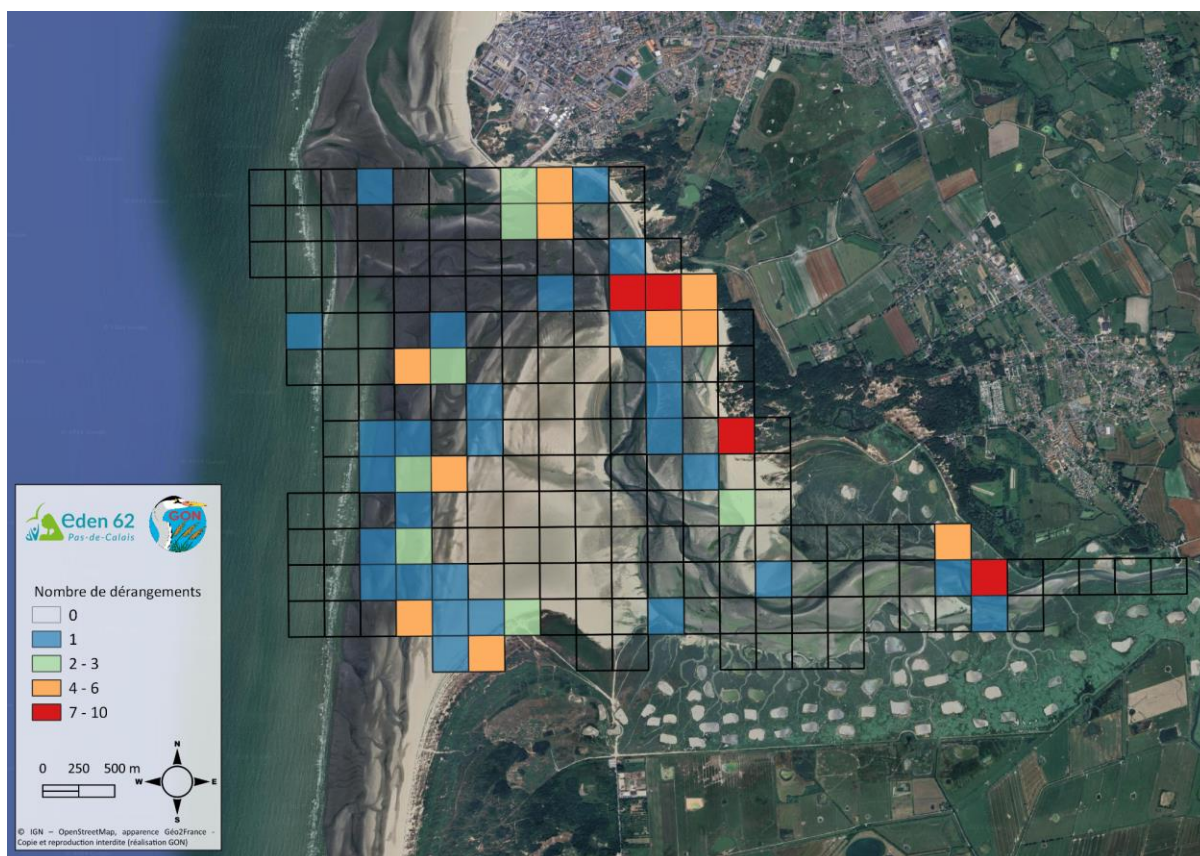


Figure 109 : Carte de répartition des dérangements en baie d'Authie (entre le 28/02/2023 et 07/02/2024).

Les dérangements observés (Figure 109) semblent se concentrer dans certaines zones spécifiques de la baie. Comme mentionné précédemment (*cf. Partie III.B.1.a : Description des activités de loisirs en baie d'Authie*), certaines zones sont très difficiles d'accès en raison des contraintes naturelles du milieu. À l'inverse, d'autres secteurs sont facilement accessibles grâce à la présence d'infrastructures dédiées à l'accueil du public (Figure 6).

Le front de mer, le sud de la Pointe de Routhiauville, l'Anse des Sternes, le Bois des Sapins, le Bec de Perroquet, ainsi que la zone située entre le fond de la baie et les prés salés nord concentrent la majorité des dérangements. À l'inverse, presque aucun dérangement n'a été observé sur la quasi-totalité de la Pointe de Routhiauville, au niveau de l'embouchure de la baie au sud du Bec de Perroquet et sur une grande partie du lit de l'Authie.

Afin de relier les dérangements observés sur l'avifaune et fréquentation humaine, la Figure 110 présente les résultats d'une étude effectuée par EDEN62 sur la fréquentation humaine de la baie d'Authie (TELLIER C., et *al*, 2024).



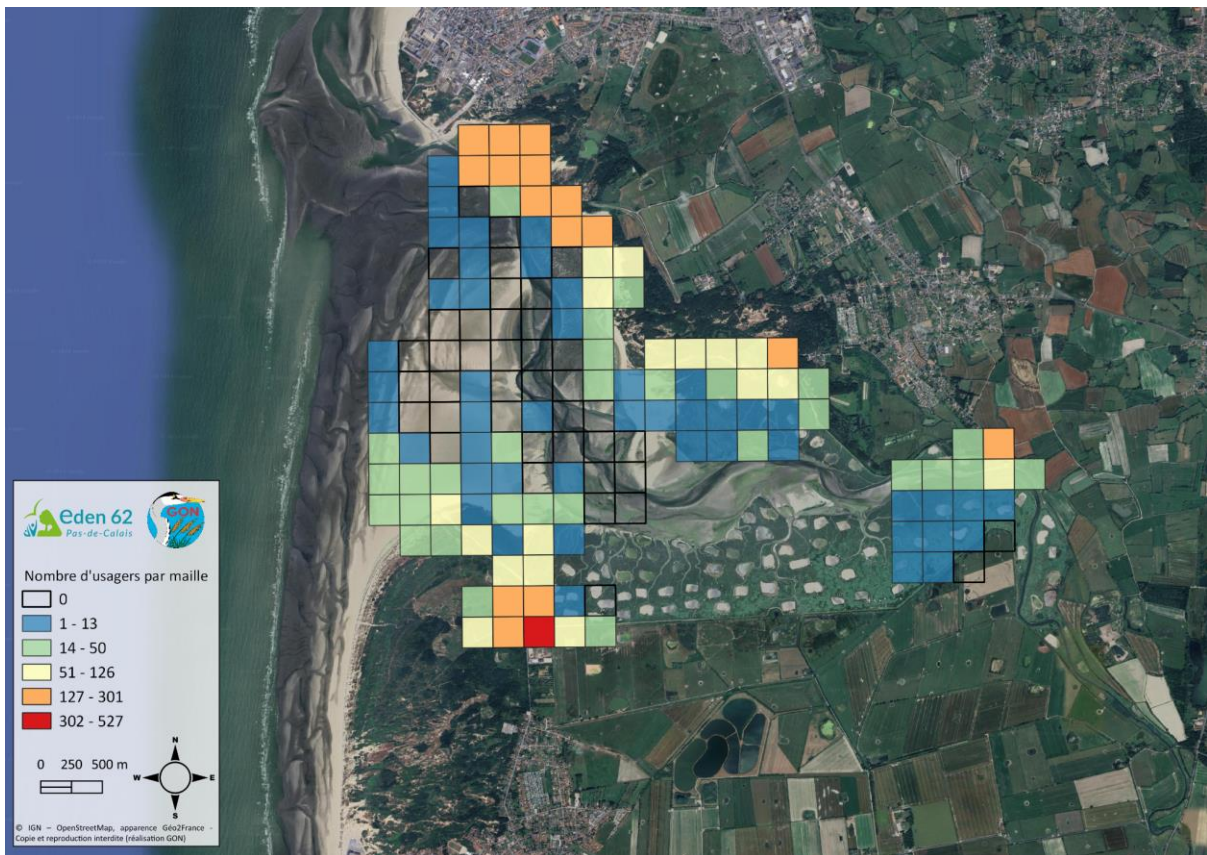


Figure 110 : Carte de la fréquentation humaine en baie d'Authie en 2023 (Tellier et al., 2024).

La fréquentation humaine (Figure 110) semble relativement similaire à celle des dérangements : les prés salés Ouest et l'Anse des Sternes semblent concentrer la plus grande partie des activités de loisirs. Le front de mer, le sud de la Pointe de Routhiauville, le Bois des Sapins, le nord du Bec de Perroquet, les prés salés Nord et le fond de baie semblent aussi accueillir de nombreuses activités. Quasiment aucun dérangement n'a été observé sur la partie nord de la Pointe de Routhiauville, au niveau de l'embouchure de la baie et au sud du Bec de Perroquet.

A noter qu'un certain nombre de zones n'ont pas été prospectées lors de l'étude sur la fréquentation humaine de la baie d'Authie, ce qui explique la différence de maillage entre les deux protocoles.

À l'aide des cartes de fréquentation et de dérangement (Figure 109, Figure 110), ainsi que de la carte de répartition des oiseaux (Figure 114), on constate que les plus fortes concentrations d'oiseaux se trouvent dans les zones où l'on observe moins d'activités de loisirs ou de perturbations. Il est possible que, au-delà de provoquer des réactions de fuite, les dérangements induisent une stratégie d'évitement chez les oiseaux (cf. *Partie III.B.b : Impact des activités de loisirs sur les habitats et les espèces*), les poussant à s'installer dans des zones moins propices au repos ou à l'alimentation.

La fréquentation peut aussi être préjudiciable pour de nombreuses espèces à enjeux sur le site, qui utilisent les mêmes zones que celles fortement fréquentées. C'est notamment le cas pour plusieurs espèces d'oiseaux marins et de limicoles. Par exemple, la fréquentation de l'Anse des Sternes peut être néfaste pour le Chevalier gambette (*Tringa totanus*), l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), la Barge à queue noire (*Limosa limosa*), le Goéland cendré (*Larus canus*) et la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*). De même, la fréquentation au cœur de la baie peut avoir des effets négatifs pour l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et le Chevalier gambette (*Tringa totanus*). Au sud de la pointe de Routhiauville, la fréquentation est également défavorable pour le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*). Enfin, au niveau du Bois des Sapins, la présence humaine peut perturber l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), espèce qui affectionne particulièrement cette zone (Figure 51, Figure 54, Figure 57, Figure 60, Figure 63, Figure 72, Figure 75).

Cependant, la fréquentation humaine n'est pas le seul facteur à considérer. Une étude plus approfondie sur le suivi des dérangements de l'avifaune pourrait être menée, car les effets du dérangement peuvent avoir un impact significatif sur les populations d'oiseaux. Par exemple, au Mont-Saint-Michel, la taille des populations de limicoles est limitée par les dérangements (EYBERT M.C., et al., 2003), et il est possible que les capacités d'accueil du littoral du Nord-Pas-de-Calais pour ces espèces soient plus élevées (ROLET, 2015).

Il paraît donc essentiel de réaliser une étude conjointe sur l'avifaune, la ressource en macrobenthos et les dérangements, afin de mieux comprendre les capacités d'accueil de la baie d'Authie.

## VII) Retour d'expérience et contraintes

### A) Facteurs influençant la détection

#### 1) Réplicas

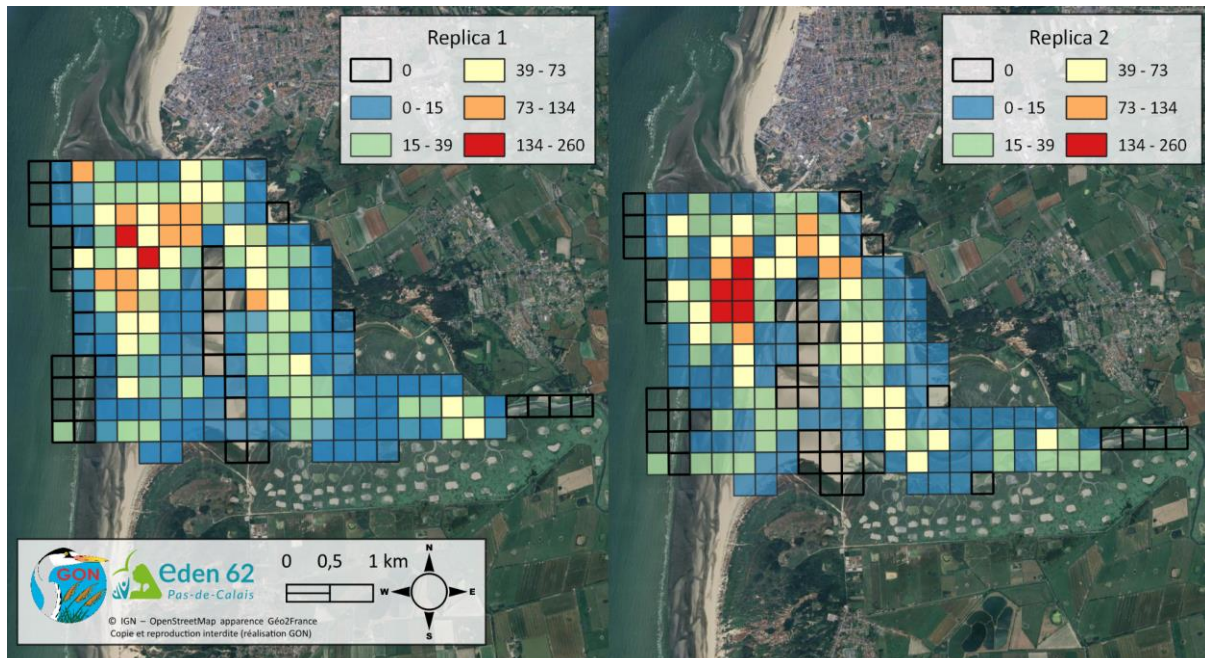


Figure 111 : Carte de densité en fonction des rélicas (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Sont pris en compte uniquement les effectifs recensés lors du protocole "Vasières et bancs de sable". Il semble n'y avoir que très peu de différences entre les deux rélicas (Figure 111). Les effectifs observés à l'embouchure de l'Authie semblent se décaler très légèrement vers le sud-ouest lors du deuxième rélica, en suivant la marée et en exploitant les zones nouvellement découvertes. Aucune autre différence notable n'est à observer.

