GROUPE D'ÉTUDE DES CÉTACÉS DU COTENTIN
et des mammifères marins de la Mer de la Manche

Suivi des populations côtières de grands dauphins des sous-régions marines Manche est-Mer du Nord et Mers Celtiques-Manche ouest

Rapport scientifique 2020

Étude réalisée dans le cadre du contrat de recherche et développement relatif au suivi des populations côtières de grands dauphins des sous-régions marines Manche est-Mer du Nord et Mers Celtiques-Manche ouest, dans le cadre du programme de surveillance de la DCSMM du 02/11/2020

Pauline Couet – Delphine Eloi – Gérard Mauger

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

MAAF

SOMMAIRE

Avant-propos 3
1. Travail de terrain 4
1.1. Le matériel nécessaire au travail de terrain 2020 4
1.2. La zone d'étude 5
1.3. Le suivi de terrain en 2020 6
1.4. La prospection des Aires Marines Protégées (AMP) 9
2. La photo-identification de l'année 2020 10
2.1. Présentation de la méthode de photo-identification 11
2.2. Photographies analysées pour l'année 2020 13
2.3. État du catalogue 14
3. L'estimation de la population de l'année 2020 14
4. Fréquentation des Aires Marines Protégées par les grands dauphins 15
5. Récapitulatif des résultats du suivi de l'année 2020 17
6. Le suivi de la population de 2009 à 2020 17
6.1. L'effort de recherche 17
6.2. La photo-identification 20
6.2.1. État des lieux 20
6.2.2. Évolution du catalogue 21
6.2.3 Synthèse des identifications 22
6.3. Estimations du nombre d'individus marqués et leur facteur de correction 23
6.4. Estimations de la taille de la population de 2010 à 2020 27
6.5. Estimation du taux de survie 30
7. Conclusion 30
Remerciements 31
Bibliographie 32

Avant-propos

Le Groupe d'Étude des Cétacés du Cotentin (GECC) a pour mission l'étude et la préservation des mammifères marins en mer de la Manche. Depuis 1997, l'association se spécialise dans le suivi d'une population côtière et sédentaire de grands dauphins en mer de la Manche, identifiée sur une zone allant de la baie de Seine à la baie de Saint-Brieuc.

Ce rapport, réalisé avec le soutien financier de l'Office Français de la Biodiversité et de MAAF Assurances SA, rend compte du travail de suivi de l'année 2020 : il présente le travail de terrain, la photo-identification, et les résultats obtenus.

Ce rapport ne détaille pas l'espèce des grands dauphins, ce point a été exposé en détail dans une précédente synthèse (voir le rapport de suivi de l'année 2013), téléchargeable sur le site internet de l'association https://gecc-normandie.org/rapports/.

Grand dauphin sur le bâbord du vieux gréement « la Croix du Sud III » de l'association Voiles écarlates - 2008 Ouest Cotentin - Gérard Mauger / GECC

1. Travail de terrain

Le GECC effectue des sorties en mer tout au long de l'année. Ces sorties ont lieu lorsque les conditions météorologiques offrent une bonne visibilité pour l'observation avec un vent faible, soit moins de 10 nœuds. Pour l'observation en mer, un équipage d'au moins deux personnes est requis : un pilote et un observateur, l'idéal étant d'avoir trois observateurs.

1.1. Le matériel nécessaire au travail de terrain 2020

En 2020, les sorties en mer ont été réalisées avec un Targa 27.1. Cette embarcation, longue de près de 9 mètres est notamment équipée d'un pont supérieur qui permet une meilleure visibilité puisque les observateurs se trouvent à plus de 2 mètres au-dessus de l'eau.

Le GECC a réalisé le travail de saisie des observations en mer à l'aide du *volet Expert* de l'application OBSenMER qu'il a développé en 2016. Cette application fonctionnant à l'aide d'une tablette IPad enregistre le trajet GPS du bateau, ainsi que de nombreux détails des observations catégorisées dans le menu selon les espèces et saisies par les observateurs Ces données sont directement transférées sur la base de données OBSenMER, par connexion internet.

L'application OBSenMER permet de limiter le temps de saisie sur le terrain et le risque de perte des données lors des différentes manipulations. Le gain de temps dans le traitement des données est également considérable puisque une fois la sortie achevée, les données sont archivées automatiquement sur la base de données.

Le matériel nécessaire à la prise de photographies des ailerons de grands dauphins en mer comprend :

- un reflex numérique Canon avec un objectif de 17-85 mm qui permet de prendre les individus proches du bateau ;
- un reflex numérique Canon avec un objectif de 70-200 mm qui permet de prendre les individus à mi-distance ;
- un reflex numérique Canon équipé d'un zoom de 100-400 mm qui permet de photographier les individus qui sont éloignés du bateau.

La durée moyenne des sorties en 2020 a été de 6 heures et 11 minutes. Lorsque l'équipage est en prospection, le bateau se déplace à une vitesse moyenne comprise entre 10 et 15 nœuds. Les déplacements sont entrecoupés de pauses pour favoriser la recherche des animaux.

Quand un groupe de grands dauphins est repéré, le bateau s'approche lentement pour s'adapter à leur vitesse tout en conservant une distance de sécurité d'environ 100 m,

suffisante la plupart du temps pour la prise de photographies, afin de diminuer les risques de dérangement. Cette distance peut être exceptionnellement réduite si les animaux s'approchent d'eux-mêmes du bateau. Chaque observation correspond à un groupe. Il est entendu par groupe un ensemble d'individus séparés par moins de 500 m. Le nombre de dauphins qui forme le groupe est estimé et noté par tranche, ou intervalle, de 10 individus. Lorsqu'il apparaît que l'ensemble des animaux a pu être photographié, le bateau reprend sa prospection.

Au cours des sorties, l'activité à bord du bateau est soigneusement détaillée : temps alloué à la recherche des animaux, temps passé avec les animaux, temps de pause. Ces précisions permettent par la suite d'extraire le temps passé à prospecter la zone (effort de recherche) et celui passé à photographier les mammifères marins.

1.2. La zone d'étude

La zone d'étude du GECC s'étend de la baie de Seine à la baie de Saint-Brieuc. Elle intègre les îles anglo-normandes, à savoir Jersey, l'archipel des Ecréhou et le plateau des Minquiers (Figure 1).

Cette zone a été délimitée en fonction des observations régulières de grands dauphins appartenant à la population de la mer de la Manche. Elle correspond à une surface d'environ 7 000 km². Guernesey, Serk et Aurigny ne sont pas comprises dans cette zone d'étude car peu d'observations de grands dauphins ont été signalées autour de ces îles.

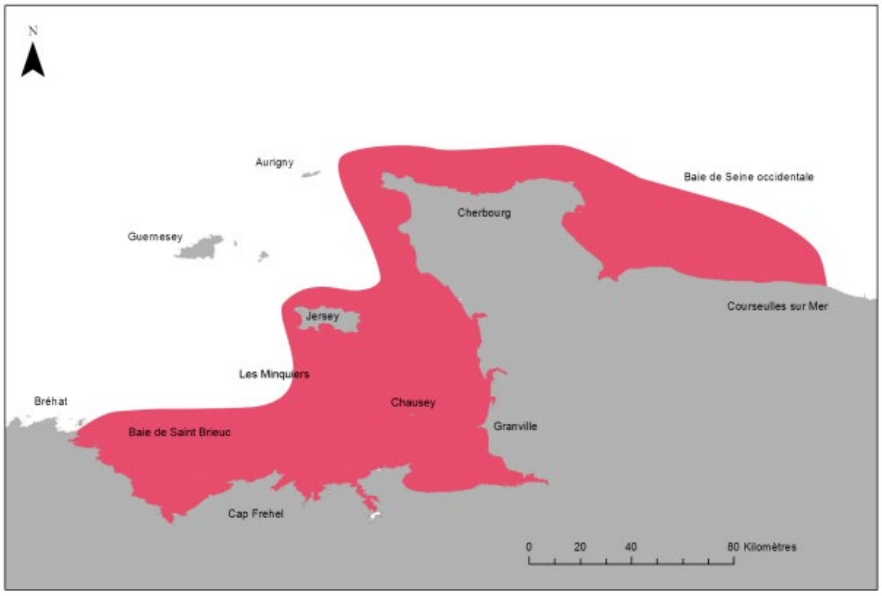

Figure 1 : La zone d'étude du GECC

1.3. Le suivi de terrain en 2020

En 2020, le GECC a effectué **31 sorties** au cours desquelles 66 groupes de grands dauphins ont été rencontrés. Au total, 191 heures ont été passées en mer, dont 153 heures consacrées à l'effort de recherche.

Le Tableau 1 détaille le déroulement de chacune de ces sorties : date, durée totale, temps alloué à l'observation, temps alloué aux pauses, effort de recherche (temps passé à rechercher activement les animaux), espèces de mammifères marins rencontrées et nombre au cours de la sortie.