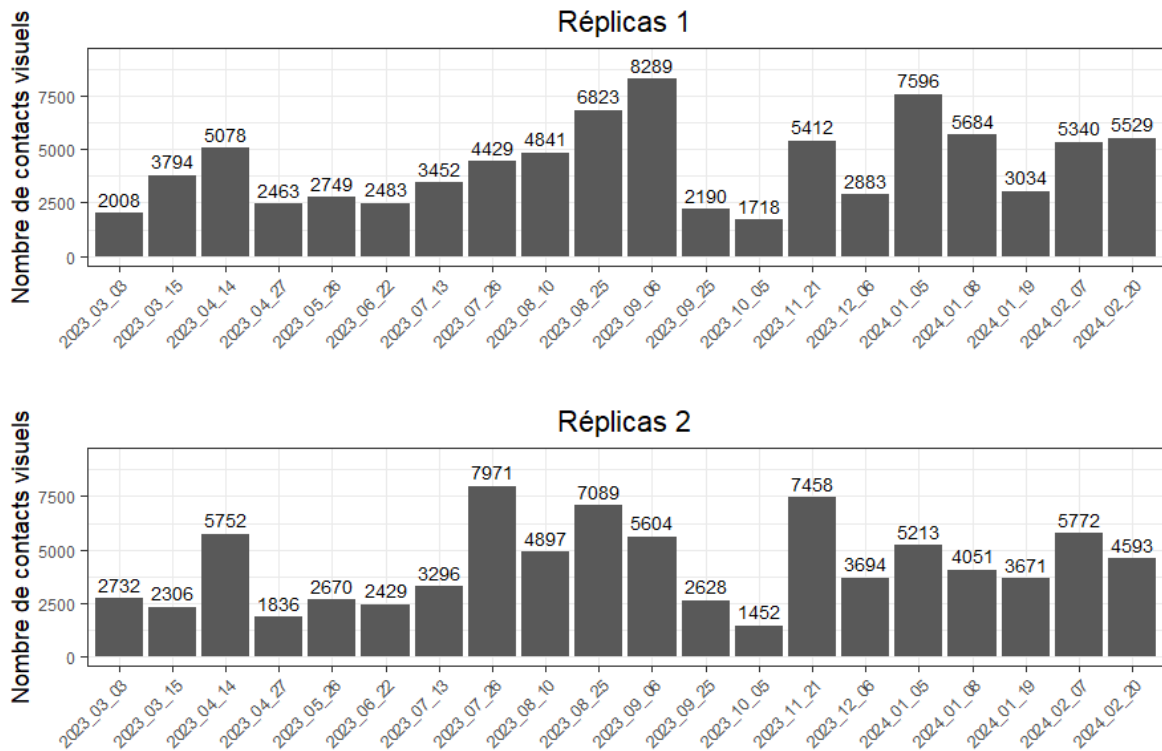


Figure 112 : Nombre d'individus observés par réplique (baie d'Authie, février 2023 à février 2024).

Il y a une différence de densité pouvant être importante entre les deux répliques (Figure 112), mais aucun ne collecte clairement plus d'effectifs observés que l'autre. De plus, l'effectif observé semble relativement chaotique et aucune tendance claire ne paraît se dégager. Néanmoins, il semble y avoir trois pics d'effectifs communs aux deux répliques : l'un en avril 2023, l'autre fin juillet jusqu'à début septembre 2023, et le dernier de novembre 2023 à février 2024.

Un test statistique de corrélation de Spearman est utilisé pour déterminer l'influence du réplique sur la densité et la diversité d'oiseaux (Tableau 17).

Tableau 17 : Test de proportion entre les deux répliques pour l'effectif et la diversité observée.

	X-squared	Degrès de liberté	P-value
Densité	3489.300	20	$< 2.200 \times 10^{-16}$
Diversité	6.830	20	0.997

On ne détecte pas de différence significative entre répliques pour la diversité, mais il y a une différence significative de densité d'oiseaux.

## 2) Chemins empruntés

Lors du suivi des prés salés, les tracés gps des différents observateurs ont été enregistrés. Pour des raisons de matériels et de connexion internet, seuls huit de ces suivis sont analysables. Chaque trace gps a été convertie en points espacé de 10 mètres chacun.

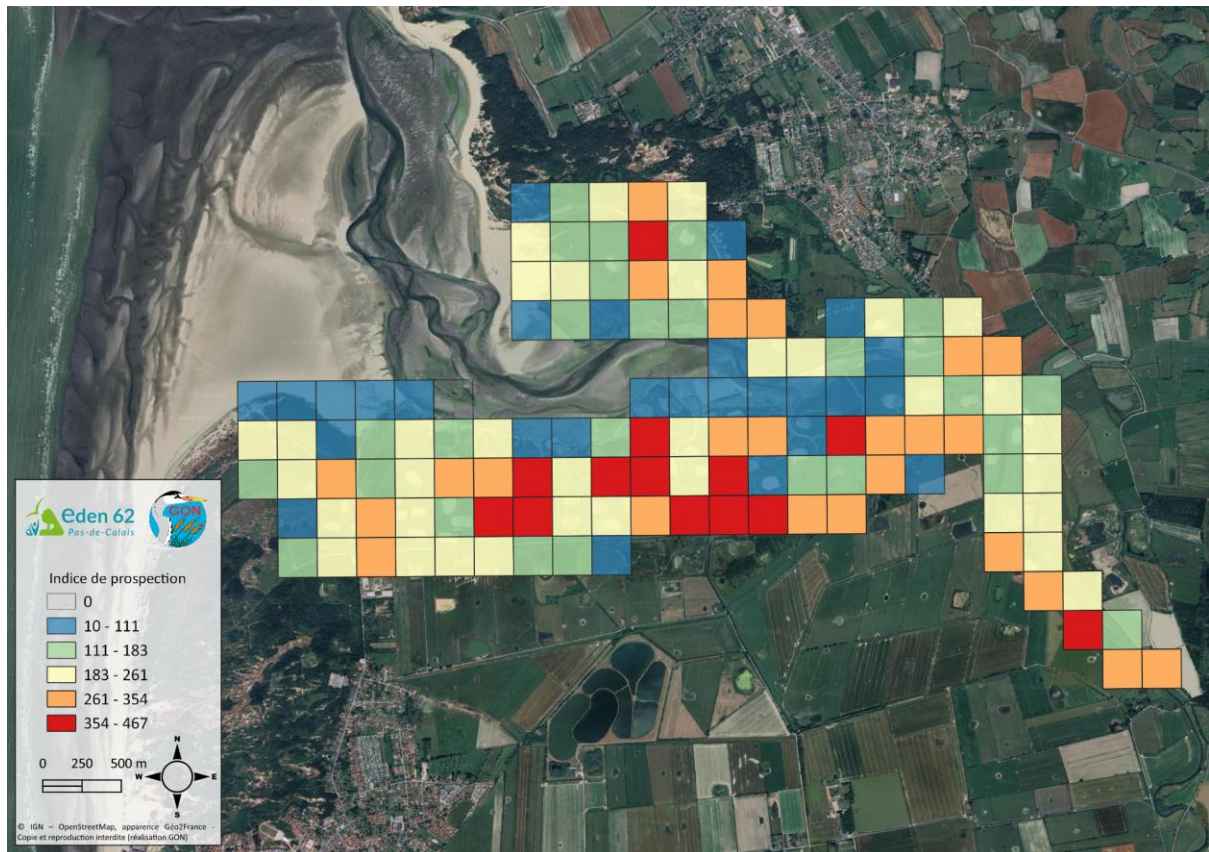


Figure 113 : Synthèse de l'effort de prospection pour la réalisation du protocole "prés salés" en baie d'Authie (février 2023 à février 2024).

On remarque que les mailles n'ont pas subi le même effort de prospection. Celles en périphérie de zone, notamment en cœur de baie, ont subi une pression d'observation moins forte. À l'inverse, certaines mailles, comme les prés salés Sud ont été davantage prospectées que les autres.

La transformation des traces GPS en points permet d'effectuer un test de corrélation de la pression d'observation (points GPS) et des variables telles que la diversité et les effectifs (Tableau 18).

Tableau 18 : Matrice de corrélation entre les données GPX et les données d'effectif et de diversité.

	Diversite	Nombre d'observation	Effectif Anatides	Effectif Ardéides	Effectif Limicoles	Effectif Oiseaux marins	Effectif Passereaux
Coefficient de corrélation de Spearman	0.366	0.442	-0.114	0.242	-0.286	-0.222	0.318
P-value	0.002	0.125	0.058	0.099	0.005	0.02	0.03

Il y a une corrélation statistiquement significative entre les itinéraires choisis par les observateurs (via les traces GPX) et la diversité, les effectifs de limicoles et ceux des passereaux.

Les corrélations positives entre points de passage de l'observateur et la diversité, ainsi que les effectifs de passereaux, peuvent indiquer un biais de détection. Les prés salés Sud ressortent comme la zone des prés salés la plus prospectée, mais elle est également l'une des zones accueillant le plus de diversité (Figure 95) et de densité, notamment de passereaux (Figure 100). Une part de ces résultats pourrait être due à la pression hétérogène des observations.

### 3) Conditions météorologiques

Afin d'estimer l'impact des conditions météo sur la qualité des données, une corrélation de Spearman a été réalisée entre différentes variables :

- les variables météo
- le nombre d'individus comptabilisés et le nombre d'espèces identifiées
- 

Tableau 19 : Matrice de corrélation entre le nombre d'individus observés et les variables météo pour le protocole "vasières et bancs de sable".

	Etat de la mer	Nebulosité	Vitesse du vent	Direction du vent	Eblouissement
Coefficient de corrélation de Spearman	0.092	0.084	0.0390	0.110	0.138
P-value	0.831	0.606	0.265	0.077	0.265

Pour le suivi des vasières et bancs de sable, le nombre d'individus observés n'est corrélé à aucune variable environnementale.

Tableau 20 : Matrice de corrélation entre la diversité observée et les variables météo pour le protocole "vasières et bancs de sable".

	Etat de la mer	Nebulosité	Vitesse du vent	Direction du vent	Eblouissement
Coefficient de corrélation de Spearman	-0.2456	-0.035	-0.031	0.087	0.029
P-value	0.030	0.356	0.244	0.700	0.546

La diversité observée lors du suivi vasières et bancs de sable semble corrélée à la variable "Etat de la mer". On peut imaginer que les conditions météorologiques précédant le suivi, qui influencent l'état de la mer, ont un effet sur la diversité des oiseaux observés lors du protocole "Vasières et bancs de sable".

Tableau 21 : Matrice de corrélation entre le nombre d'individus observés et les variables météo pour le protocole "prés salés".

	Etat de la mer	Nebulosité	Vitesse du vent	Direction du vent
Coefficient de corrélation de Spearman	0.608	0.587	0.448	0.360
P-value	0.208	0.957	0.111	0.111

Pour le suivi des prés salés, le nombre d'individus observés n'est corrélé à aucune variable environnementale.

Tableau 22 : Matrice de corrélation entre la diversité observée et les variables météo pour le protocole "prés salés".

	Etat de la mer	Nebulosité	Vitesse du vent	Direction du vent
Coefficient de corrélation de Spearman	0.476	0.318	0.483	0.183
P-value	0.111	0.266	0.397	0.005

La diversité observée dans les prés salés semble être légèrement corrélée à la variable "Direction du vent".



Le protocole stipule que les suivis ne doivent se faire que dans des conditions favorables. Certains suivis ont été annulés pour cause de mauvais temps. Il semble que dans les conditions dans lesquelles se sont déroulés les suivis, les variables météorologiques n'ont eu qu'un faible impact sur la détection des individus et leur identification.

## B) Contraintes géographiques du site

La mise en place d'un suivi ornithologique dans la baie d'Authie, couvrant à la fois les prés salés et les vasières / bancs de sable, présente de nombreux défis en raison des caractéristiques uniques et des contraintes spécifiques de ces milieux naturels.

Suivi des prés salés :

Les prés salés de la baie d'Authie s'étendent sur 500 hectares et sont traversés par de nombreuses filandres, ou petits cours d'eau, rendant la zone difficilement accessible. Ces filandres créent un labyrinthe naturel qui complique les déplacements et nécessite une connaissance approfondie du terrain pour éviter de se perdre ou de rencontrer des obstacles imprévus.

Un travail de cartographie des différents sentiers, y compris les sentiers parasites souvent utilisés pour des activités cynégétiques, a été effectué par Eden 62. Ces sentiers ont été intégrés dans une application mobile permettant aux observateurs de connaître leur position en temps réel et d'identifier la présence de sentiers pour faciliter leur cheminement à travers les prés salés. Cette cartographie préalable est cruciale, car sans elle la réalisation des suivis ornithologiques serait particulièrement complexe, voire impraticable, en raison de la difficulté d'orientation et des risques associés à la traversée de terrains accidentés.

D'autre part, la végétation haute qui caractérise ces prés salés peut compliquer les déplacements, notamment en période printanière et estivale. Les filandres sont bien identifiées, cependant les traverser est potentiellement dangereux et fatigant. Le milieu est particulièrement vaseux à certains endroits, rendant la marche pénible et exigeante physiquement. Ces conditions nécessitent, de la part des observateurs, une bonne condition physique : capacité à marcher sur de longues distances, à traverser des zones vaseuses, et à se déplacer dans une végétation dense.

Il faut également souligner que la présence des observateurs peut perturber l'avifaune. Pour minimiser ce dérangement, il a été décidé qu'en présence de grandes quantités d'oiseaux sur une mare de chasse, et lorsque le chemin des observateurs passe à proximité, les comptages

sont effectués à distance. Cette approche limite le dérangement des oiseaux, bien que certaines zones aient probablement été sous-prospectées en conséquence.

Enfin, bien que le protocole indique que les suivis ne peuvent être réalisés par vent supérieur à 40 km/h, des vents même plus modérés peuvent compliquer l'identification des passereaux par leur chant. Les ornithologues trouvent plus difficile de reconnaître les chants d'oiseaux par temps venteux, ce qui peut affecter la précision des suivis.