Tableau 1 : Détails des sorties effectuées en 2020

N°	Date	Durée de la sortie hh:mm	Durée d'observation de grands dauphins hh:mm	Pauses hh:mm	Effort de recherche hh:mm	Espèce - Nombre de groupes observés
1	30/05/2020	01:28	00:14	00:00	01:14	Grand dauphin - 1
2	03/06/2020	05:38	01:16	00:00	04:21	Grand dauphin - 4
3	10/06/2020	00:50	00:00	00:00	00:50	0
4	14/06/2020	04:56	00:00	00:00	04:56	0
5	15/06/2020	08:42	01:47	00:00	06:54	Grand dauphin - 9
6	17/06/2020	05:20	00:47	00:00	04:32	Grand dauphin - 7
7	23/06/2020	06:22	01:37	00:00	04:45	Grand dauphin - 3
8	24/06/2020	07:50	01:59	00:00	05:51	Grand dauphin - 3
9	25/06/2020	03:40	00:00	00:00	03:40	0
10	13/07/2020	07:07	02:19	00:00	04:48	Grand dauphin - 4
11	18/07/2020	07:49	00:53	00:00	06:55	Grand dauphin - 3
12	19/07/2020	07:06	01:51	00:00	05:15	Grand dauphin - 8
13	23/07/2020	07:54	02:13	00:00	05:40	Grand dauphin - 5
14	29/07/2020	08:45	02:23	00:00	06:21	Grand dauphin - 4
15	06/08/2020	09:24	02:52	00:00	06:31	Grand dauphin - 3
16	11/08/2020	07:31	02:46	00:00	04:45	Grand dauphin - 5
17	12/08/2020	04:54	00:00	00:00	04:54	0
18	24/08/2020	09:54	00:00	00:32	09:21	0
19	27/08/2020	04:41	00:00	01:27	03:13	0
20	01/09/2020	06:18	00:09	00:00	06:09	Grand dauphin - 1
21	02/09/2020	09:45	00:00	00:41	09:03	0
22	04/09/2020	02:15	00:00	00:00	02:15	0
23	05/09/2020	00:33	00:00	00:00	00:33	0
24	07/09/2020	08:20	00:00	00:00	08:20	0
25	08/09/2020	06:34	00:00	01:31	05:03	0
26	10/09/2020	05:28	02:00	00:52	02:36	Grand dauphin - 1
27	11/09/2020	08:23	01:16	01:47	05:18	Grand dauphin - 2
28	12/09/2020	08:43	00:00	00:21	08:21	Grand dauphin - 1
29	12/09/2020	06:46	1:45	00:00	05:01	Grand dauphin - 1
30	13/09/2020	04:47	00:00	00:00	04:47	0
31	27/11/2020	03:59	02:30	00:04	01:25	Grand dauphin - 1

En 2020, les sorties ont principalement eu lieu au printemps et en été. Une seule sortie a été réalisée en automne et aucune en hiver du fait de conditions météorologiques défavorables ou des contraintes sanitaires liées l'épidémie de COVID-19.

Tableau 2 : Répartition de l'effort de recherche en fonction des saisons pour l'année 2020

Saison	Nombre de sorties	Effort de recherche en hh:mm	Effort de recherche en %
Hiver	0	00:00	0
Printemps	6	22:47	15 %
Eté	24	129:25	84 %
Automne	1	1:25	1 %
Total	**31**	**153:37**	**100 %**

La Figure 2 permet de mettre en évidence la zone de prospection du GECC pour l'année 2020. L'ensemble de l'ouest du Cotentin a été couvert, et notamment le Nord de cette zone. Des sorties ont aussi permis de prospecter le nord de la Bretagne entre les villes de Saint-Malo et de Saint-Caast-le-Guildo. Cependant, malgré des efforts pour couvrir la Baie de Seine, cette zone est restée très peu explorée au cours de l'année 2020.

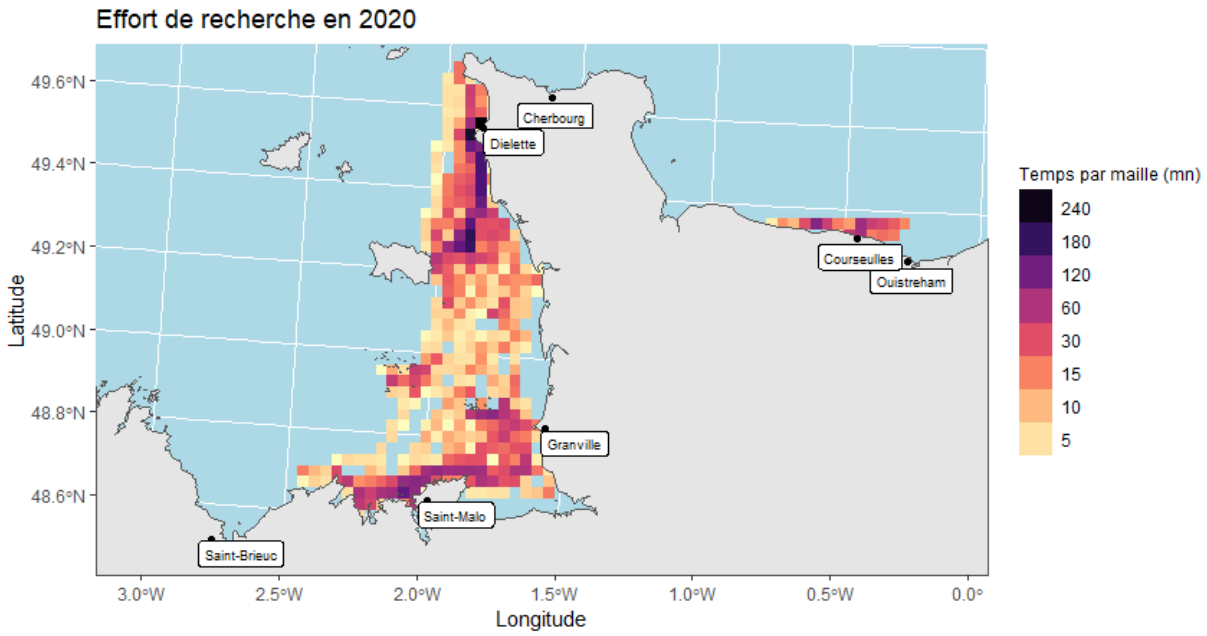

Figure 2 : Effort de recherche pour l'année 2020 par maille de 3 km²

En 2020, les observations de groupes de grands dauphins se sont principalement concentrées autour de l'archipel des Ecréhou (Figure 3). Peu de rencontres ont été faites dans le Sud du Cotentin et au Nord de la Bretagne (Saint-Malo), malgré un effort de recherche notable dans ces zones.

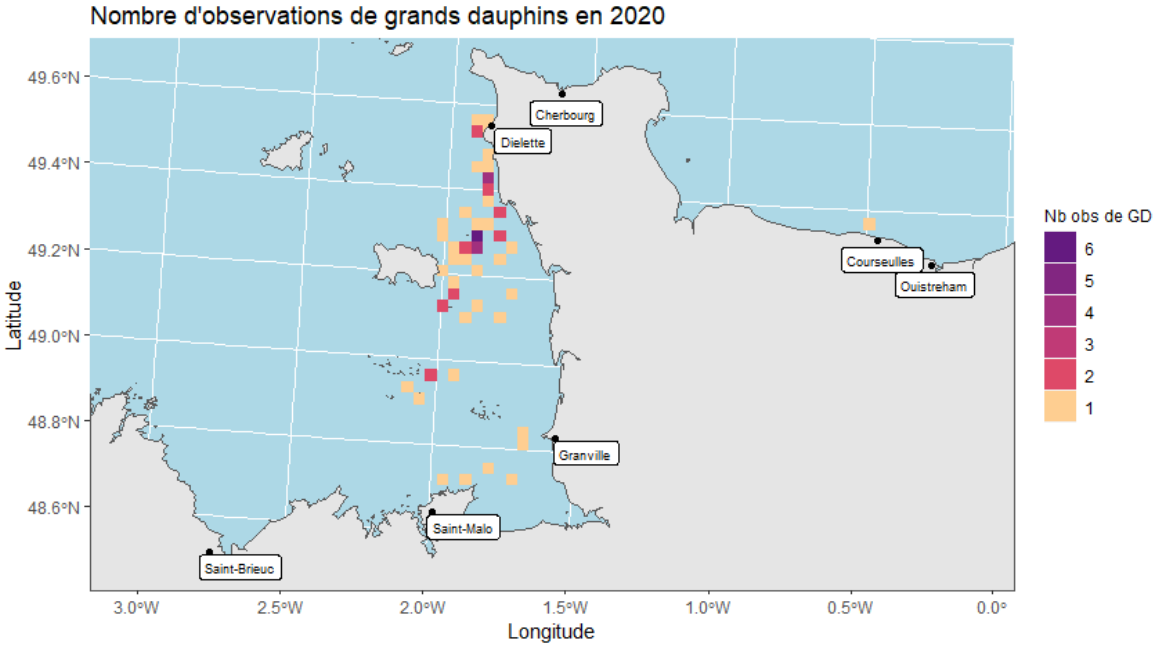

Figure 3 : Points de contact avec les groupes de grands dauphins en 2020.

La Figure 4 permet de corriger le nombre d'observations par le temps passé en effort de recherche par maille. En effet plus le temps de prospection dans un secteur est grand, plus les chances de rencontres sont importantes. Pour l'année 2020, ce taux de rencontre est faible (0.3). Le taux le plus élevé se situe au Sud-Est de Jersey.

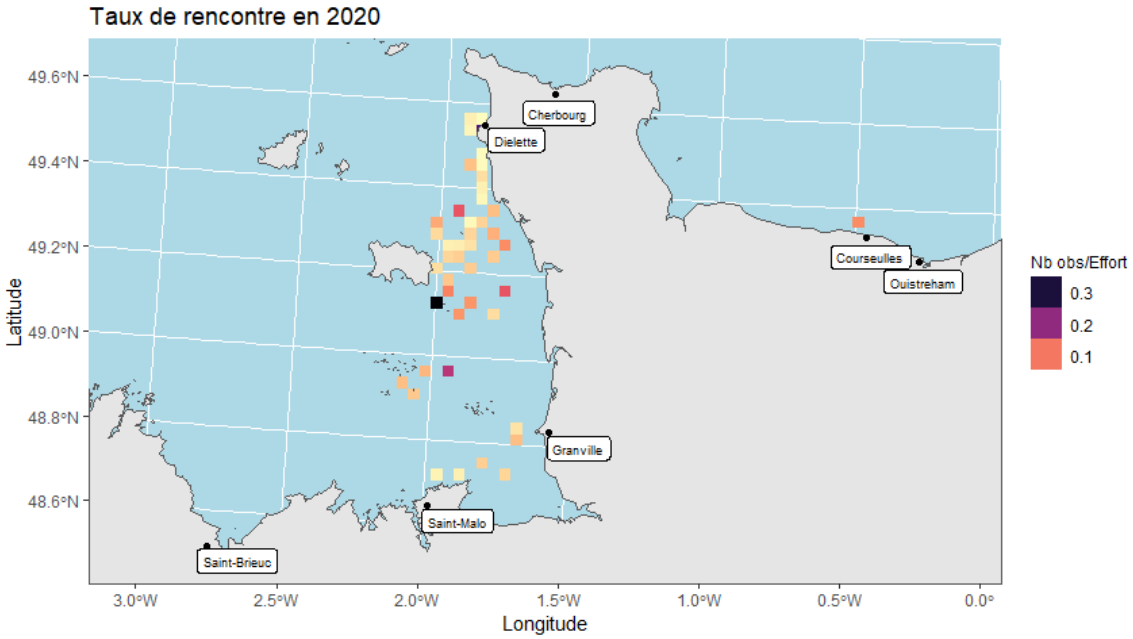

Figure 4 : Ratio du nombre de groupes rencontrés divisé par l'effort de recherche par maille de 3 km² en 2020.

1.4. La prospection des Aires Marines Protégées (AMP)

La zone d'étude du GECC couvre plusieurs Aires Marines Protégées (AMP), principalement des sites classés Natura 2000 (N2000). Ces zones ont pour objectif d'assurer le bon état de conservation de certains habitats et espèces (animales et végétales) considérés comme menacés, vulnérables ou rares. Ces habitats et espèces sont listés dans les documents d'objectifs (DOCOB) de chaque zone N2000. La population de grands dauphins de la mer de la Manche est inscrite dans la plupart de ces DOCOB comme une population à enjeu fort. Il est donc nécessaire d'étudier et de comprendre la fréquentation de ces AMP par les grands dauphins.

Pour répondre à cet objectif, le GECC s'est engagé à prospecter ces zones d'intérêt prioritaires. Cependant, la situation sanitaire de l'année 2020 a grandement limité le travail de terrain, et, le suivi régulier de ces zones n'a pas été aussi dense que ce qui était souhaité. Néanmoins, le présent rapport détaille les quelques sorties en mer sur les sites AMP de l'ouest Cotentin et du nord de la Bretagne (Figure 5 et Tableau 3). Le bilan des individus rencontrés est exposé dans le chapitre « Fréquentation des Aires Marines Protégées par les grands dauphins ».

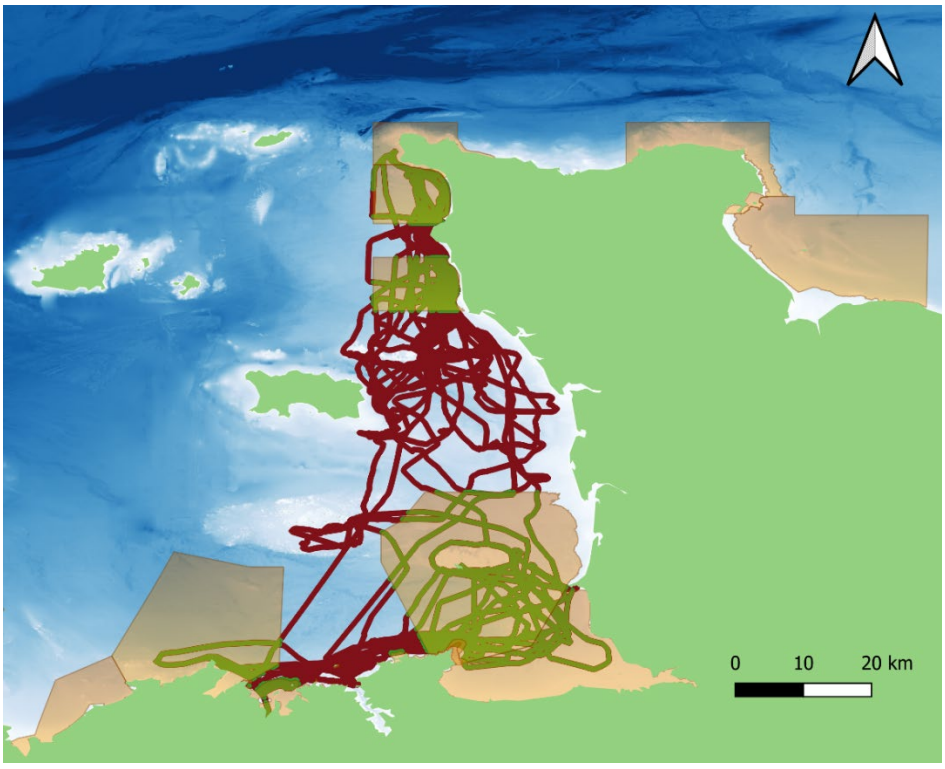

Figure 5 : Tracés des sorties effectuées sur l'année 2020, les lignes vertes indiquent les passages dans les Aires Marines Protégées (en orange).

Tableau 3 : Détails pour chaque Aire Marine Protégée (AMP) prospectée au moins une fois : nombre de sorties avec au moins un passage dans l'AMP, effort de recherche sur la zone et nombre de groupes de cétacés observés. Ces données couvrent l'ensemble de l'année 2020.

Site AMP	Nombre de passages dans les AMP	Effort de recherche en hh:mm	Espèce- Nombre de groupes différents rencontrés
Anse de Vauville	20	10:16	Grand dauphin - 4
Baie de Lancieux, Baie de l'Arguenon, Archipel de Saint Malo et Dinard	7	3:34	0
Baie du Mont-Saint-Michel	9	5:31	Grand dauphin - 1
Banc et récifs de Surtainville	18	19:59	Grand dauphin - 10
Cap d'Erquy-Cap Fréhel	4	3 :54	0
Chausey	13	28:53	Grand dauphin - 5
Côte de Cancale à Paramé	4	00:16	0
Récifs et landes de la Hague	2	00:32	0

Le nombre de passages et l'effort de recherche étaient particulièrement important sur les AMP « Anse de Vauville » et « Banc et récifs de Surtainville » car ce sont les deux sites qui encadrent le port d'attache du bateau du GECC (port de Diélette). Le site de « Chausey » étant lui aussi assez bien prospecté.

Il convient cependant souligner que l'effort de recherche présenté pour les sites correspond généralement à la somme de plusieurs passages de quelques minutes seulement, répartis sur l'ensemble de l'année. La mise en place prochainement de sorties avec un effort de recherche orienté sur les AMP permettra d'aller plus loin dans l'étude de la fréquentation de ces sites par les grands dauphins de la mer de la Manche.

2. La photo-identification de l'année 2020

Cette partie détaille les résultats obtenus dans le cadre du suivi de l'année 2020, à savoir la photo-identification et l'estimation des paramètres démographiques de la population des grands dauphins de la mer de la Manche.

2.1. Présentation de la méthode de photo-identification

La photo-identification est une méthode qui permet d'identifier les individus d'une population animale à partir de leurs marques naturelles. Chez les cétacés en général, et chez les grands dauphins en particulier, chaque aileron est unique, un peu comme les empreintes digitales chez l'homme.

Il existe cependant une difficulté de taille : les marques sur l'aileron ne cessent d'évoluer au cours de la vie de l'animal. Lorsque le grand dauphin est jeune, son aileron est complètement lisse. Puis avec l'âge, il se couvre de marques telles que :

- des griffures, parfois symétriques dues aux traces de dents,
- des encoches, c'est-à-dire des entailles plus ou moins profondes dues à des morsures,
- des décolorations de la peau, soit de naissance, soit des griffures profondes et répétées qui, lorsqu'elles cicatrisent, laissent des traces blanchâtres.

Appliquée aux grands dauphins, la photo-identification consiste donc à étudier chaque cliché d'aileron pour déterminer à quel individu il appartient. Cette opération est absolument incontournable pour le suivi d'une population sédentaire. La photo-identification, en effet, donne accès aux paramètres démographiques de la population (nombre d'individus, taux de survie, taux de naissances…) dont les estimations signalent les changements susceptibles de survenir dans la population (croissance, stagnation ou décroissance de la population). La méthode de photo-identification est indispensable au suivi démographique d'une population de petits cétacés.