Suivi des vasières et bancs de sable :

Les vasières et bancs de sable de la baie d'Authie s'étendent sur une vaste zone d'environ 1000 hectares, rendant la mise en place d'un suivi ornithologique particulièrement complexe. Avec seulement six observateurs sur le terrain simultanément, la couverture complète de cette vaste étendue est un défi majeur. Chaque observateur doit donc surveiller une zone étendue, ce qui implique de bonnes compétences en observation à longue distance. Les observateurs doivent être capables d'identifier les oiseaux à des distances pouvant dépasser un kilomètre.

La topographie du site ajoute une complexité supplémentaire. Certaines zones sont situées dans des petites dépressions ou derrière des formations naturelles (notamment la zone du front de mer) qui les rendent invisibles depuis les points de prospection. Cela signifie que les oiseaux présents dans ces zones basses comme des bâches d'eau échappent à l'observation et ne sont donc pas comptabilisés, ce qui peut fausser les données recueillies.

La baie d'Authie connaît également un phénomène d'érosion important, particulièrement dans la zone du Bois des Sapins où se trouvait le point 4. Actuellement, ce point d'observation n'existe plus en raison de l'érosion. Si le suivi ornithologique devait être mis en place à nouveau, il serait nécessaire de choisir un autre emplacement pour ce point de mesure.

De plus, les conditions d'observation peuvent souvent être altérées par des facteurs météorologiques. Le brouillard peut réduire considérablement la visibilité, tout comme la brume de mer qui peut se lever rapidement et persister. Le soleil peut éblouir les observateurs et créer des reflets sur l'eau, compliquant encore l'identification des oiseaux. Ces conditions météorologiques variables et souvent imprévisibles rendent le travail des observateurs encore plus difficile.

## C) Organisation des moyens humains et des plannings

Initialement, lors de la phase de construction du protocole, il était prévu qu'une seule personne par zone réalise le suivi. Cependant, après des discussions entre Eden62 et le GON

concernant les ressources humaines disponibles pour les suivis, ainsi que des tests de terrain préliminaires, il a été décidé de former des binômes composés d'un ornithologue confirmé et d'un accompagnateur afin de faciliter la collecte des données sur le terrain. Au total, 50 personnes ont pris part à au moins un de ces binômes. Les suivis ont été majoritairement réalisés par des agents d'Eden62, une structure dotée de personnel qualifié, capable d'identifier les oiseaux aussi bien à la vue qu'au chant et aux cris. La phase de terrain a nécessité, en tout, 2 280 heures de travail, incluant le temps à partir du local des gardes nature situé sur la commune de Groffliers.

Pour organiser ces suivis, un planning mensuel a été établi, prenant en compte la date initialement prévue et la date de report en cas de mauvaises conditions météorologiques. Étant donné le nombre de personnes impliquées et les différents paramètres à considérer (qualifications du personnel, coefficients de marée, heures de lever du jour, etc.), la création de ces plannings nécessitait au moins une demi-journée de travail chaque mois. Chaque planning comprenait l'heure d'arrivée sur site, l'heure de début du suivi, les membres du binôme assignés et la zone qui leur était attribuée. Cette tâche chronophage était cependant indispensable pour assurer une efficacité immédiate sur le terrain.

## D) Utilisation du matériel

L'utilisation du matériel a présenté plusieurs contraintes importantes dans le cadre des suivis ornithologiques. Pour le protocole des vasières et des bancs de sable, l'utilisation de télémètres était initialement prévue pour mesurer les distances entre les oiseaux et les observateurs. Cependant, leur efficacité s'est révélée limitée par plusieurs facteurs environnementaux et techniques.

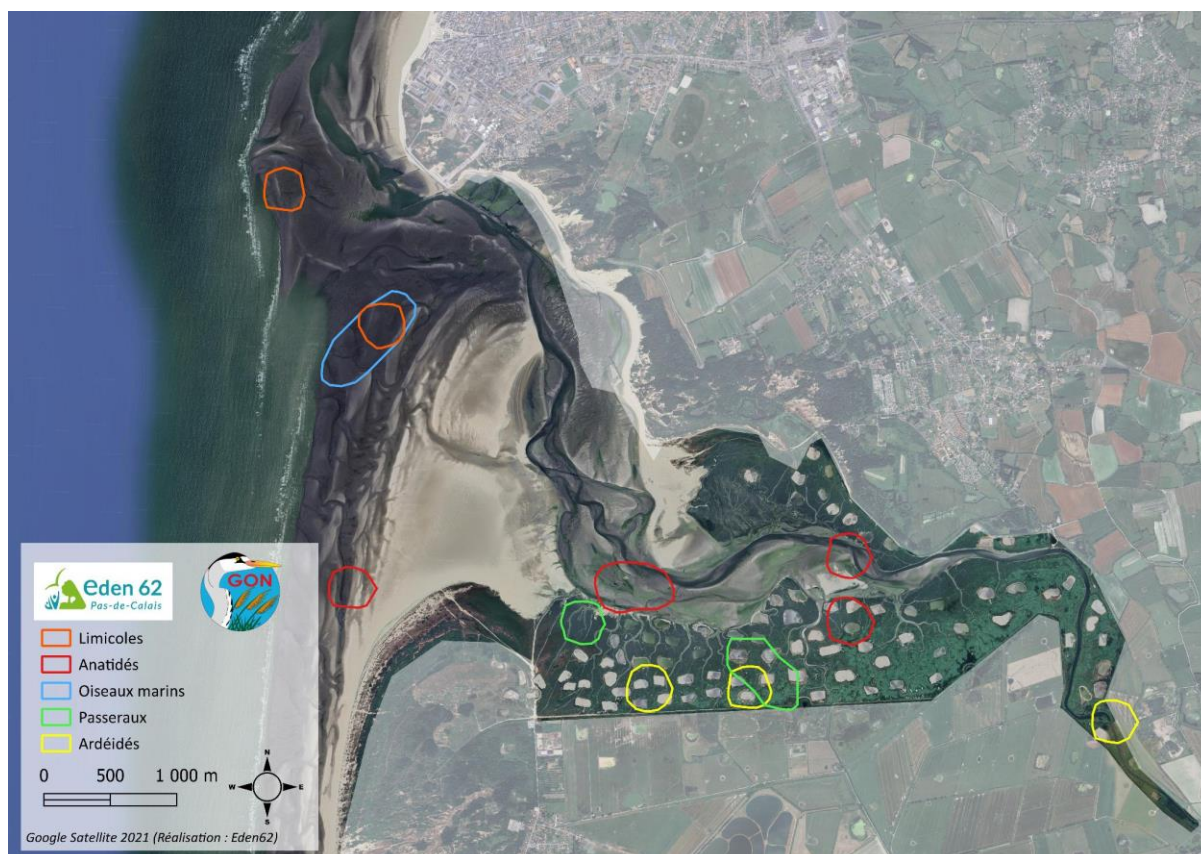
Le relief plat de la baie rendait souvent difficile la mesure précise des distances, car le télémètre avait du mal à détecter des points de référence clairs. De plus, lors de la marée descendante, une fine couche d'eau restait sur le sable, créant des reflets qui interféraient avec le fonctionnement du télémètre et empêchaient des mesures précises. Le fournisseur n'ayant pas pu livrer à temps les télémètres avec angle intégré nécessaires pour l'étude, une solution alternative a dû être mise en place. Il a été décidé d'installer une rose des vents sur la longue-vue afin de déterminer l'angle de vue. Cette adaptation nécessitait que les observateurs vérifient régulièrement l'orientation nord pour minimiser les erreurs de mesure, ajoutant une complexité supplémentaire à leur travail sur le terrain.

En ce qui concerne le protocole des prés salés, l'utilisation d'un traceur GPS était requise pour mesurer l'effort de prospection, c'est-à-dire la distance parcourue et le temps passé à

observer. Cependant, il a été constaté que dans plusieurs cas, le traceur GPS ne fonctionnait pas correctement, ce qui empêchait de recueillir des données précises sur l'effort de prospection.

## VII) Discussion

Au vu des différents résultats présentés dans la partie V, plusieurs zones se distinguent du fait de l'accueil d'effectifs importants par groupe d'espèces (Figure 114).



Les vasières situées à l'embouchure de l'Authie accueillent des concentrations importantes de limicoles et oiseaux marins. Ces deux groupes taxonomiques ne sont cependant pas présents en nombre dans le reste de la baie. Le chenal de l'Authie apparaît comme une zone favorable à la présence d'un grand nombre d'anatidés. Le front de mer semble également se distinguer, mais cela est uniquement dû à une observation importante d'un gros vol de Macreuses noires (*Melanitta nigra*) lors d'un suivi.

Les prés salés, pour leur part, abritent peu d'effectifs d'anatidés, à l'exception d'une zone au sud à proximité des vasières du cœur de la baie. Concernant les gros effectifs de passereaux, ceux-ci se concentrent principalement dans les prés salés sud, tout comme les ardéidés, avec une population significative autour du secteur du Pont à Cailloux.

Contrairement aux zones qui accueillent de gros effectifs d'oiseaux, les secteurs présentant une grande diversité d'espèces sont plus nombreux (Figure 115).

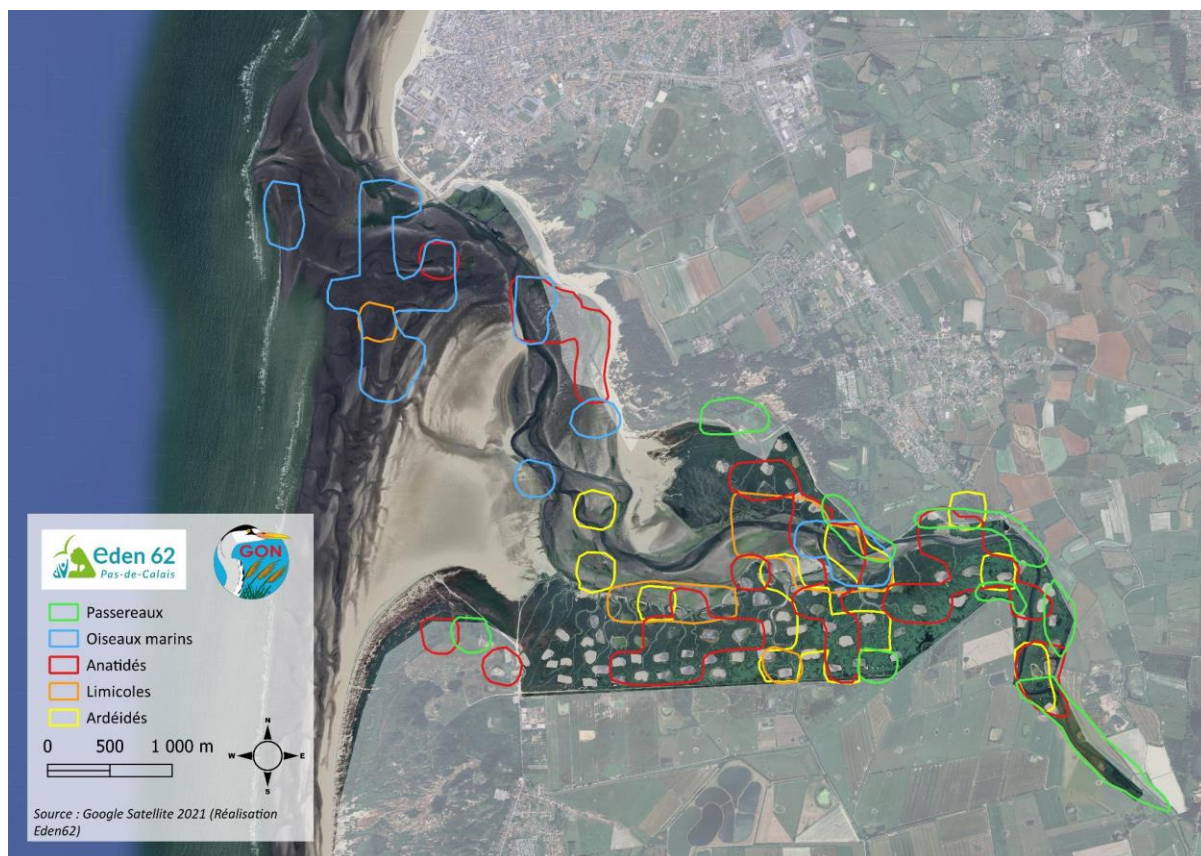


Figure 115 : Représentation schématique de la diversité spécifique d'oiseaux par groupe fonctionnel (données collectées en baie d'Authie entre février 2023 et février 2024).

Certaines zones se démarquent par l'accueil de nombreuses espèces, tous groupes confondus, et semblent ainsi particulièrement favorables à une large diversité d'oiseaux. C'est notamment le cas du cœur de baie, du fond de baie et de la partie est des prés salés sud. Ces secteurs offrent des conditions écologiques propices grâce à une mosaïque d'habitats concentrés dans un espace restreint. On y trouve des zones boisées, des prés salés et des vasières, chacun répondant aux besoins biologiques spécifiques de différents groupes d'espèces.

D'autres secteurs abritent également une grande diversité d'espèces, mais se concentrent sur un ou deux groupes spécifiques. Par exemple, l'Anse des Sternes est principalement fréquentée par des oiseaux marins et des anatidés, tandis que l'embouchure de l'Authie est un site de prédilection pour les limicoles et les oiseaux marins. Le Bois des Sapins attire surtout les anatidés et les oiseaux marins, tandis que le Bec de Perroquet est particulièrement favorable aux ardéidés et aux oiseaux marins. La zone du Pont à Cailloux, quant à elle, est principalement visitée par une grande diversité de passereaux.

En revanche, certaines zones de la baie d'Authie présentent une faible diversité d'espèces, tous groupes confondus. C'est le cas du front de mer, de la Pointe de Routhiauville, des prés salés ouest (à l'exception d'une petite portion), ainsi que des prés salés nord en direction du Bec de Perroquet.

La Figure 116 est une synthèse des Figure 114 et Figure 115. Les zones vertes correspondent aux secteurs où les effectifs et/ou la diversité par groupe d'espèces sont élevés. À l'inverse, les zones noires sont celles où ni diversité importante, ni de gros effectifs par groupe d'espèces n'ont été observés.

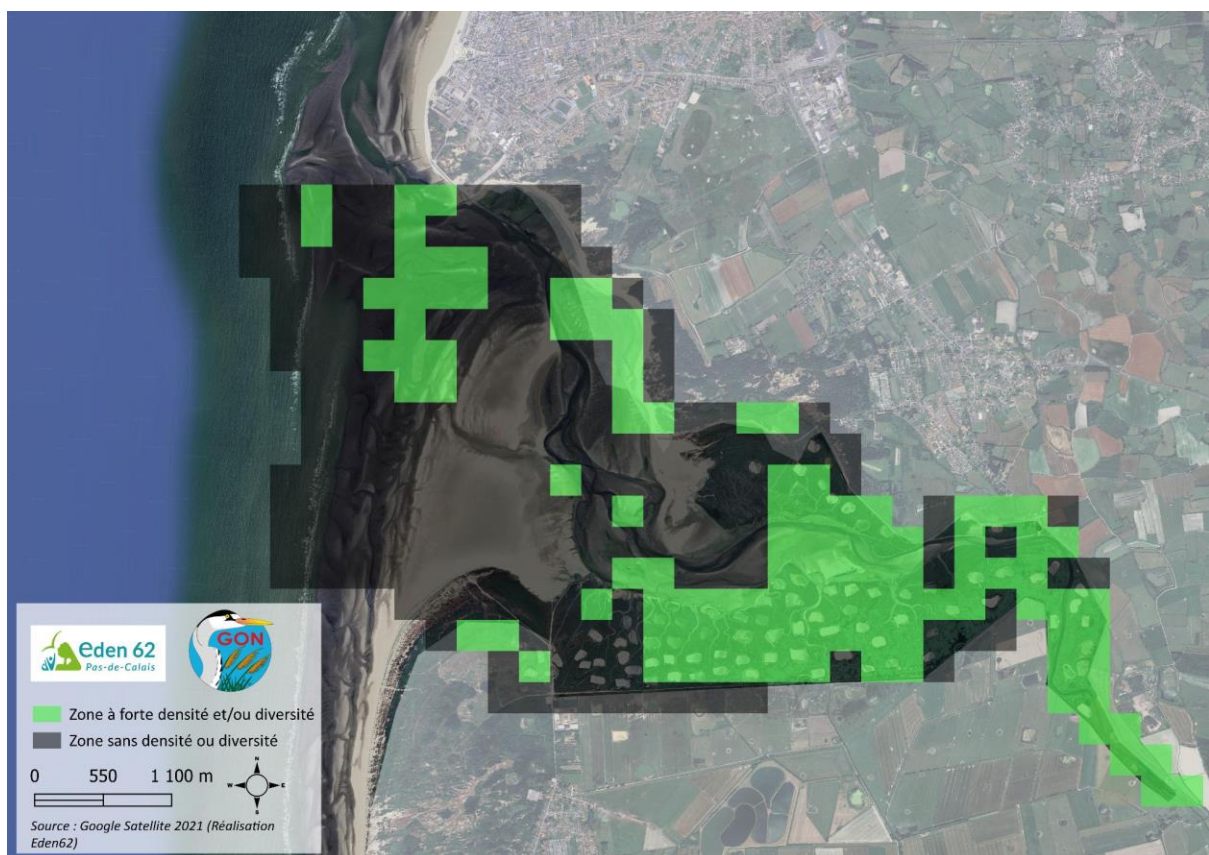


Figure 116 : Zone à forte densité et/ou diversité par groupe d'espèces (données collectées en baie d'Authie entre février 2023 et février 2024).

En nous appuyant sur les facteurs influençant la répartition des espèces, présentés dans la partie VI), plusieurs zones, qu'il s'agisse de vasières, de bancs sableux ou de prés salés, apparaissent comme favorables à l'accueil des oiseaux.

Dans les prés salés, selon la carte de végétation, les zones les plus propices semblent être le schorre moyen et le haut schorre. Ces zones à la végétation basse sont favorables à l'accueil de certains passereaux inféodés aux milieux ouverts notamment l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*).

Cependant, en nous référant à la Figure 116, on constate que la quasi-totalité des zones de schorre moyen, qu'elles soient situées au Sud ou au Nord de la baie, semblent sous-exploitées. Or, ces zones sont parallèlement celles qui comptabilisent le plus de réseaux de sentiers avec une végétation dégradée (Figure 9). Cela pourrait indiquer que l'habitat favorable aux passereaux inféodés aux milieux ouverts et à la végétation basse est dégradé et n'est plus fonctionnel. Par ailleurs, l'étude de fréquentation, notamment à travers la carte de répartition des activités observées (Figure 110), révèle que les zones sous-exploitées coïncident avec celles où l'on observe une fréquentation humaine accrue.

En ce qui concerne les zones de schorre inférieur, dominées par la spartine anglaise (*Spartina anglica*), elles ne semblent pas être favorables à l'accueil des oiseaux tout type d'espèce confondues. Si cette végétation venait à s'étendre, cela pourrait entraîner une perte de fonctionnalité des habitats pour l'avifaune.

Enfin, les zones de bordure et de roselières, qui abritent une grande diversité d'oiseaux, notamment de passereaux, semblent pleinement fonctionnelles. En effet, ces zones accueillent jusqu'à 40 % des espèces observées.

Dans les vasières et bancs de sable, les zones accueillant de grands effectifs de limicoles et de laridés sont celles situées à proximité de l'embouchure de l'Authie. Toutefois, lorsqu'on observe la répartition de la biomasse et de l'abondance des ressources alimentaires, ces zones ne semblent pas correspondre aux espaces fonctionnels pour l'alimentation des oiseaux.

Bien que les campagnes réalisées dans le cadre du projet HABISSE n'aient pas eu lieu la même année et qu'il soit impossible d'effectuer une analyse statistique, d'un point de vue spatial, l'utilisation de la baie par les oiseaux marins, limicoles et anatidés ne semble pas refléter la disponibilité des ressources alimentaires.

La Figure 103 indique que la vasière située entre le Bec de Perroquet et le cœur de baie présente les niveaux de biomasse et d'abondance les plus élevés. C'est donc logiquement dans cette zone que les oiseaux devraient se concentrer. Cependant, cette zone n'apparaît pas comme favorable à l'accueil des limicoles (Figure 47) ni à celui des oiseaux marins (Figure 68). Bien que les anatidés y soient présents en nombre, ils semblent adopter une attitude de repos plutôt que de recherche alimentaire (Figure 29). La zone du Bois de Sapin, qui affiche également une biomasse importante, n'est pas non plus un espace privilégié pour l'alimentation des oiseaux marins, des limicoles ou des anatidés.



Ces résultats suggèrent que la ressource alimentaire dans ces zones pourrait ne plus être disponible, ou que les espèces, trop perturbées, choisissent des lieux moins dérangés pour s'alimenter. La zone du Bec de Perroquet, par exemple, présente peu de perturbations (Figure 109). Bien que cette zone ne soit pas incluse dans l'étude de fréquentation, les zones voisines semblent peu fréquentées par le public (Figure 110). La raison pour laquelle ces zones n'accueillent pas de gros effectifs ne semble donc pas liée aux activités humaines. Cela pourrait indiquer que les ressources alimentaires présentes en 2020 ne le sont plus aujourd'hui.

En revanche, la zone du Bois des Sapins est celle où l'on observe le plus de dérangements (Figure 109), avec une activité humaine intense. Il est donc probable que la pression exercée par ces activités pousse les oiseaux à s'alimenter dans des endroits moins perturbés.

Les zones de vasières présentant une faible densité et/ou diversité de ressources sont également celles où l'on observe le plus de fréquentation (Figure 110). Par exemple, la zone de l'Anse des Sternes, qui enregistre le plus d'activités humaines lors des suivis, apparaît comme peu propice pour les oiseaux. En ce qui concerne la zone du front de mer, bien que les oiseaux puissent être présents, il est possible que, en raison de la topographie, les observateurs n'aient pas eu une bonne visibilité sur leur présence. De plus, cette zone est fortement fréquentée, notamment par des randonneurs équestres, des amateurs de char à voile et des ramasseurs de verre. Il est donc probable que ces perturbations liées aux activités humaines expliquent la faible présence d'oiseaux dans cette zone.

En ce qui concerne la diversité des espèces d'anatidés, d'oiseaux marins et de limicoles, celle-ci semble correspondre aux zones où la plus grande diversité de proies a été relevée lors du projet HABISSE.

En résumé, les vasières à l'embouchure de l'Authie sont particulièrement favorables aux limicoles et oiseaux marins. En revanche, les vasières du front de mer, de la Anse des Sternes, du Bois de Sapins et de Bec de Perroquet sont moins utilisées, probablement en raison des perturbations humaines et de la dégradation des habitats. Les prés salés du schorre moyen et haut, bien que propices aux passereaux comme semblent sous-exploités. Le schorre inférieur, dominé par la spartine anglaise, semble, lui, peu favorable aux oiseaux. En revanche, les zones de bordure et les roselières, riches en passereaux, restent pleinement fonctionnelles et accueillent une grande diversité d'espèces.

## VIII) Conclusions et perspectives

Les problématiques soulevées par cette étude reflètent les défis complexes auxquels la baie d'Authie est confrontée, en raison de la pression croissante des activités humaines. La diversité des espèces aviaires, leur répartition spatiale et les multiples dérangements causés par les activités humaines exigent une gestion écologique plus fine et une surveillance accrue.

L'étude a permis d'apporter des réponses significatives à ces problématiques, notamment par l'identification des zones d'intérêt écologique au sein de la baie. Ces zones sont définies en fonction de leur importance pour l'avifaune en périodes de migration, d'hivernage et de reproduction, couvrant une diversité d'espèces. La baie accueille une diversité aviaire remarquable avec plus de 17 espèces à enjeux, soulignant ainsi la nécessité d'une gestion renforcée des habitats et une meilleure régulation des activités humaines pour limiter les dérangements. Les analyses ont montré que les activités de loisirs non régulées, comme la promenade ou le passage de chiens non tenus en laisse, ont un impact direct sur la faune locale.

Cependant, l'étude présente certaines limites. Les méthodes d'échantillonnage, bien que standardisées, n'ont pu couvrir de manière exhaustive l'ensemble des habitats de la baie. Les conditions météorologiques et la variabilité saisonnière ont parfois influencé la précision des observations. De plus, certaines analyses statistiques, telles que les indices de diversité, bien qu'informatives, ne capturent pas toujours la complexité des interactions écologiques en jeu. Il serait pertinent à l'avenir de compléter ces résultats par des études à plus long terme.

Enfin, les résultats de cette étude offrent de nombreuses perspectives de valorisation. Ils serviront à informer les politiques de gestion environnementale, notamment pour définir des zones prioritaires de protection. Les connaissances acquises pourront également sensibiliser le grand public à l'importance de la conservation de la baie d'Authie et encourager la mise en place d'aménagements respectueux de la faune. À plus long terme, ces données pourraient soutenir des actions concrètes de restauration des habitats et de renforcement des réglementations pour minimiser les impacts des activités humaines sur cet écosystème fragile.

# Bibliographie

1. AAMP / PNM EPMO, 2015. Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO) 2015-2030. 381 p. (annexes inclus)
2. AL-SAYED, H., NASER, H., & AL-WEDAEI, K. (2008). Observations on macrobenthic invertebrates and wader bird assemblages in a protected marine mudflat in Bahrain. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 11(4), 450-456.
3. BARNEIX, M., & GIGOT, G. (2013). Listes rouges des espèces menacées et enjeux de conservation : Etude prospective pour la valorisation des Listes rouges régionales-Propositions méthodologiques. <http://www.mnhn.fr/spn/>
4. BEAUDOUIN, C., BOUTROUILLE, C., CAMBERLEIN, P., GODIN, J., LUCZAK, C., PISCHIUTTA, R., & SUEUR, F. (2019). *Les oiseaux nicheurs du Nord et du Pas-de-Calais*. Éditions Biotope.
5. BIOTOPE EDITIONS, LPO, MNHN. (2022). Atlas des oiseaux migrateurs de France.
6. BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2021). European Red List of Birds. Publications Office of the European Union.
7. BLANCHARD, M. (2012). Pressions physiques et impacts associés, pertes et dommages physiques, impacts cumulatifs des et pertes et dommages physiques, Golfe de Gascogne. IFREMER.
8. BLANDIN, P., GARAY, I., & MOLFETAS, S. (1982). L'impact du piétinement en forêt. *La forêt privée. Revue Forestière Européenne*, 146, 23-33.
9. BLONDEL, C., COULOMBEL, R., FRANCOIS, R., & ROUAULT, Z. (2022). Retours d'expériences, diagnostic des pratiques au travers de sites ateliers et préconisations de gestion des végétations - VEGELITES, phase 3 (Livrables L5 et L6). Conservatoire botanique national de Bailleul pour l'Office français de la biodiversité et le Parc naturel marin des estuaires picards mer d'Opale.
10. CAILLOT, E., BON, C., & LE LUHERNE, E. (2017). Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral : état d'avancement et perspectives. RNF.
11. CALOIN, F. (Coord.). (2014). La migration des oiseaux sur le littoral du Pas-de-Calais. Synthèse et analyse des données récentes. Cap Ornis Bagueage, Station ornithologique du cap Gris-Nez, GON, PNR Caps et Marais d'Opale; Biotope.
12. CALOIN, F. (2014). Évaluation des interactions des activités de loisirs avec l'avifaune sur la partie maritime de la Réserve Naturelle de la Baie de Canche. DREAL Nord/Pas-de-Calais – Biotope.
13. CANOVA RAMET, C., DUVAL, P., VIERA, L., FAUVEAU, G., GRUSELLE, M. C., GOUIN, A., HARLAY, X., JANNIC, N., MEIRLAND, A., & SARGIAN, P. (2015). Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (adopté en conseil de gestion le 10 décembre 2015). Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale.