Concrètement, les photographies prises en mer sont triées et versées dans une base de données où elles se voient attribuées un numéro de sortie et un numéro de groupe observé. Chaque photographie est ensuite décrite : la date, l'heure, la position GPS, le nombre d'ailerons. Débute alors l'analyse des images. Chaque aileron présent sur la photographie reçoit un numéro d'identification, un angle de prise de vue et un niveau de marquage. Si plusieurs ailerons figurent sur une même photographie, un numéro leur est attribué en fonction de la position des individus sur l'image (Figure 6) : l'aileron 1 est celui situé au premier plan, et ainsi de suite en s'éloignant du photographe. Si deux ailerons sont sur un même plan, la numérotation s'effectue de la gauche vers la droite.

Tous les ailerons photographiés sur la zone sont ensuite rassemblés dans un catalogue.

Figure 6 : Numérotation de plusieurs ailerons figurant sur une même photographie

Avant de recevoir un numéro d'identification, tout nouvel aileron est systématiquement comparé au catalogue : s'il y figure déjà, il reçoit le même numéro que celui de l'aileron identifié, sinon, il reçoit un nouveau numéro.

Un niveau de marquage est attribué à chaque aileron sur une échelle allant de 1 à 4 (Figure 7) :

- M1 : l'aileron ne possède aucune encoche, il est « lisse ». L'animal peut présenter des marques temporaires (griffures, cicatrices, desquamations) ;
- M2 : l'aileron présente de petites encoches. Il est identifiable mais le risque d'erreur est important (Figure 7a) ;
- M3 : l'aileron présente des encoches de taille moyenne. Il est facilement reconnaissable (Figure 7b) ;
- M4 : l'aileron possède des encoches de grande taille. Il est très facilement identifiable (Figure 7c).

Toutes les photographies du GECC prises en mer sont analysées selon cette procédure.

Figure 7 : Les différents niveaux de marquage

2.2. Photographies analysées pour l'année 2020

Pour l'année 2020, le GECC a importé 1 985 photographies dans la base OBSenMER, à partir desquelles 187 individus différents ont été identifiés.

Ces 187 individus se répartissent comme suit :

- 13 individus avec un niveau de marquage M1 ;
- 94 individus avec un niveau de marquage M2 ;
- 50 individus avec un niveau de marquage M3 ;
- 30 individus avec un niveau de marquage M4.

Parmi les 187 grands dauphins identifiés figurent :

- 170 individus adultes et 17 individus subadultes. Il faut noter que la déduction du statut des dauphins sur photo par simple observation visuelle est difficile. Ces chiffres sont donc à prendre à titre informatif, mais ne peuvent pas être interprétés plus avant.
- 39 mâles et 49 femelles. Le sexe des individus a été déterminé de plusieurs façon : soit par sexage moléculaire (thèse de Marie Louis en 2014), soit par la méthode de sexage du GECC (travaux de 2015), soit par observation visuelle. Les autres individus n'ont pas pu être sexés par manque d'information.

Tableau 4 : Comparaison du niveau de marquage des individus identifiés entre 2015 et 2020

Niveau de marquage	2015	2016	2017	2018	2019	2020
M1	7	6	14	8	22	13
M2	107	125	118	123	98	94
M3	83	85	62	89	70	50
M4	40	48	38	55	38	30
Total	237	264	232	275	228	187

Le Tableau 4 montre que peu d'individus ont été identifiés pour l'année 2020 en comparaison des années précédentes. Ceci peut s'expliquer par le faible nombre de sorties effectuées cette année-là. Les individus M3 sont particulièrement sous-représentés comparés à la moyenne des années précédentes (-35%).

2.3. État du catalogue

Le catalogue du GECC comprend 878 individus marqués, dont 44 nouveaux individus ajoutés en 2020.

Attention toutefois : le catalogue n'est en aucun cas le reflet exact du nombre d'individus de la population de la mer de la Manche. En effet, sont présents dans le catalogue des individus lisses, des individus observés une fois seulement (animaux de passage) ou morts et probablement quelques doublons non encore repérés.

Or, ces animaux ne sont pas pris en compte dans les estimations de la population, ce qui explique que les chiffres du nombre d'individus versés au catalogue et des estimations de la population diffèrent toujours.

3. L'estimation de la population de l'année 2020

Le GECC utilise des modèles CMR multi-évènements, testés en collaboration avec Aurélien Besnard du CEFE/CNRS de Montpellier. Ces modèles font partie de la famille des modèles CMR en population ouverte. Ils se basent sur le postulat que les individus peuvent non seulement survivre et se déplacer au cours du temps, mais également transiter entre différents états (différentes tranches d'âge par exemple). Ajoutons que les modèles multi-évènements utilisent également des « évènements » (d'où leur nom) qui permettent de pallier l'incertitude sur l'assignation d'un individu à un état. Cette particularité amène, entre autres, la possibilité de tenir compte de l'hétérogénéité de détection entre les individus, c'est-à-dire de relâcher l'hypothèse selon laquelle tous les individus ont la même probabilité de détection. En effet, si l'hétérogénéité de détection existe parmi les individus et n'est pas prise en compte, l'estimation de la taille de la population peut être sous-estimée (Cubaynes *et al*., 2010).

Au final, les modèles en population ouverte permettent d'intégrer toutes les données disponibles sur plusieurs années dans une seule analyse. Les résultats ainsi obtenus tiennent compte de tout ce qui s'est passé au cours des années et livrent une vision intégrée de l'évolution d'une population. C'est pourquoi, les estimations de la taille de la population des grands dauphins de la mer de la Manche sont réalisées à partir du taux de survie des individus, du taux de capture et du nombre de nouveaux arrivants dans la population à chaque session (Cubaynes et *al.*, 2010).

Les modèles CMR utilisent des données sur les individus marqués, ainsi ils donnent l'estimation du nombre d'individus marqués dans la population. Pour retrouver le nombre d'individus total dans la population, il est nécessaire d'appliquer un facteur de correction sur l'estimation du nombre d'individus marqués. Ce facteur de correction est calculé à l'aide des photographies comprenant plusieurs ailerons. Il représente la proportion d'individus marqués dans la population totale.

Au regard de tous ces éléments, l'estimation de la population des grands dauphins de la mer de la Manche a été réalisée pour l'année 2020 à l'aide des logiciels E-SURGE et R en population ouverte. L'estimation calculée du nombre d'individus de niveau de marquage M2, M3 e M4 est de 390 individus (intervalle de confiance, IC 95% : 315-608). Le facteur de correction est de 0.52 (IC 95% : 0.48 – 0.57). D'après les modèles que nous utilisons, la population totale comprendrait donc 746 individus (IC 95% : 591-1 171).

4. Fréquentation des Aires Marines Protégées par les grands dauphins

Le grand dauphin fait partie des espèces listées en annexe II de la directive Habitats, Faune-Flore (DHFF) comme espèce dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Plusieurs ZSC (sites Natura 2000) sont ainsi définies sur le domaine vital de la population de grands dauphins de la mer de la Manche (Figure 8). L'élaboration des plans de gestion (document d'objectifs, DOCOB) de ces sites a été engagée.

Le plan de gestion contient notamment les enjeux et les objectifs de conservation pour les espèces et les habitats visés, accompagnés des mesures et des suivis à mettre en œuvre pour y répondre. Dans cette dynamique, il est utile d'identifier l'importance des sites Natura 2000 pour les grands dauphins sédentaires de la mer de la Manche, afin d'établir des mesures de conservation pertinentes et de définir un suivi adapté à l'échelle de ces aires marines protégées. La connaissance de l'utilisation de l'espace et de l'importance relative de certaines zones pour des individus ou des groupes d'individus est en effet nécessaire pour appréhender le degré de protection qu'offrent ces sites Natura 2000 et adapter ainsi les stratégies de gestion et de conservation

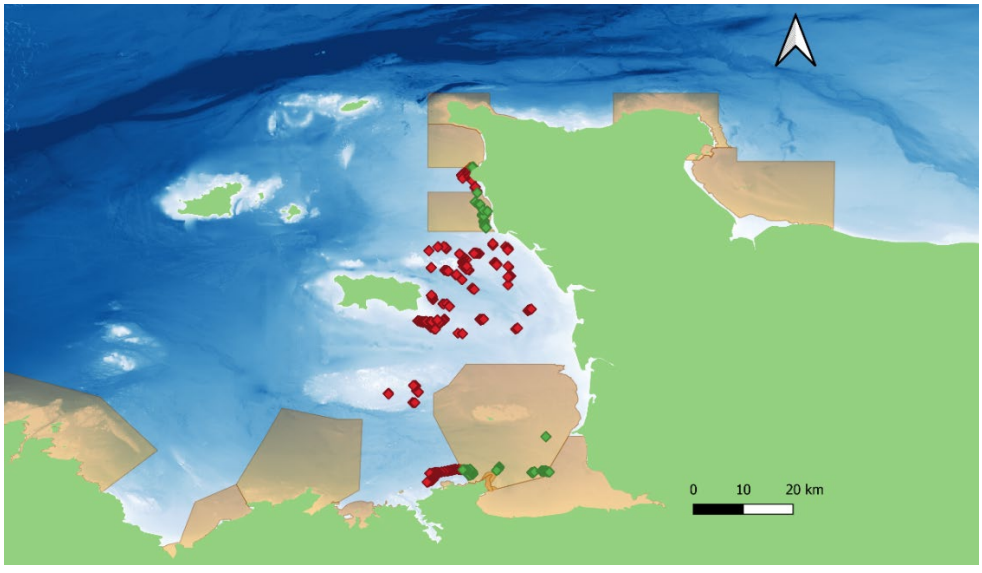

Figure 8 : Distribution des grands dauphins identifiés en 2020. En rouge les identifications en-dehors des AMP et en vert les identifications à l'intérieur des AMP.