14. CHAUVEAU, E., BERTIN, X., POTTIER, P., SOTTOLICHIO, A., & TASTET, J. P. (2011). *Xynthia : Leçon d'une catastrophe*. Environnement, Nature et Paysages.
15. COLLOP, C. H. (2016). Impact of human disturbance on coastal birds: population consequences derived from behavioural responses.
16. COLLIGNON, F. Le canard pilet (*Anas acuta*) dans le paléarctique occidental : synthèse bibliographique. *Médecine vétérinaire et santé animale*. 2005. ffdumas-04571144
17. CONWAY, C. J., & DROEGE, S. (2006). A unified strategy for monitoring changes in abundance of birds associated with North American tidal marshes. *Studies in Avian Biology*, 32, 282-297.
18. CONSEIL DE GESTION. (2024). *Délibération n°2024-CG-03 : Avis sur la demande d'Autorisation d'Occupation Temporaire du DPM relatif aux installations de chasses, à leur entretien et aux travaux d'entretien des mares et leurs abords relatifs au Lot°5 "Baie d'Authie Nord" et n°4 "Estuaire de la Canche"*.
19. COSSEMENT, B. (Coord.). (2019). *Plan de gestion Espaces naturels de la baie d'Authie 2019-2028 - Partie A DIAGNOSTIC*. Eden62, SMBSGLP.
20. CRAIG, R. J., & BEAL, K. G. (1992). The Influence of Habitat Variables on Marsh Bird Communities of the Connecticut River Estuary. In *Wilson Bull*, Vol. 104, Issue 2
21. DIT DURELL, S. E. A. L. V., STILLMAN, R. A., TRIPLET, P., AULERT, C., DIT BIOT, D. O., BOUCHET, A., DUHAMEL, S., MAYOT, S., & GOSS-CUSTARD, J. D. (2005). Modelling the efficacy of proposed mitigation areas for shorebirds: A case study on the Seine estuary, France. *Biological Conservation*, 123(1), 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.10.009>.
22. DOBRONIAK, C. (1999). Les progrès de la sédimentation dans un estuaire de type picard : l'estuaire de l'Authie (Nord-Pas-de-Calais). *MÉDITERRANÉE*, 65-68.
23. DOREMUS, G., & VAN CANNEYT, O. (2022). Programme MEGASCOPE, protocole d'observation de la mégafaune marine depuis les campagnes halieutiques. Observatoire PELAGIS.
24. DUCROTOY, J. P., & DAUVIN, J. C. (2008). Estuarine conservation and restoration: The Somme and the Seine case studies (English Channel, France). *Marine Pollution Bulletin*, 57(1–5), 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.04.031>
25. ECOSCOPE. 1996. Investigation on the conservation measures taken by Member States for Bird Species of Annex II of the Council Directive 79/409/EEC which have an unfavourable conservation status. Report D2/4294/1209 to DGXI of the European Commission. Cambridge, Ecoscope Applied Ecologists.
26. EYBERT, M. C., GESLIN, T., QUESTIAU, S., & FEUNTEUN, E. (2003). Shorebird community variations indicative of a general perturbation in the Mont-Saint-Michel bay (France). *Comptes Rendus - Biologies*, 326(SUPPL. 1). [https://doi.org/10.1016/s1631-0691\(03\)00051-9](https://doi.org/10.1016/s1631-0691(03)00051-9)
27. FAUNE FRANCE. (n.d.). Période code atlas. Consulté le 7 août 2024, sur [https://www.faune-bfc.org/index.php?m\\_id=20264](https://www.faune-bfc.org/index.php?m_id=20264)

28. FLIPO, S., & RIGAUX, T. (2015). *Baie d'Authie*. Conservatoire des Sites Naturels de Picardie - INPN, SPN-MNHN Paris.
29. FOX, A.D. 1998. European Union Management Plan for Pintail *Anas acuta*, 2004-2007. National Environmental Research Institute, Department of Coastal Zone Ecology, Kalø, Denmark.
30. GODDERIS, L.-P. (2023). Étude des habitats favorables au Phragmite aquatique dans deux estuaires (Slack et Authie) du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO)
31. GROSJEAN, P., & ENGELS, G. (2020). *Science des données biologiques 2*. Consulté le 21 août 2020, sur <https://wp.sciviews.org/sdd-umons2-2019/>
32. GON, Picardie Nature, 2024. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs des Hauts-de-France, tableau de synthèse. Programme de réalisation des listes rouges régionales des Hauts-de-France. DREAL Hauts-de-France, Amiens.
33. HERVÉ, M. (2014). Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie. Constr Son Étude Anal Résultats À Aide Logiciel R Version, 5.
34. INPN. (s.d.). Liste rouge Monde : Statut de l'espèce. Consulté le 7 août 2024, sur <https://inpn.mnhn.fr/espece/listerouge/W>.
35. INPN. (s.d.). Liste rouge UE : Statut de l'espèce. Consulté le 7 août 2024, sur <https://inpn.mnhn.fr/espece/listerouge/EU>.
36. I-SEA, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL. (2020). État des lieux, évaluation et gestion des végétations littorales des estuaires dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (Projet VEGELITES) - Cartographie des habitats naturels par télédétection.
37. ISSA, N. (2009). Atlas des oiseaux de France métropolitaine, guide méthodologique du participant. SEOF – MNHN – LPO.
38. ISSA, N., & MULLER, Y. (2015). Atlas des Oiseaux de France *métropolitaine*. *Nidification et présence hivernale*. Delachaux et Niestlé.
39. JOURDAN, C., FORT, J., PINAUD, D., DELAPORTE, P., GERNIGON, J., GUENNETEAU, S., JOMAT, L., LELONG, V., LEMESLE, J. C., ROBIN, F., ROUSSEAU, P., & BOCHER, P. (2021). Highly diversified habitats and resources influence habitat selection in wintering shorebirds. *Journal of Ornithology*, 162(3), 823–838. <https://doi.org/10.1007/s10336-021-01873-1>.
40. JUSTIN, E., & TELLIER, C. (2023). Bilan des données naturalistes en baie d'Authie.
41. KIM, M., CHOI, Y. E., & CHON, J. (2018). Key coastal landscape structures for resilient coastal green infrastructure to enhance the abundance of migratory birds on the Yellow Sea. *Environmental Pollution*, 243, 1617-1628.

42. LANE, B. A. (1987). *Shorebirds in Australia*. Nelson.
43. LANSHERE, J., ROLET, C., HENNION, C., & SPILMONT, N. (2023). Cartographie des habitats benthiques meubles intertidaux 1130 et 1140 et analyse de leur contamination chimique dans le PNM EPMO. OFB. Projet HABISSE. Volet étude des habitats marins meubles intertidaux. CREOCEAN-GMEL-LOG.
44. LE CORRE, N., GÉLINAUD, G., & BRIGAND, L. (2009). Bird disturbance on conservation sites in Brittany (France): The standpoint of geographers. *Journal of Coastal Conservation*, 13(2), 109–118. <https://doi.org/10.1007/s11852-009-0057-8>
45. LE CORRE, N. (2009). Le dérangement de l'avifaune sur les sites naturels protégés de Bretagne : état des lieux, enjeux et réflexions autour d'un outil d'étude des interactions hommes/oiseaux. Université de Bretagne Occidentale - Brest.
46. LEGRIS, S., & LEGROUX, N. (2019). Synthèse des connaissances de l'avifaune et propositions d'actions sur le territoire du Parc Naturel marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale.
47. LE GUYADER, D. (2018). Analyse et détermination des pressions et des effets cumulés par les usages de loisir dans les sites naturels du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale : Rapport final. Terra Maris / PNM EPMO - AFB.
48. LELARGE, K., SELIER, Y., DUPONT, V., & PREAU, C. (n.d.). Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale du Pinail - Diagnostic. Édité par GEREPI.
49. LILLEYMAN, A., FRANKLIN, D. C., SZABO, J. K., & LAWES, M. J. (2016). Behavioural responses of migratory shorebirds to disturbance at a high-tide roost. *Emu*, 116(2), 111–118. <https://doi.org/10.1071/MU14070>
50. LPO. (2010). *Atlas des oiseaux en hiver*. Consulté le 7 août 2024, sur <https://cdnfiles2.biolovision.net/www.atlas-ornitho.fr/pdf/atlasenhiver-2164.pdf>
51. MEIRLAND, A., BOUVET, A., & CHABRERIE, O. (2012). Les marais salés littoraux. In P. Triplet, Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. ÆSTUARIA.
52. MEIRLAND, A., RIGAU, T., & BLONDEL, B. (2016). Oiseaux nicheurs des schorres des estuaires de la Somme et de l'Authie. *Alauda*, 84, 45-64.
53. MIGRACTION. Consulté le 07 août 2024, sur <https://www.migraction.net/>.
54. MILNER-GULLAND, E. J., & SHEA, K. (2017). Embracing uncertainty in applied ecology. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 2063-2068. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12887>
55. MILNER-GULLAND, E. J., COULSON, T. N., & CLUTTON-BROCK, T. H. (2004). Sex differences and data quality as determinants of income from hunting red deer. *Wildlife Biology*, 10(3), 187-201.

56. MOREIRA, F. (1997). The Importance of Shorebirds to Energy Fluxes in a Food Web of a South European Estuary. In *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (Vol. 44).
57. MOUSSY, C., QUAINTEENNE, G., & GAUDARD, C. (2023). Comptage des Oiseaux d'eau à la mi-janvier en France. Résultats 2023 du comptage Wetlands International. LPO BirdLife France - Service Connaissance, Wetlands International, Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.
58. OFB. (n.d.). Études scientifiques en espaces naturels : Définir les modalités de l'échantillonnage. Consulté le 20 novembre 2022, sur <http://ct72.espaces-naturels.fr/definir-les-modalites-de-l%E2%80%99echantillonnage>
59. OSARAGI, T. (2002). Classification Methods for Spatial Data Representation (Working Paper No. 40). Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College London.
60. PAILLET, J. (2012). Pressions physiques et impacts associés, Autres perturbations physiques, Dérangement de la faune, Golfe de Gascogne. IFREMER.
61. PNM EP MO. (2015). Plan de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale.
62. POISBLAUD, S., 2021. Etude de la population du Goéland argenté (*Larus argentatus*) dans le périmètre des zones de production mytilicole des Hauts-de-France. 33p.
63. POTET, E., BALAGUER, J.-L., & POISBLAUD, S. (2021). *Stratégie d'actions limicoles nicheurs des hauts de plages. Façade Manche – Mer du Nord ; bilan de l'année 2021*. GONm/GON – CRN, FEADER, AESN.
64. PRATER, A. J. (1981). Estuary birds of Britain and Ireland.
65. RAMLI, R., & ATIQA H NORAZLIMI, N. (2017). The effects of disturbance on the abundance and foraging behaviour of shorebirds and waterbirds in the tropical mudflat areas. *Sains Malaysiana*, 46(3), 365-372.
66. ROCROY, M. (2018); Evaluation du gisement de coques de la baie de Groffliers (Baie d'Authie Nord) en mai 2018 (N°18-007.Vol.,p.5). GEMEL.
67. ROCROY, M. (2022). Évaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule*, année 2022 – Gisements de la baie d'Authie (Fort-Mahon et Groffliers). Rapport du GEMEL n°22-034.
68. ROCLE, N. (2019). Gouverner les enjeux et les risques littoraux : des stratégies de façade (maritime) ? Une analyse de trois stratégies nationales sur le littoral français. 15ème congrès de l'Association Française de Science Politique & 8ème Congrès du réseau des Associations francophones de science politique, Bordeaux, France.
69. ROLET, C., SPILMONT, N., WARD, A., & LUCZAKLES, C. (2014). Limicoles hivernants sur le littoral Nord - Pas-de-Calais: vers une typologie d'occupation en lien avec les ressources alimentaires. *Le Heron*, 47(1), 1-21.

70. ROLET, C., SPILMONT, N., WARD, A., & LUCZAKLES, C. (2014). Capacité d'accueil du littoral Nord - Pas-de-Calais pour les limicoles en hiver.
71. ROLET, C. (2019). Synthèse des enjeux écologiques de la baie d'Authie et recommandations en vue de travaux de dragage et de ré-ensablement au niveau du Bois de Sapins (N°19-002).
72. RUDDOCK, M., & WHITFIELD, D. P. (2007). A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species.
73. SCHMALTZ, L. (2020). Comptage international des oiseaux d'eaux : Guide méthodologique. Wetlands International - LPO France.
74. STILLMAN, R. A., WEST, A. D., CALDOW, R. W. G., & DURELL, S. E. A. L. V. D. (2007). Predicting the effect of disturbance on coastal birds. In *Ibis* (Vol. 149, Issue SUPPL. 1, pp. 73–81). <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00649.x>
75. TAMISIER, A., BECHET, A., JARRY, G., LEFEUVRE, J.-C., & LE MAHO, Y. (2003). Effets du dérangement par la chasse sur les oiseaux d'eau. *Revue d'Écologie, La Terre et La Vie*, 435-449.
76. THRUSH, S. F., HEWITT, J. E., NORKKO, A., NICHOLLS, P. E., FUNNELL, G. A., & ELLIS, J. I. (2003). Habitat change in estuaries: predicting broad-scale responses of intertidal macrofauna to sediment mud content. *Marine Ecology Progress Series*, 263, 101–112.
77. TOISON, V. (2020). Identification et priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques.
78. TRIPLET, P., & SCHRICKE, V. (1998). Les facteurs de dérangement des oiseaux d'eau : synthèse bibliographique des études abordant ce thème en France. *Bulletin Mensuel de l'Office National de La Chasse*, 235, 20–27.
79. TRIPLET, P., MEQUIN, N., & SUEUR, F. (2007). Prendre en compte la distance d'envol n'est pas suffisant pour assurer la quiétude des oiseaux en milieu littoral. *Alauda*, 75(3), 237-242.
80. TRIPLET, P. (2009). Définir, analyser et prendre en compte les dérangements dans la gestion d'un site. *Suivi scientifique, fiche 4.19*, revue GARDE, N°7.
81. TRIPLET, P. (2009). Définir, analyser et prendre en compte les dérangements dans la gestion d'un site. *Revue GARDE*, N°67.
82. TRIPLET, P. (2012). Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. ESTUARIA, cultures et développement durable.
83. TRIPLET, P. (2024). Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature.
84. TELLIER, C., & JUSTIN, E. (2024). Étude de la fréquentation et des activités de loisirs en baie d'Authie.



85. UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF, & ONCFS. (2011). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris.
86. UICN France, & MNHN. (2014). La Liste rouge des espèces menacées en France - Contexte, enjeux et démarche d'élaboration. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
87. UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF, & ONCFS. (2016). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris.
88. WEST, A. D., GOSS-CUSTARD, J. D., DIT DURELL, S. E. A. L. V., & STILLMAN, R. A. (2005). Maintaining estuary quality for shorebirds: Towards simple guidelines. *Biological Conservation*, 123(2), 211–224.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.11.010>
89. WILLIAMS, G., & LEGROUX, N. (2023). Étude sur l'avifaune de la baie d'Authie. Groupe ornithologique et naturaliste agréments Hauts-de-France.
90. WWF. (2022). Rapport planète vivante 2022 - Pour un bilan "nature" positif.
91. YSEBAERT, T., MEININGER, P. L., MEIRE, P., DEVOS, K., BERREVOETS, C. M., STRUCKER, R. C. W., & KUIJKEN, E. (2000). Waterbird communities along the estuarine salinity gradient of the Schelde estuary, NW-Europe. In *Biodiversity and Conservation* (Vol. 9).

# Annexes

## A) Applications “Vasières et bancs de sable” et “Prés salés”

### 1. 1) Vasières et bancs de sable

Chaque observateur se connecte sur un compte individuel et sélectionne son point d'observation (figure a). Y est renseigné les variables environnementales (heure de marée basse, coefficient de marée, couverture nuageuse, état de la mer, éblouissement), puis l'observateur commence à observer les oiseaux présents. Il note à chaque observation l'espèce (grâce à un menu déroulant qui propose les espèces d'un référentiel SiRF), l'effectif, l'angle, la distance et le comportement (via un menu déroulant qui propose six codes : alimentation, en vol, repos, reproduction certaine, reproduction possible, reproduction probable).

L'heure est ajoutée automatiquement, et un espace est réservé aux remarques éventuelles, en saisie libre. Après une heure d'observation de l'avifaune, il commence un suivi des dérangements en sélectionnant l'onglet correspondant. Il note à chaque observation l'espèce dérangée (grâce à un menu déroulant qui propose les espèces d'un référentiel SiRF), l'effectif dérangé, l'activité humaine responsable du dérangement, l'angle, la distance et la distance de réaction (via un menu déroulant qui propose cinq codes : très proche, proche, moyen, loin, très loin). L'heure est ajoutée automatiquement, et un espace est réservé aux remarques éventuelles, en saisie libre.

Toutes ces actions sont répétées pour le second réplica.



Figure a : Capture d'écran de l'application "Baie d'Authie - Vasières et bancs de sable"

## 2) Prés salés

De la même manière que pour le protocole "Vasières et bancs de sable", l'observateur se connecte à l'application en arrivant sur sa zone de prospection (Figure 12). Il renseigne les variables environnementales (heure de marée basse, coefficient de marée, couverture nuageuse, état de la mer, éblouissement, présence ou non de pluie, vitesse et direction du vent), il se géolocalise, et renseigne les observations en parcourant le secteur. Pour chaque observation, il renseigne l'espèce (grâce à un menu déroulant qui propose les espèces d'un référentiel SiRF), l'effectif et le comportement (via un menu déroulant qui propose six codes : alimentation, en vol, repos, reproduction certaine, reproduction possible, reproduction probable). L'heure est ajoutée automatiquement, ainsi qu'une position GPS associée à chaque observation (position ajustée par l'observateur, soit sur sa position suivie en temps réel, soit à petite distance s'il voit un oiseau autour de lui).

L'application permet également de visualiser les données des effectifs cumulés par maille, avec possibilité de filtrer les résultats par espèce et par dates.

Enfin, avec un compte administrateur (uniquement pour les salariés du GON), il est possible d'extraire toutes les données saisies dans l'application (protocoles "Vasières et bancs de sable" - "Observations et dérangements" - et "Prés salés").

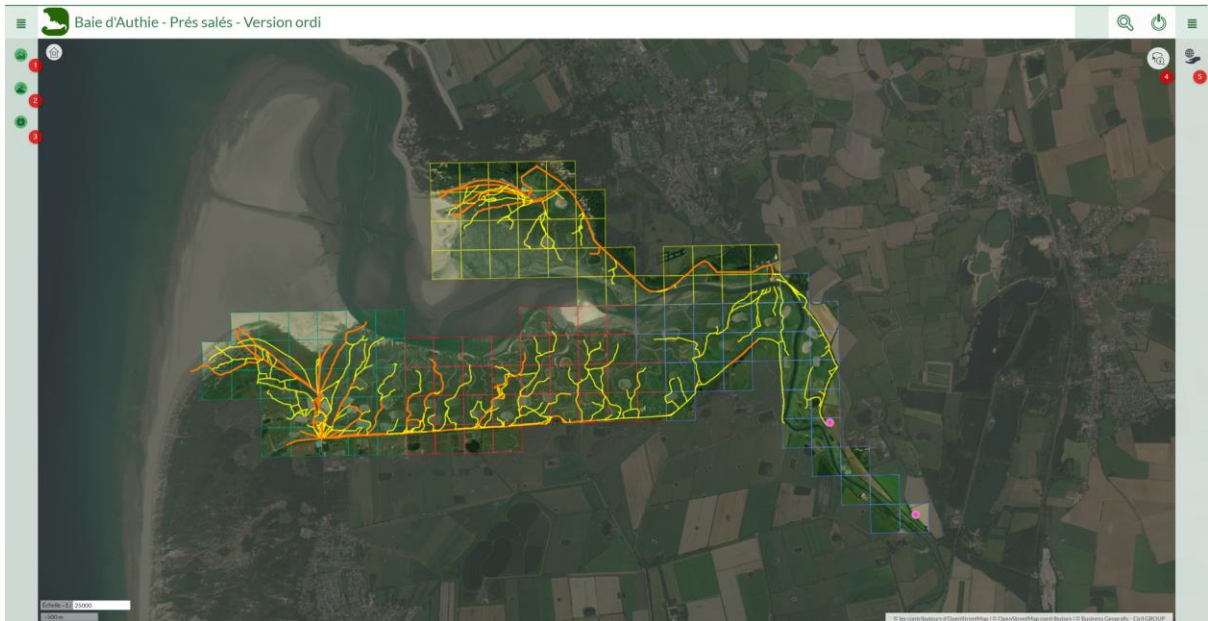


Figure b : Capture d'écran de l'application "Baie d'Authie - Prés salés"

## B) Cartographie

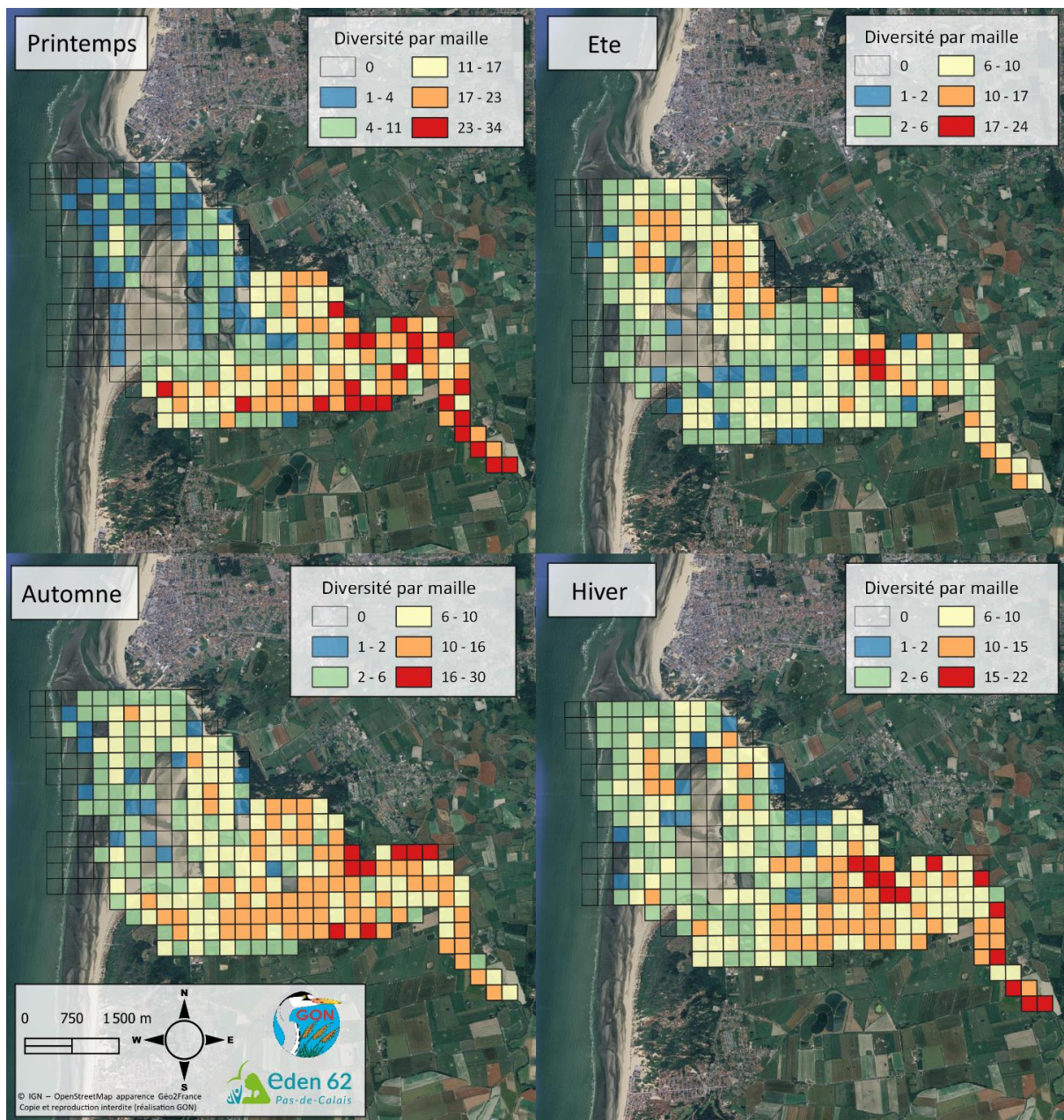


Figure c : Répartition des nombres d'espèces observées par maille en fonction des saisons



Figure d : Répartition des nombres d'individus dérangés

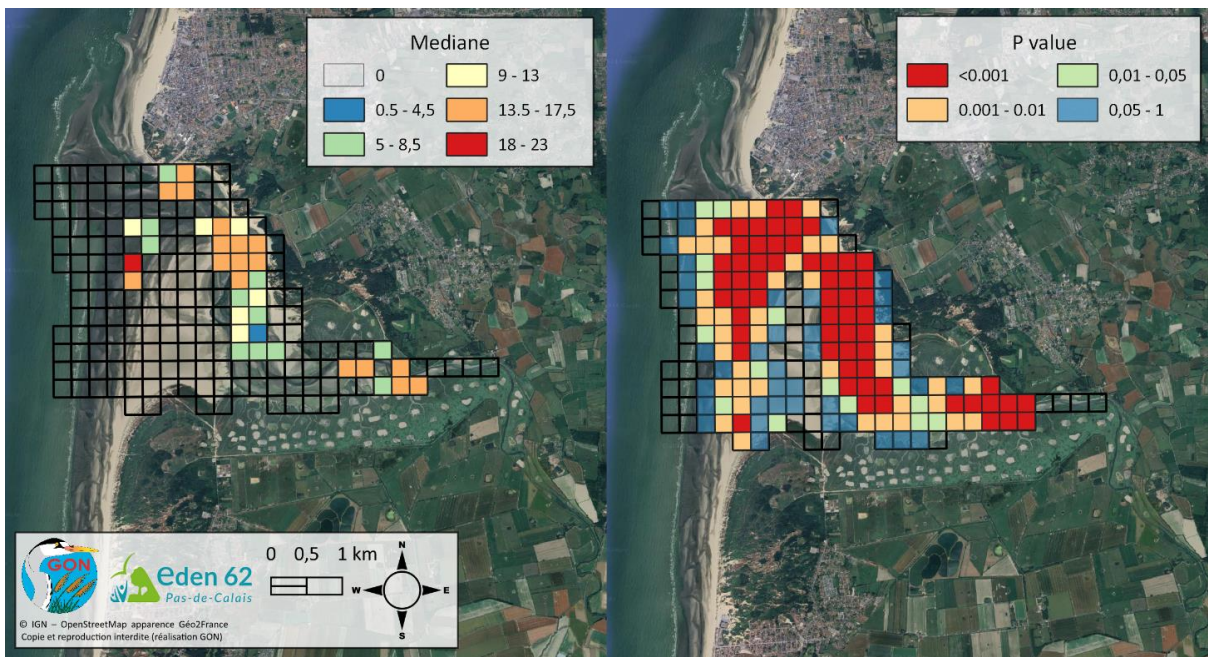


Figure e : Résultats des tests de Wilcoxon pour le protocole “vasières et bancs de sable”

## C) Espèces à enjeux

Tableau a : enjeux pour chaque espèce et effectif maximum observé lors d'un même suivi et/ou d'un même réplica.