Un travail préliminaire a été mené en 2019 sur la fréquentation des sites Natura 2000 par les grands dauphins de la mer de la Manche (Gilbert, 2019). D'après les résultats, les sites Natura 2000 sont fréquentés par différentes parties de la population qui montrent une fidélité sur le long terme. Cependant, Il apparaît aussi que les données utilisées ne sont pas adaptées à un suivi site-centré du fait de l'hétérogénéité spatiotemporelle de l'effort de recherche.

Les données 2020 sur les individus rencontrés sont parcellaires, en grande partie à cause de la situation sanitaire et des conditions météorologiques peu favorables. Néanmoins, plusieurs individus ont été observés dans certains sites Natura 2000 (Figure 8 et Tableau 5).

Tableau 5 : Nombre d'individus identifiés et détail de ces individus pour les différentes zones AMP prospectées en 2020.

Anse de Vauville	Baie du Mont-Saint- Michel	Banc et récifs de Surtainville	Chausey	
4 individus	**6 individus**	**19 individus**	**36 individus**	
TT0008	TT0005	TT0047	TT0005	TT0613
TT0598	TT0072	TT0214	TT0015	TT0614
TT0601	TT0299	TT0268	TT0030	TT0894
TT1523	TT0301	TT0560	TT0042	TT0920
	TT0377	TT0903	TT0048	TT0988
	TT1561	TT1075	TT0061	TT1074
		TT1076	TT0072	TT1419
		TT1079	TT0074	TT1524
		TT1446	TT0082	TT1529
		TT1485	TT0106	TT1533
		TT1492	TT0197	TT1543
		TT1499	TT0299	TT1544
		TT1501	TT0301	TT1545
		TT1523	TT0302	TT1552
		TT1563	TT0377	TT1561
		TT1564	TT0476	TT1562
		TT1565	TT0495	
		TT1566	TT0586	
		TT1567	TT0605	
			TT0606	

Le site de « Chausey » est la zone où le nombre d'individus identifiés a été le plus important (36 individus). Ensuite vient le site des « Banc et récifs de Surtainville » avec 19 individus identifiés. Ces deux sites AMP ont été les plus prospectés en 2020 en termes d'effort de recherche (Tableau 3). Pour rappel, les sites AMP n'ont pas pu être prospectés régulièrement en 2020, nous ne pouvons donc pas interpréter convenablement ces données en termes de fréquentation des différentes AMP.

5. Récapitulatif des résultats du suivi de l'année 2020

En 2020, le GECC a effectué 31 sorties en mer au cours desquelles il a rencontré 66 groupes de grands dauphins. Au total, 191 heures ont été passées sur l'eau. Les sorties se sont principalement déroulées au printemps et en été.

En 2020, les observations de groupes de grands dauphins se sont concentrées principalement autour de l'archipel des Ecréhou (Figure 3). Peu de rencontres ont été faites dans le Sud du Cotentin et au Nord de la Bretagne (Saint-Malo), malgré un effort de recherche notable dans ces zones.

Au total, 187 individus différents ont été identifiés en 2020. Parmi ces 187 individus figuraient 39 mâles et 49 femelles ainsi que 170 individus adultes et 17 individus subadultes.

En 2020, le GECC a ajouté 44 nouveaux individus marqués à son catalogue qui comprend maintenant 878 individus.

En 2020, l'estimation de la population des grands dauphins de la mer de la Manche, réalisée à partir des logiciels E-SURGE et R en population ouverte, est de 746 individus (IC 95% : 591 – 1177).

L'année 2020 a été marquée non seulement par des conditions météorologiques souvent difficiles, mais aussi par la situation sanitaire, ce qui a limité le nombre de sorties. Par conséquent, la zone de prospection du GECC n'a pas été couverte de façon homogène (Figure 1) : très peu de sorties ont pu se faire du côté de la baie de Saint Brieuc ouest et dans la baie de Seine.

6. Le suivi de la population de 2009 à 2020

6.1. L'effort de recherche

Les cartes d'effort de recherche (Figure 9) illustrent l'évolution du travail de terrain du GECC entre 2009 et 2020. L'effort de recherche se définit comme le temps passé à chercher activement les dauphins en mer. Il est représenté en minutes par maille de 3 km².

Les données antérieures à 2009 n'ont pas un format adapté aux modèles mathématiques utilisés actuellement. Elles ne sont donc pas prises en compte dans cette étude mais le GECC envisage leur exploitation sous un modèle ajusté.

Si l'on observe le nombre de sorties effectuées entre 2009 et 2020, on remarque de fortes variations entre les années (Tableau 6). L'année 2011, par exemple, les sorties ont été plus nombreuses que les autres années, ce qui explique un nombre d'observations plus important. Au contraire, l'année 2020 comptabilise peu de sorties (situation sanitaire exceptionnelle et conditions météorologiques peu favorables). Par conséquent, l'effort de recherche pour 2020 reste bas, proportionnellement au faible nombre de sorties cette année-là (Tableau 6).

Tableau 6 : Sorties, observations et effort de recherche effectués entre 2009 et 2020

Année	Nombre de sorties en mer	Nombre de groupes de grands dauphins rencontrés	Effort de recherche (en heures)
2009	64	61	248
2010	69	70	338
2011	81	113	400
2012	54	69	246
2013	45	76	274
2014	41	49	251
2015	51	82	251
2016	42	90	227
2017	38	74	177
2018	55	114	402
2019	35	72	215
2020	**31**	**66**	**153**

Il faut rappeler que les sorties dépendent d'un facteur incontournable et souvent changeant : la météo. Par exemple, la baisse du nombre de sorties au cours de certaines années, comme en 2019 et en 2020 (Tableau 6), est liée à des facteurs météorologiques défavorables : vents forts, la pluie et la brume… Nous constatons ces dernières années une réduction du nombre de fenêtres météorologiques favorables aux sorties en mer pour l'observation des mammifères marins, même durant la période estivale. Néanmoins, si l'on se penche sur la répartition des sorties dans l'année, la période estivale reste la saison la plus propice aux sorties avec plus de 50% des sorties en mer effectuées à cette époque de l'année entre 2009 et 2020. Le « pic » des sorties se situe entre les mois de juin et d'octobre. Les sorties en hiver, et plus particulièrement en janvier-février, sont rares, en raison des vents qui agitent la zone.

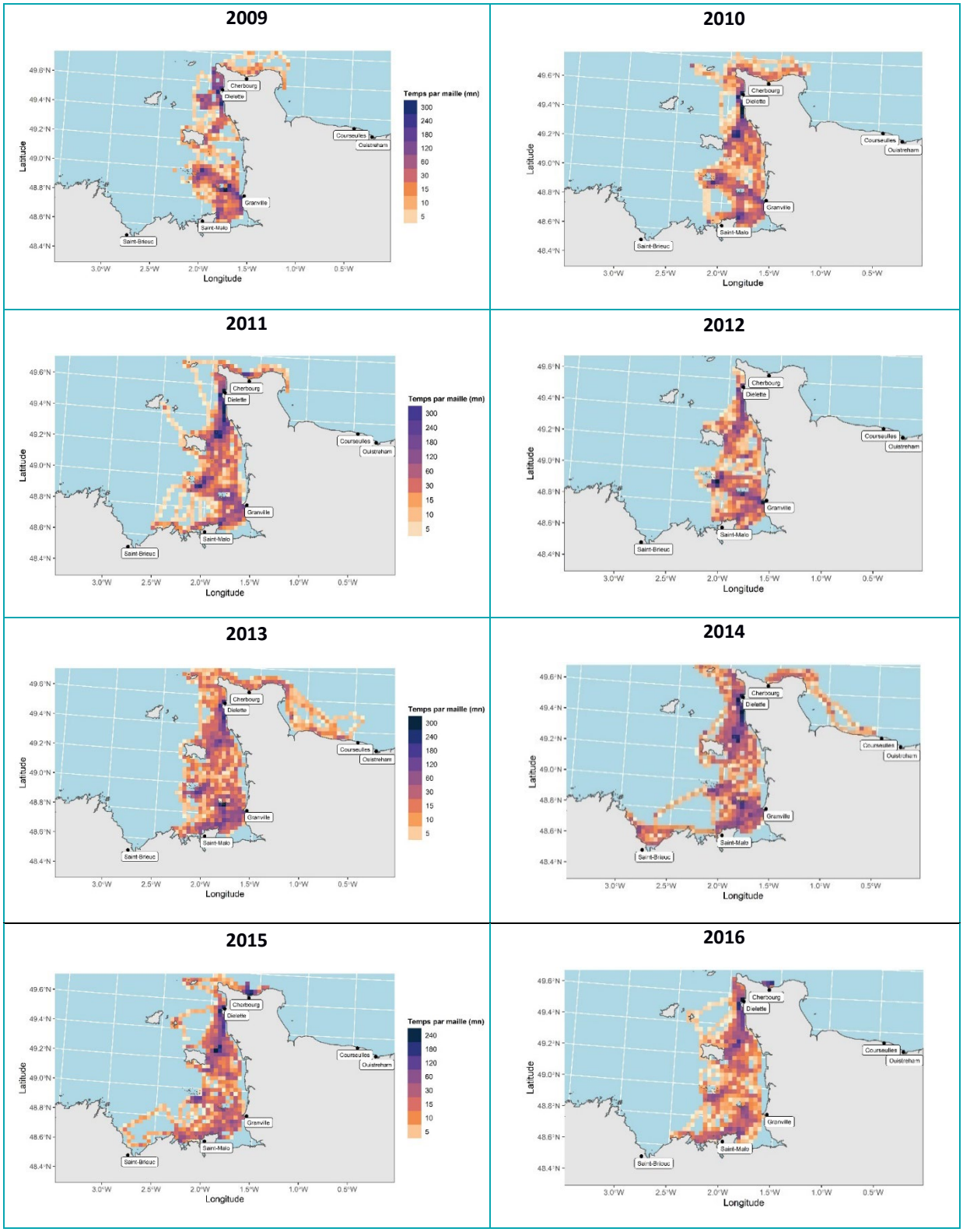

Figure 9 : Répartition de l'effort de recherche pour les années 2009 à 2020 en minutes par mailles de 3km².

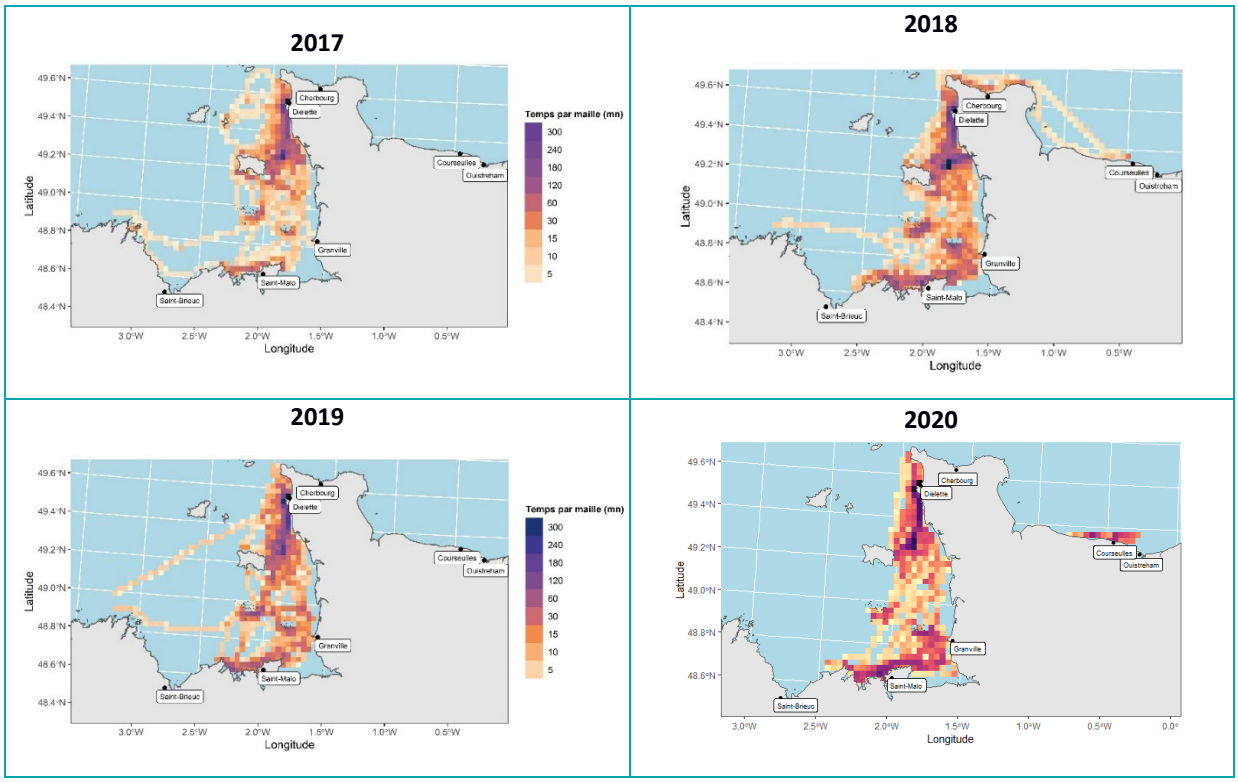

Figure 10 (suite) : Répartition de l'effort de recherche pour les années 2009 à 2020 en minutes par mailles de 3km².

6.2. La photo-identification

6.2.1. État des lieux

La photo-identification est un élément essentiel du travail de suivi, son évolution depuis 2009 est résumée dans le Tableau 7.

Tableau 7 : État des lieux du travail de photo-identification entre 2009 et 2020

Année	Photographies analysées
2009	8 097
2010	15 802
2011	6 727
2012	3 073
2013	4 664
2014	3 350
2015	1 547
2016	2 068
2017	2 707
2018	3 608
2019	2 791
2020	1 985
TOTAL	**68 163**

Le GECC limite le nombre de photographies prises en mer et effectue un tri drastique pour ne conserver que les images de bonne qualité qui facilitent l'identification des individus. Cette méthode est recommandée et utilisée dans toutes les études scientifiques sur les cétacés qui utilisent la photo-identification.

6.2.2. Évolution du catalogue

Le catalogue recense tous les ailerons de grands dauphins différents rencontrés sur la zone d'étude. Il s'agit d'un outil de référence qui évolue sans cesse.

Le Tableau 8 et la Figure 10 montrent que, dès 2011, le nombre d'individus ajoutés au catalogue s'est stabilisé. À partir de cette date, en effet, une quarantaine de nouveaux individus ont été systématiquement versés au catalogue, hormis en 2014, date à laquelle ce chiffre est de 23 nouveaux individus seulement. Cette chute s'explique par le faible nombre de rencontres avec les grands dauphins cette année-là malgré une prospection sur une zone d'étude plus vaste.

Tableau 8 : Evolution du nombre d'individus versés au catalogue entre 2007 et 2020

Année	Nombre d'individus au catalogue	Nombre d'individus ajoutés au catalogue
2009	416	-
2010	505	89
2011	549	44
2012	585	36
2013	624	39
2014	646	22
2015	678	32
2016	724	46
2017	761	37
2018	800	39
2019	834	34
2020	878	44

Le nombre d'individus versés au catalogue à partir de 2011 est en augmentation constante mais modérée, ce qui nous amène à penser que la grande majorité des individus marqués de la population de la mer de la Manche a été identifiée et intégrée au catalogue.

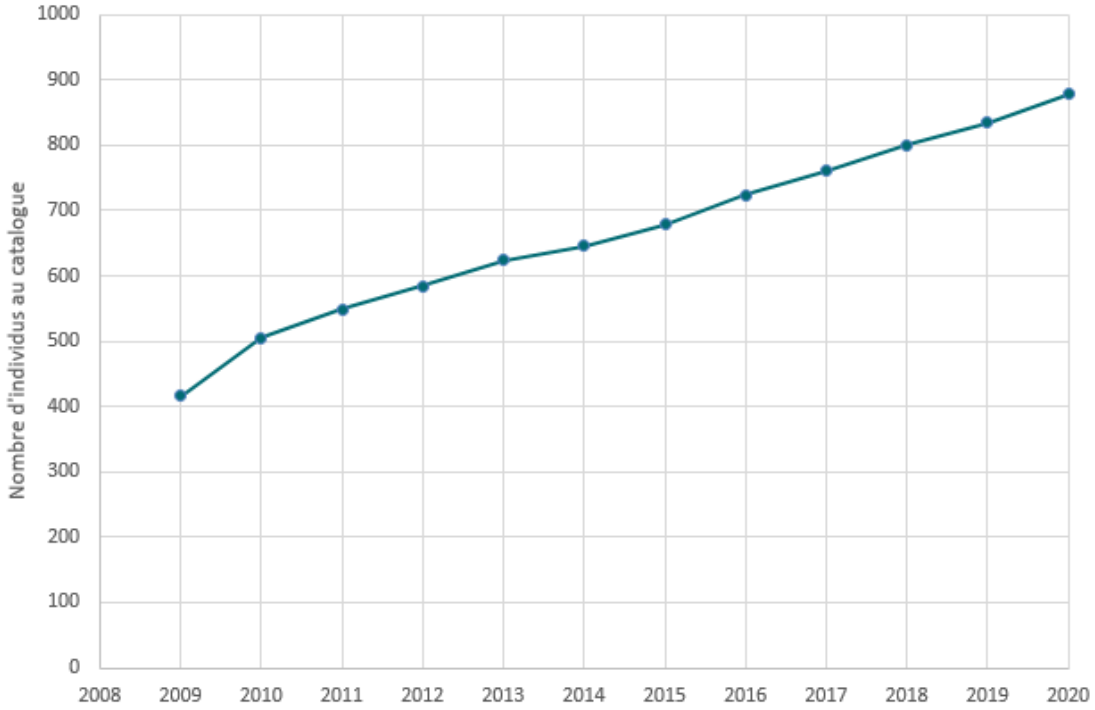

Figure 11 : Évolution du catalogue entre 2009 et 2020

6.2.3 Synthèse des identifications

Le Tableau 9 et la Figure 11 synthétisent le nombre d'individus identifiés chaque année, tous niveaux de marquage confondus. Ce nombre oscille entre 187 et 321 selon les années et dépend du nombre de photographies disponibles pour la photo-identification (voir Tableau 7).

En ce qui concerne l'année 2020, le nombre d'identifications est particulièrement bas en raison du faible nombre de sorties qui ont limité les rencontres des groupes de grands dauphins et donc le nombre de photographies d'ailerons.