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Huitrier pie	Charadriiformes	Limicoles	2328	10		16	8	3
Chevalier gambette	Charadriiformes	Limicoles	293	10	10			2
Spatule blanche	Pelecaniformes	Ardeides	141	5		8	4	3
Vanneau huppe	Charadriiformes	Limicoles	445	8	8			2
Canard pilet	Anseriformes	Anatides	90	10			4	2
Cygne tubercule	Anseriformes	Anatides	143	5		4	5	3
Tadorne de Belon	Anseriformes	Anatides	369	5		5	4	3
Grand Cormoran	Suliformes	Oiseaux marins	1503	5		5	4	3
Aigrette garzette	Pelecaniformes	Ardeides	166	5		4	4	3
Goeland argente	Laridae	Oiseaux marins	3799	5		5	3	3
Mouette rieuse	Laridae	Oiseaux marins	4633	5		5	3	3
Avocette elegante	Charadriiformes	Limicoles	104	5		5	2	3
Barge a queue noire	Charadriiformes	Limicoles	8	12				1
Gravelot a collier interrompu	Charadriiformes	Limicoles	4	4	8			2
Goeland brun	Laridae	Oiseaux marins	619	5		4	3	3
Courlis cortieu	Charadriiformes	Limicoles	223	10				1
Canard chipeau	Anseriformes	Anatides	3	4	6			2
Goeland cendre	Laridae	Oiseaux marins	492	5			5	2
Goeland marin	Laridae	Oiseaux marins	371	5			5	2
Becasseau sanderling	Charadriiformes	Limicoles	330	5			4	2
Combattant varie	Charadriiformes	Limicoles	5	9				1
Fuligule milouin	Anseriformes	Anatides	5	8				1
Grebe castagneux	Podicipediformes	Anatides	7	4		2	2	3
Oie cendree	Anseriformes	Anatides	101	4		4		2
Becassine des marais	Charadriiformes	Limicoles	24	6			2	2

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Chevalier_culblanc	Charadriiformes	Limicoles	11	4			4	2
Courlis_cendre	Charadriiformes	Limicoles	125	5			3	2
Echasse_blanche	Charadriiformes	Limicoles	14	4		4		2
Grand_Gravelot	Charadriiformes	Limicoles	458	5			3	2
Petit_Gravelot	Charadriiformes	Limicoles	6	4		4		2
Cisticole_des_joncs	Passeriformes	Passereaux	23	4	4			2
Faucon_pelerin	Falconiformes	Rapaces	1	4		4		2
Heron_cendre	Pelecaniformes	Ardeides	9	4		2	2	3
Cigogne_blanche	Pelecaniformes	Ardeides	2	3		4		2
Becasseau_variable	Charadriiformes	Limicoles	905	5			2	2
Pluvier_argente	Charadriiformes	Limicoles	137	5			2	2
Tournepiere_a_collier	Charadriiformes	Limicoles	26	5			2	2
Canard_souchet	Anseriformes	Anatides	30	4		2	1	3
Grande_Aigrette	Pelecaniformes	Ardeides	26	5			2	2
Mouette_melanocephale	Laridae	Oiseaux marins	108	5		2		2
Bruant_des_roseaux	Passeriformes	Passereaux	89	4	2			2
Busard_des_roseaux	Accipitriformes	Rapaces	3	4		2		2
Corbeau_freux	Passeriformes	Passereaux	90	6				1
Grebe_huppe	Podicipediformes	Anatides	1	2		2	2	3
Goeland_leucophee	Laridae	Oiseaux marins	14	4			2	2
Gorgebleue_a_miroir	Passeriformes	Passereaux	18	3	3			2
Locustelle_luscinioides	Passeriformes	Passereaux	1	2	4			2
Pipit_farlouise	Passeriformes	Passereaux	640	4	2			2
Tourterelle_des_bois	Columbiformes	Passereaux	5	4	2			2
Traquet_motteux	Passeriformes	Passereaux	7	2	4			2

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Alouette_des_champs	Passeriformes	Passereaux	349	3	2			2
Bergeronnette_des_ruisseaux	Passeriformes	Passereaux	17	3	2			2
Bergeronnette_grise	Passeriformes	Passereaux	73	3	2			2
Bergeronnette_printaniere	Passeriformes	Passereaux	149	3	2			2
Bouscarle_de_Cetti	Passeriformes	Passereaux	16	3	2			2
Barge_rousse	Charadriiformes	Limicoles	34	5				1
Bernache_Cravant	Anseriformes	Anatides	120	5				1
Epervier_d_Europe	Accipitriformes	Rapaces	4	3		2		2
Etourneau_sansonnet	Passeriformes	Passereaux	4359	4		1		2
Faisan_de_Colchide	Galliformes	Gallinacé	4	5				1
Fou_de_Bassan	Suliformes	Oiseaux marins	184	5				1
Canard_colvert	Anseriformes	Anatides	19	3	2			2
Harle_huppe	Anseriformes	Anatides	1	3			2	2
Macreuse_noire	Anseriformes	Anatides	500	5				1
Becasseau_minute	Charadriiformes	Limicoles	12	5				1
Chevalier_abyeur	Charadriiformes	Limicoles	93	5				1
Heron_garde_boeufs	Pelecaniformes	Ardeides	35	5				1
Chevalier_arlequin	Charadriiformes	Limicoles	24	5				1
Hypolais_icterine	Passeriformes	Passereaux	1	1	4			2
Martin_pecheur_d_Europe	Coraciiformes	Passereaux	8	4		1		2
Perdrix_grise	Galliformes	Gallinacé	5	3		2		2
Phragmite_des_joncs	Passeriformes	Passereaux	57	3	2			2
Rale_d_eau	Gruiformes	Ardeides	2	3			2	2
Rousserolle_effarvate	Passeriformes	Passereaux	13	3	2			2
Sterne_caugek	Laridae	Oiseaux marins	1645	5				1
Sterne_pierregarin	Laridae	Oiseaux marins	330	5				1



Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Accenteur mouchet	Passeriformes	Passereaux	11	2	2			2
Balbusard pecheur	Accipitriformes	Rapaces	2	4				1
Busard Saint Martin	Accipitriformes	Rapaces	2	4				1
Cormoran huppe	Suliformes	Oiseaux marins	3	4				1
Faucon crecerelle	Falconiformes	Rapaces	5	3		1		2
Faucon hobereau	Falconiformes	Rapaces	1	3		1		2
Fauvette babillarde	Passeriformes	Passereaux	4	2	2			2
Fauvette grisette	Passeriformes	Passereaux	37	2	2			2
Bernache du Canada	Anseriformes	Anatides	4	4				1
Grand Labbe	Stercorariidae	Oiseaux marins	1	4				1
Canard siffleur	Anseriformes	Anatides	64	4				1
Eider a duvet	Anseriformes	Anatides	1	4				1
Grive musicienne	Passeriformes	Passereaux	13	2	2			2
Gallinule poule d'eau	Anseriformes	Anatides	1	2	2			2
Hibou des marais	Strigiformes	Rapaces	2	4				1
Hirondelle rustique	Passeriformes	Passereaux	148	3		1		2
Linotte melodieuse	Passeriformes	Passereaux	192	3	1			2
Locustelle tachetee	Passeriformes	Passereaux	2	2	2			2
Oie rieuse	Anseriformes	Anatides	34	4				1
Mouette tridactyle	Laridae	Oiseaux marins	4	4				1
Sarcelle d'hiver	Anseriformes	Anatides	8	3			1	2
Tadorne casarca	Anseriformes	Anatides	3	4				1
Becasseau maubeche	Charadriiformes	Limicoles	16	4				1
Pic vert	Piciformes	Passereaux	3	3	1			2
Pinson des arbres	Passeriformes	Passereaux	588	3	1			2

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Pipit maritime	Passeriformes	Passereaux	14	4				1
Pipit spioncelle	Passeriformes	Passereaux	68	4				1
Becassine sourde	Charadriiformes	Limicoles	2	4				1
Pluvier dore	Charadriiformes	Limicoles	66	4				1
Pouillot veloce	Passeriformes	Passereaux	35	2	2			2
Bruant des neiges	Passeriformes	Passereaux	11	3				1
Bruant jaune	Passeriformes	Passereaux	9	2	1			2
Bruant proyer	Passeriformes	Passereaux	2	1	2			2
Buse variable	Accipitriformes	Rapaces	3	2		1		2
Caille des bles	Galliformes	Gallinacé	1	1	2			2
Chardonneret elegant	Passeriformes	Passereaux	253	3				1
Cornelle noire	Passeriformes	Passereaux	30	2	1			2
Coucou gris	Cuculiformes	Passereaux	8	2	1			2
Fauvette des jardins	Passeriformes	Passereaux	4	1	2			2
Grive mauvis	Passeriformes	Passereaux	53	3				1
Hirondelle de rivage	Passeriformes	Passereaux	16	2		1		2
Hypolais polyglotte	Passeriformes	Passereaux	2	2	1			2
Merle noir	Passeriformes	Passereaux	19	1	2			2
Mesange bleue	Passeriformes	Passereaux	28	2	1			2
Foulque macroule	Anseriformes	Anatides	4	2		1		2
Fuligule morillon	Anseriformes	Anatides	4	3				1
Pigeon colombin	Columbiformes	Passereaux	3	3				1
Pigeon ramier	Columbiformes	Passereaux	47	2	1			2

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Pinson du Nord	Passeriformes	Passereaux	53	3				1
Pouillot fitis	Passeriformes	Passereaux	5	1	2			2
Rossignol philomele	Passeriformes	Passereaux	17	2	1			2
Rougegorge familier	Passeriformes	Passereaux	48	2	1			2
Rousserolle verderolle	Passeriformes	Passereaux	2	1	2			2
Oie des moissons	Anseriformes	Anatides	1	3				1
Tarier patre	Passeriformes	Passereaux	16	2	1			2
Tarin des aulnes	Passeriformes	Passereaux	93	3				1
Chevalier guignette	Charadriiformes	Limicoles	12	3				1
Tourterelle turque	Columbiformes	Passereaux	5	2	1			2
Troglodyte mignon	Passeriformes	Passereaux	12	1	2			2
Chevalier sylvain	Charadriiformes	Limicoles	13	3				1
Alouette lulu	Passeriformes	Passereaux	6	2				1
Faisan venere	Galliformes	Gallinacé	3	2				1
Fauvette a tete noire	Passeriformes	Passereaux	18	1	1			2
Grimpereau des jardins	Passeriformes	Passereaux	1	1	1			2
Grive litorne	Passeriformes	Passereaux	12	2				1
Martinet noir	Apodiformes	Passereaux	8	2				1
Merle a plastron	Passeriformes	Passereaux	1	2				1
Mesange a longue queue	Passeriformes	Passereaux	18	2				1
Mesange charbonniere	Passeriformes	Passereaux	29	1	1			2
Mesange huppee	Passeriformes	Passereaux	1	1	1			2
Moineau domestique	Passeriformes	Passereaux	17	1	1			2

Espèce	Groupe taxonomique	Groupe fonctionnel	Effectif maximum observé	Enjeux migration	Enjeux nicheur	Enjeux présence	Enjeux hiver	Nombre d'enjeux évalués
Pipit des arbres	Passeriformes	Passereaux	2	1	1			2
Roitelet a triple bandeau	Passeriformes	Passereaux	3	2				1
Roitelet huppe	Passeriformes	Passereaux	3	1	1			2
Rougequeue noir	Passeriformes	Passereaux	1	1	1			2
Sizerin flamme	Passeriformes	Passereaux	8	2				1
Verdier d Europe	Passeriformes	Passereaux	10	2				1
Bouvreuil pivoine	Passeriformes	Passereaux	2	1				1
Choucas des tours	Passeriformes	Passereaux	57	1				1
Cochevis huppe	Passeriformes	Passereaux	2	1				1
Geai des chenes	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Grive draine	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Guepier d Europe	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Hirondelle de fenetre	Passeriformes	Passereaux	3	1				1
Pic epeiche	Piciformes	Passereaux	1	1				1
Pie bavarde	Passeriformes	Passereaux	4	1				1
Pie griche ecorcheur	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Pigeon biset domestique	Columbiformes	Passereaux	20	1				1
Rousserolle turdoide	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Serin cini	Passeriformes	Passereaux	3	1				1
Sittelle torchepot	Passeriformes	Passereaux	1	1				1
Cygne noir	Anseriformes	Anatides	2	1				1
Ouette d'egypte	Anseriformes	Anatides	2	1				1
Tarier des pres	Passeriformes	Passereaux	1	1				1

## D) Script R

### 1) Vegelittes, Kruskal-Wallis

```
##-----  
## SCRIPT : Vegelittes  
## Authors : Gary Williams  
## Last update : 2024-07-25  
##  
##R version 4.4.0 (2024-04-24 ucrt) -- "Puppy Cup"  
##Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing  
##Platform: x86_64-w64-mingw32/x64  
##-----  
  
##### Données #####  
  
#Importer  
donnees <- read.csv(file = paste(DataDir, "Vegelittes.csv", sep =  
"/"),header=T,sep=";",dec=",")  
donnees <- donnees %>%  
  filter(Groupe == "Passeriformes")  
donnees <- donnees %>%  
  filter(SERIE != "non_classe")  
donnees <- donnees[,c(10,12,23)]  
donnees <- na.omit(donnees)  
  
#####Analyse kruskal walis et dunn #####  
## Problématique : Y a t-il une différence significative de l'effectif observé entre les  
différent milieux  
  
#Rassembler les données par date et par milieux  
#Enlever les etourneaux car trop de poids  
donnees <- read.csv(file = paste(DataDir, "Vegelittes.csv", sep =  
"/"),header=T,sep=";",dec=",")  
donnees <- donnees %>%  
  filter(Groupe == "Passeriformes",espece != "etourneau_sansonnet")  
donnees <- donnees %>%  
  filter(SERIE != "non_classe")  
donnees <- donnees[,c(10,12,22,23,24,25)]  
donnees <- na.omit(donnees)  
  
effectifs_sum <- donnees %>%  
  group_by(SERIE, fid_2, date) %>%  
  summarise(effectif = sum(effectif), .groups = 'drop')  
  
unique_dates <- distinct(donnees, date) %>% # Obtenir les combinaisons uniques de fid_2 et  
date  
  arrange(date)  
  
unique_fid_2_series_surface <- distinct(donnees, fid_2, SERIE, SERIE_regroupe, surf_m2) %>%  
  arrange(fid_2)  
  
all_combinations <- expand.grid(fid_2 = unique_fid_2_series_surface$fid_2, date =  
unique_dates$date) %>% # Créer toutes les combinaisons possibles de fid_2, de dates, et  
associer les SERIES et les surfaces  
  left_join(unique_fid_2_series_surface, by = "fid_2")  
  
complete_data <- all_combinations %>% # Joindre  
  left_join(effectifs_sum, by = c("fid_2", "date"))  
  
complete_data <- complete_data %>% # Remplacer les NA par 0 pour les combinaisons sans  
effectifs  
  mutate(total_effectif = ifelse(is.na(effectif), 0, effectif))
```

```

complete_data<-complete_data[,c(1:5,8)]
names(complete_data) <- c("zone", "date", "milieu", "milieu_group", "surface", "effectif")

#Variance
complete_data$milieu <- as.factor(complete_data$milieu)
leveneTest(effectif ~ milieu, data = complete_data)

#Normalité
ad.test(complete_data$effectif)

#test
kruskal.test(effectif ~ surface, data = complete_data)

```

## Résultats

Le test de Kruskal-Wallis compare les médianes de chaque groupe, ici les effectifs observés dans les différents milieux (figure a1) lors de chaque suivi. Trois paramètres sont associés au test :

- La statistique chi-carré dans le test de Kruskal-Wallis est la somme des écarts entre chaque médiane de chaque groupe. Plus cette statistique est élevée, plus il est probable qu'il y ait une différence significative entre les groupes.
- Les degrés de liberté (df) sont liés au nombre de groupes comparés. Plus celui-ci est important, plus les degrés de liberté augmentent, ce qui peut affecter la fiabilité du test.
- La p-value, associée au test, indique s'il y a une différence significative. Une p-value faible, par convention inférieure à 0,05, indique que la différence observée est significative. Une p-value supérieure à 0,05 indique qu'il n'est pas possible d'affirmer que les groupes étudiés sont différents. Il est considéré qu'une p-value est significative au seuil de 0.05, très significative au seuil 0.01, et extrêmement significative au seuil 0.001.

Tableau b : Résultats du test de Kruskal-Wallis caractérisant l'effet de la végétation et de la surface de chaque milieu sur l'effectif de passereaux observé en baie.

	Chi-carré	Degrés de liberté	P-value
Effectif observé ~ Milieux	414.33	9	$2.2 \times 10^{-16}$
Effectif observé ~ Surface	1789	155	$2.2 \times 10^{-16}$

Pour l'effet de la végétation (Tableau b), la statistique chi-carré indique que la somme des écarts entre les médianes de chaque groupe est de 414,33 individus, et que cette différence est extrêmement significative ( $<0.001$ ).

Pour l'effet de la surface de chaque milieu, la statistique chi-carré indique que la somme des écarts entre les médianes de chaque groupe est de 1789 individus, et que cette différence est extrêmement significative ( $<0.001$ ).

## 2) Test de Wilcoxon

```
##-----  
## SCRIPT : Tests statistiques effectif  
## Authors : Gary Williams  
## Last update : 2024-07-25  
##  
##R version 4.4.0 (2024-04-24 ucrt) -- "Puppy Cup"  
##Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing  
##Platform: x86_64-w64-mingw32/x64  
##-----  
  
##### Données PS #####  
  
#Importer  
donnees <- read.csv(file = paste(DataDir, "PS.csv", sep = "/"),header=T,sep=";",dec=",")  
donnees <- donnees[,c(10,12,21)]  
donnees <- na.omit(donnees)  
code_PS <- read.csv(file = paste(DataDir, "Code_PS.csv", sep = "/"),header=T,sep=";",dec=",")  
  
# Regrouper par Code, Date, et Répliques, puis sommer les effectifs  
donnees_PS<- donnees %>%  
  group_by(Code, date) %>%  
  summarise(effectif = sum(effectif), .groups = 'drop')  
  
#Prendre en compte les 0 dans les dates prés salés  
date <- unique(donnees_PS$date)  
Code <- unique(code_PS$Code)  
complete_grid <- expand.grid(date = date, Code = Code, stringsAsFactors = FALSE) %>%  
  as_tibble()  
  
donnees_PS <- complete_grid %>%  
  left_join(donnees_PS, by = c("date", "Code")) %>%  
  mutate(effectif = if_else(is.na(effectif), 0, effectif))  
  
##### Test de normalité #####  
  
shapiro.test(donnees_PS$effectif)  
ad.test(donnees_VBDS$effectif)  
  
### PS : Student l'effectif de chaque maille est comparé statistiquement a la moyenne de toute  
les mailles ###  
  
mediane_globale <- median(donnees_PS$effectif) # Moyenne de référence  
  
sous_groupes <- unique(donnees_PS$Code) # Obtenir les sous-groupes uniques  
  
resultats_tests_PS <- data.frame( # Initialiser une liste pour stocker les résultats des tests  
  Code = character(),  
  p_value = numeric(),  
  median = numeric(),
```

```

stringsAsFactors = FALSE
)

# Boucler sur chaque sous-groupe et effectuer un test de Wilcoxon pour un échantillon
for (groupe in sous_groupes) {
  sous_groupe_data <- donnees_PS$effectif[donnees_PS$Code == groupe]

  # Vérifier si le sous-groupe a plus d'une observation
  if (length(sous_groupe_data) > 1) {
    wilcox_test_result <- wilcox.test(sous_groupe_data, mu = mediane_globale)

    # Calculer la médiane de l'échantillon
    sample_median <- median(sous_groupe_data)

    # Ajouter les résultats à la liste
    resultats_tests_PS <- rbind(resultats_tests_PS, data.frame(
      Code = groupe,
      p_value = wilcox_test_result$p.value,
      median = sample_median))
  } else {
    # Si le sous-groupe a moins de 2 observations, ajouter NA
    resultats_tests_PS <- rbind(resultats_tests_PS, data.frame(
      Code = groupe,
      p_value = NA,
      median = median(sous_groupe_data))))}
}

```

### 3) Meteo, corrélation de Spearman

```

##-----
## SCRIPT : Corrélation Authie
## Authors : Gary Williams
## Last update : 2024-07-23
##
##R version 4.4.0 (2024-04-24 ucrt) -- "Puppy Cup"
##Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing
##Platform: x86_64-w64-mingw32/x64
##-----

##### Matrice et p-value #####
donnees <- read.csv(file = paste(DataDir, "meteo_vbds.csv", sep =
"/"),header=T,sep=";",dec=",")

resultat <- donnees %>%
  group_by(date,numero,id_point_obs, etat_mer, nebulo, vitesse_vent, direction_vent,
eblouissement) %>%
  summarise(
    somme_effectif = sum(effectif, na.rm = TRUE),
    nombre_especes = n_distinct(nom_commun)
  )

resultat <-resultat[,-c(1)]
resultat <- na.omit(resultat)
resultat<-as.numeric(resultat)

library(Hmisc)
mcor <- cor(resultat )

shapiro.test(resultat$somme_effectif)
shapiro.test(resultat$nombre_especes)

pmcor<-rcorr(mcor, type=c("spearman"))
mcor<-data.frame(mcor)
pmcor<-data.frame(pmcor[3])

```

## 4) Diversité, Shannon, Simpson et Pielou

```
##-----  
## SCRIPT : Indice de diversite  
## Authors : Igor Boyer  
## Last update : 2024-07-04  
##  
##R version 4.4.0 (2024-04-24 ucrt) -- "Puppy Cup"  
##Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing  
##Platform: x86_64-w64-mingw32/x64  
##-----  
  
###Données  
matrice_gary <- read_ods("C:/Users/Gary Williams/Desktop/Données/Données  
Qgis/Matrice_div_tot.ods", row_names = T, as_tibble = F)  
matrice_gary <- subset(matrice_gary, Groupe_fonctionnel == "Anatides")  
matrice_gary <- matrice_gary[,2:267]  
matrice_gary <- t(matrice_gary )  
matrice_gary <- matrice_gary[1:266,1:169]  
matrice_gary[is.na(matrice_gary)]<- 0  
  
###Richesse spécifique  
spec_gary <- data.frame(specnumber(matrice_gary))  
  
spec_gary <- data.frame(cbind(row.names(spec_gary), spec_gary))  
colnames(spec_gary) <- c("Sites", "Richesse_spécifique")  
spec_gary <- spec_gary %>% arrange(Sites)  
spec_gary$Richesse_spécifique <- as.numeric(spec_gary$Richesse_spécifique)  
spec_gary  
  
###indices de diversité  
#Shannon  
shannon_gary <- data.frame(diversity(matrice_gary, index = "shannon"))  
shannon_gary <- data.frame(cbind(row.names(shannon_gary),  
                                shannon_gary))  
colnames(shannon_gary) <- c("Sites", "shannon")  
shannon_gary <- shannon_gary %>% arrange(Sites)  
spec_gary$shannon <- shannon_gary$shannon  
spec_gary  
  
#simpson  
simpson_gary <- data.frame(diversity(matrice_gary, index = "simpson"))  
simpson_gary <- data.frame(cbind(row.names(simpson_gary),  
                                simpson_gary))  
colnames(simpson_gary) <- c("Sites", "simpson")  
simpson_gary <- simpson_gary %>% arrange(Sites)  
spec_gary$simpson <- simpson_gary$simpson  
spec_gary  
  
###Indice d'équitabilité de Pielou  
ls <- NA  
for (i in 1:nrow(spec_gary)){  
  ls[i] <- unlist(spec_gary$shannon[i])/log(spec_gary$Richesse_spécifique[i])  
spec_gary$Equitabilité_Pielou <- ls  
  
spec_gary$Equitabilité_Pielou <- as.numeric(spec_gary$Equitabilité_Pielou)
```

## Corrélation de Spearman HABISSE

Tableau c : Matrice de corrélation entre le nombre d'anatidés observés et les différents milieux

Pour le suivi des vasières et bancs de sable, le nombre d'anatidés observés est corrélé aux variables "Authie" et "Vasières" et légèrement corrélé à la variable "Bancs de sable" (Tableau c). Les corrélations avec les variables "Vasières" et "Bancs des sable" sont significatives. Ce n'est pas le cas avec la variable Authie bien que la p-value soit proche du seuil de significativité.

Tableau d : matrice de corrélation entre le nombre d'ardéidés observés et les différents milieux

	Slikke	Authie	Bancs de sable	Vasières
Coefficient de corrélation de Spearman	-0.062	0.452	-0.025	0.507
P-value	0.729	0.004	0.519	$8,067 \times 10^{-4}$

Le nombre d'ardéidés observés durant le suivi des vasières et bancs de sable est extrêmement corrélé aux variables "Authie" et "Vasières" (Tableau d). La corrélation avec la variable "Authie" est significative et la corrélation avec la variable "Vasière" est extrêmement significative.

Tableau e : matrice de corrélation entre le nombre de limicoles observés et les différents milieux

	Slikke	Authie	Bancs de sable	Vasières
Coefficient de corrélation de Spearman	-0.041	0.280	0.127	0.482
P-value	0.915	0.056	0.190	0.004



Le nombre de limicoles sur les vasières et bancs de sable paraît corrélé à la variable “Authie”, légèrement corrélé à la variable “Bancs de sable” et extrêmement corrélé à la variable “Vasières” (Tableau e). Seule la corrélation avec la variable “Vasières” est significative. Ce n'est pas le cas de la corrélation avec la variable “Authie” bien que la p-value soit proche du seuil de significativité.

Tableau f : matrice de corrélation entre le nombre d’oiseaux marins observés et les différents milieux

	Slikke	Authie	Bancs de sable	Vasières
Coefficient de corrélation de Spearman	-0.125	0.364	0.127	0.641
P-value	0.670	0.029	0.385	$3,302 \times 10^{-4}$

Le nombre d’oiseaux marins observés est de même corrélé à la variable “Authie”, légèrement corrélé à la variable “Bancs de sable” et extrêmement corrélé à la variable “Vasières” (Tableau f). La corrélation avec la variable “Authie” est significative et la corrélation avec la variable “Vasières” est extrêmement significative.

Tableau g : matrice de corrélation entre le nombre de passereaux observés et les différents milieux

	Slikke	Authie	Bancs de sable	Vasières
Coefficient de corrélation de Spearman	0.054	0.109	0.131	0.0469
P-value	0.259	0.385	0.0112	0.502

Enfin, le nombre de passereaux observés apparaît légèrement corrélé à la variable “Bancs de sable” et à la variable “Authie” (Tableau g). Seule la corrélation avec la variable “Bancs de sable” est significative.

NOVEMBRE 2024

Convention de partenariat  
Eden 62 - GON



## Étude de la fonctionnalité de la Baie d'Authie pour l'avifaune

Analyse de la campagne  
de suivi 2023 > 2024

### CONTACTS

**Chloé TELLIER**  
06 09 94 95 42  
chloe.tellier@eden62.fr

**Nathan Legroux**  
07 69 04 00 98  
nathan.legroux@gon.fr

> Rédaction du rapport :  
Gary Williams (GON), Chloé Tellier (Eden 62), Gauthier Poiriez (GON)  
> Analyses statistiques des données :  
Gary Williams (GON)  
> Analyses cartographiques :  
Gary Williams (GON), Chloé Tellier (Eden 62)  
> Conception application, gestion et maintenance de la base de données :  
Claire Blaise (GON), Maureen Thuillier (GON)  
> Coordinateur du projet :  
Chloé Tellier (Eden 62), Nathan Legroux (GON)  
> Comité de relecture :  
Carole Perron (OFB / PNM EPMO), Nathan Legroux (GON), Lucas Bouin (GON), Sarah Pischuitta (GON),  
Robin Quevillart (GON), Dominique Derout (Eden 62), Michelle Montmoulineix (GON), Igor Boyer (GON).

 Financé par  
l'Union européenne  
NextGenerationEU



**62** Pas-de-Calais  
Mon Département