Tableau 9 : Synthèse du nombre d'individus identifiés entre 2009 et 2020

Année	Nombre d'individus identifiés
2009	318
2010	321
2011	297
2012	262
2013	257
2014	227
2015	230
2016	260
2017	237
2018	275
2019	228
2020	**187**

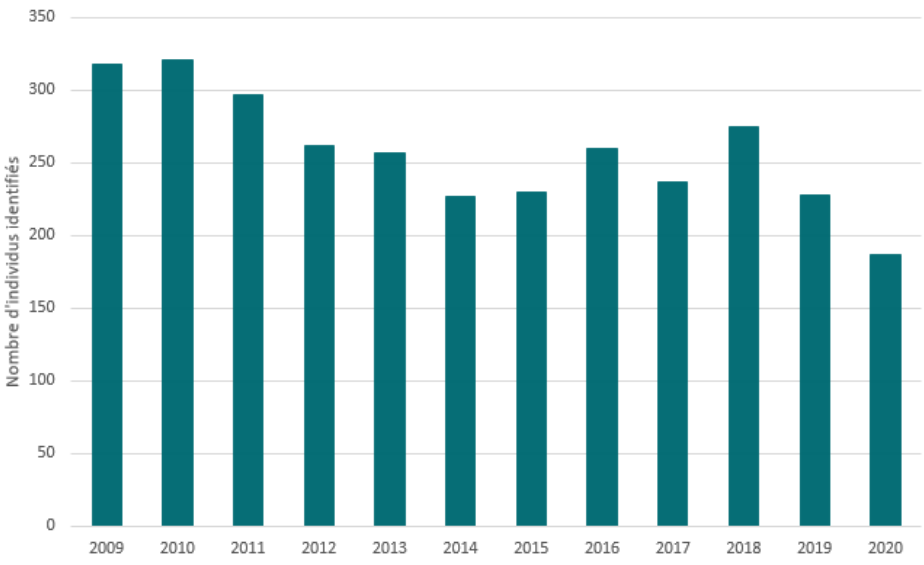

Figure 12 : Nombre d'individus identifiés entre 2009 et 2020

6.3. Estimations du nombre d'individus marqués et leur facteur de correction

Les modèles CMR fournissent un effectif d'individus marqués pour les populations, avec son erreur standard associée. Cet effectif est estimé suivant la méthode décrite dans les travaux de Cubaynes et al. (2010). Cette méthode évalue, pour chaque année, *t* le nombre d'individus (*N*) en additionnant le nombre de nouveaux individus (*U*) avec le nombre d'individus déjà observés et supposés toujours en vie (*M*).

$$\widehat{N_t} = \widehat{U_t} + \widehat{M_t}$$

Les estimations de $\widehat{U_t}$ et $\widehat{M_t}$ sont établies à partir des probabilités de détection des individus marqués M2, M3 et M4 à l'année *t*, de leur probabilité de survie et la probabilité des individus d'appartenir à une classe d'hétérogénéité.

Le Tableau 10 et la Figure 12 présentent les estimations du nombre d'individus de niveau de marquage M2, M3 et M4 dans la population.

Tableau 10 : Synthèse des estimations du nombre d'individus de niveau de marquage M2, M3 et M4 dans la population de 2010 à 2020

Année	Nombre d'individus de niveau de marquage M2, M3 et M4 (intervalle de confiance 95%)
2010	**157** (141 – 217)
2011	**217** (209 – 233)
2012	**217** (211 – 224)
2013	**228** (216 – 247)
2014	**246** (230 – 274)
2015	**256** (237 – 291)
2016	**291** (267 – 339)
2017	**388** (311 – 542)
2018	**321** (287 – 374)
2019	**297** (271 – 324)
2020	**409** (316 – 612)

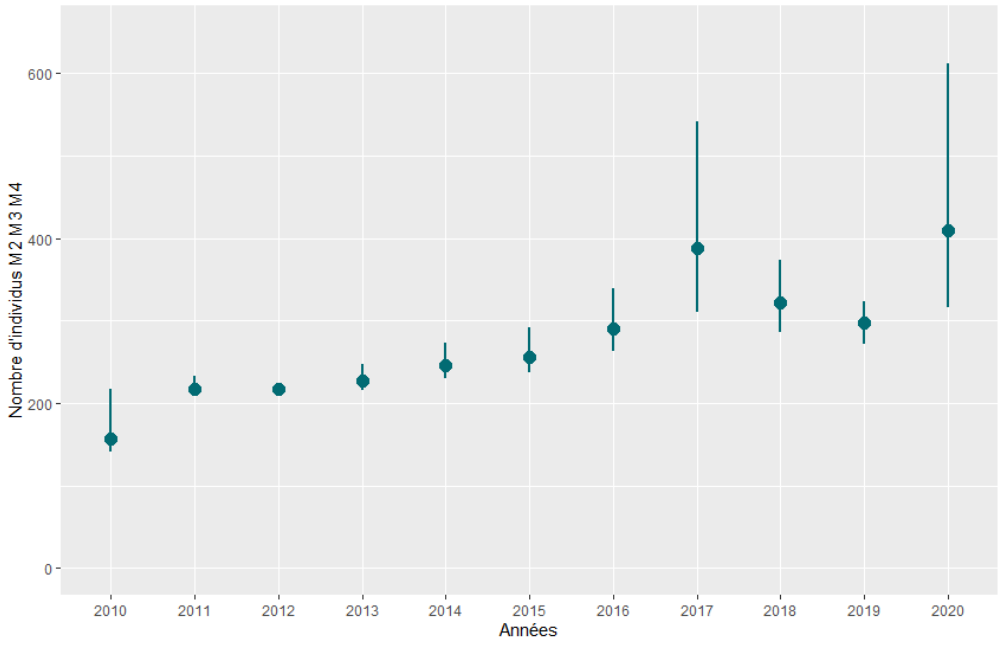

Figure 13 : Les estimations du nombre d'individus de niveau de marquage M2, M3 et M4 et leur intervalle de confiance (95%) entre 2010 et 2020

Les estimations du nombre d'individus marqués M2, M3 et M4 présentent une évolution stable dans le temps jusqu'en 2016, puis une croissance modérée de 2016 à 2020 (Figure 12). L'augmentation de l'amplitude des intervalles de confiance sur la dernière année d'étude s'explique par l'incertitude associée au devenir des nouveaux individus identifiés cette année-là.

Les résultats des estimations du nombre d'individus pour les années 2017 et 2020 sont particulièrement élevés par rapport aux autres années. Ceci peut s'expliquer par le nombre particulièrement important, pour ces deux années, de nouveaux individus M2 (classés difficilement observables). En moyenne, ces derniers représentent 21% des nouveaux individus observés chaque année ; cependant pour 2017 et 2020 ce pourcentage s'élève respectivement à 47% et 42% et avec une probabilité de détection faible. Dans notre modèle, le calcul de l'estimation est réalisé en divisant le nombre d'individus observés par la probabilité de détection. Ainsi, plus la probabilité de détection est faible, plus le nombre d'individus estimés dans la population est élevé. Ce qui peut expliquer mathématiquement l'augmentation du nombre estimé d'individus en 2017 et 2020.

En 2017, nous avons visité des zones qui ne sont pas régulièrement prospectées la plupart des autres années, (Figure 9), ce qui peut mener à l'observation de nouveaux individus. Par la suite, ceux-ci risquent d'être plus rarement identifiés à cause de leur distribution géographique. En effet, nous avons montré que la population des grands dauphins de la mer de la Manche est divisée en communautés sociales qui se distribuent de façon hétérogène sur la zone d'étude (Blandel 2018). La prospection accrue sur certaines zones, par rapport aux autres années, a pu amener à l'observation d'individus M2 que l'on voit d'habitude plus rarement.

Les estimations seront affinées au fur et à mesure de la collecte de nouvelles données, c'est pourquoi nous réestimons chaque année le nombre d'individus marqués et la taille de la population pour l'ensemble de la période d'étude.

Les résultats définissent un effectif estimé du nombre d'individus marqués qui doit être corrigé pour obtenir la taille de population totale en prenant en compte la présence d'individus lisses d'après une méthode décrite par Wilson et al. (1999). Il s'agit donc de connaître la proportion d'individus marqués M2, M3 et M4 qui ont été pris en compte dans la construction des histoires de capture sur le total de la population. Le facteur de correction d'individus marqués est calculé à l'aide des photographies comprenant plusieurs ailerons. Ce travail souligne l'importance des photographies de groupe et leur qualité pour distinguer les individus marqué (M2, M3 et M4) des individus faiblement marqués et lisses. Ce facteur de correction est calculé pour chaque année.

Le Tableau 11 et la Figure 13 présentent les coefficients de correction pour les années allant de 2010 à 2020.

Tableau 11 : Synthèse des facteurs de correction (proportion d'individus M2, M3 et M4 dans la population totale (et leurs intervalles de confiance entre 2010 et 2020.

Année	Facteur de correction (intervalle de confiance 95%)
2010	0.55 (0.54 – 0.56)
2011	0.50 (0.48 – 0.51)
2012	0.51 (0.48 – 0.53)
2013	0.53 (0.51 – 0.54)
2014	0.57 (0.55 – 0.59)
2015	0.61 (0.58 – 0.65)
2016	0.63 (0.60 – 0.65)
2017	0.59 (0.57 – 0.62)
2018	0.59 (0.57 – 0.61)
2019	0.49 (0.45 – 0.53)
2020	0.52 (0.48 – 0.57)

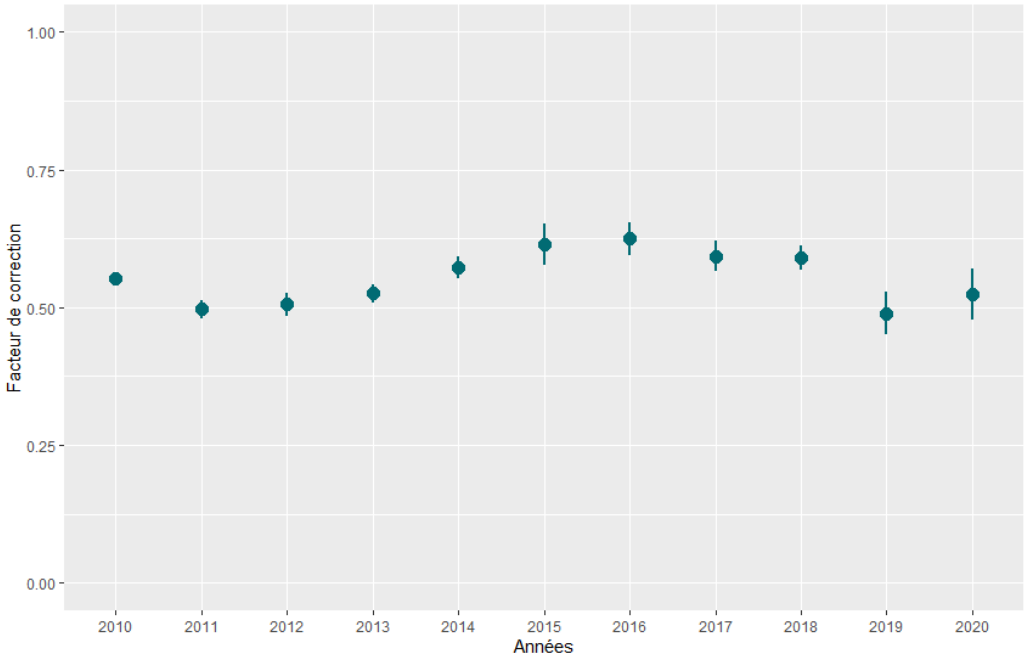

Figure 14 : Les facteurs de correction (proportion d'individus marqués M2 M3 et M4 dans la population totale) et leurs intervalles de confiance (95%).

La proportion d'individus marqués dans la population (facteur de correction) est généralement estimée autour de 0.50 à 0.60 selon les années.

6.4. Estimations de la taille de la population de 2010 à 2020

Les modèles multi-évènements affinent leurs calculs avec le temps. En conséquence, l'ajout des données de l'année 2020 permet aux modèles de corriger et donc de préciser les estimations précédentes, à savoir celles de 2010 à 2019.

Les nouveaux chiffres des estimations de la taille de la population des grands dauphins de la mer de la Manche sont indiqués dans le Tableau 12 et la Figure 14.

Les estimations montrent que la taille de la population des grands dauphins de la mer de la Manche oscille entre 417 (IC 95% : 377 - 481) et 782 (IC 95% : 591 - 1177) individus. L'intervalle de confiance important sur l'année 2020 vient en grande partie de l'incertitude liée au devenir des individus observés. Les variations entre les années peuvent refléter les variations naturelles des effectifs dans une population au cours du temps.

Tableau 12 : Synthèse des nouvelles estimations de la taille de la population de grands dauphins pour les années 2010 à 2020 et leurs intervalles de confiance

Année	Taille totale de la population (intervalle de confiance 95%)
2010	**283** (254 – 392)
2011	**438** (414 – 472)
2012	**429** (407 – 452)
2013	**433** (407 – 472)
2014	**430** (398 – 480)
2015	**417** (377 – 481)
2016	**465** (416 – 543)
2017	**654** (518 – 913)
2018	**544** (482 – 636)
2019	**608** (540 – 685)
2020	**782** (591 – 1 177)

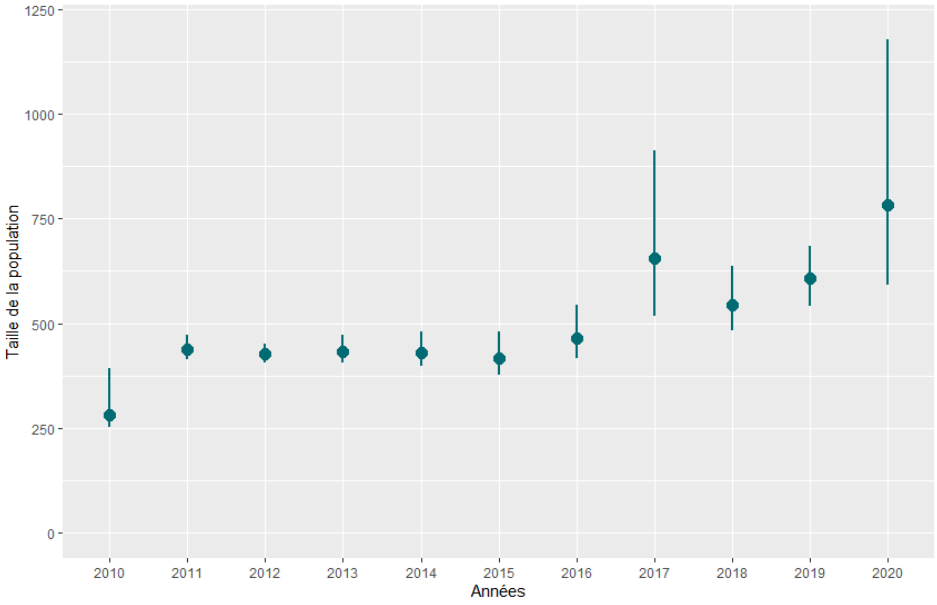

Figure 15 : Les estimations de la taille de la population et de leurs intervalles de confiance entre 2010 et 2020.

Au cours de la période 2010-2016, la stabilité des effectifs observée indique que le renouvellement de la population est assuré, c'est-à-dire qu'il y a autant d'entrées que de sorties d'individus dans la population. Cependant plusieurs hypothèses, non mutuellement exclusives, peuvent expliquer la stabilité d'une population. Si la population est isolée (c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'échanges d'individus avec les populations voisines), la stabilité des effectifs indique que la mortalité des individus est compensée par la reproduction et le recrutement de nouveaux individus. Cette stabilité est souvent le signe d'une population en « bonne santé ». Dans le cas d'une population ouverte, (dynamique de métapopulation), les échanges d'individus avec les populations voisines (immigration et/ou émigration) peuvent générer une stabilité apparente des effectifs même si localement, les conditions ne sont pas favorables à la sous-population. Pour la population du Cotentin, la première hypothèse est de loin la plus probable puisque les résultats d'analyses génétiques réalisées en 2014 par le GECC ont montré qu'elle est isolée des populations voisines (Louis et al. 2014).

Au cours de la période 2017-2020, la taille de la population des grands dauphins de la mer de la Manche paraît en augmentation. Cette tendance observée depuis 2017 semble se confirmer avec les données actuelles. Il nous est encore impossible d'expliquer avec certitude cette variation dans l'estimation de la taille de population. L'intervalle de confiance important sur l'année 2020 s'explique en grande partie par l'incertitude liée au devenir des individus observés. Les variations entre les années peuvent refléter les variations naturelles des effectifs dans une population au cours du temps. Ces quatre

dernières années montrent un accroissement significatif du nombre d'individus qui pourrait effectivement correspondre à des variations naturelles de la population.

Néanmoins, il convient de rester critiques sur ces derniers résultats établis à partir d'hypothèses ou de postulats interprétés par le modèle mathématique qui propose une représentation simplifiée de la réalité à partir de critères définis et limités. Il serait en effet illusoire de vouloir prétendre modéliser l'ensemble des mécanismes complexes agissant sur la dynamique d'une population. De plus, comme nous l'avons précisé dans le précédent paragraphe, l'augmentation importante de l'estimation du nombre d'individus en 2020 est liée au plus grand nombre d'individus observés de catégorie M2 (difficilement observables). Ainsi, il est donc possible que nous ayons identifié plus de ces individus qui sont habituellement plus discrets.

Au vu de ces éléments, il apparaît nécessaire d'homogénéiser le protocole de terrain sur l'ensemble de la zone d'étude pour vérifier si la tendance croissante révélée par le modèle mathématique pour la taille de la population est confirmée par les données qui seront collectées dans les années à venir.

Notons, à titre de comparaison, que la population de grands dauphins du nord-est de l'Ecosse (Moray Firth) a été estimée, en 1999, à 129 individus (IC 95% : 110-174) (Wilson et *al.*, 1999). En 2014, cette estimation a été revue à la hausse et passe à 178 individus (IC 95% : 151-204) (Cheney et *al.*, 2014). En 2008, la population de grands dauphins en Grèce a été estimée à 148 individus (IC 95% : 132-180) (Bearzi et *al.*, 2008). En 2012, la population de grands dauphins de l'estuaire de Shannon, en Irlande, a été estimée à 107 individus (IC 95% : 83-131) (Berrow *et al.*, 2012). En 2012 toujours, la Seawatch Foundation a estimé la population grands dauphins de la baie de Cardigan à 270 individus (IC 95% : 122-175) (Feingold & Evans, 2013). Quant au Circé, il estime les populations de grands dauphins du golfe de Cadix et du détroit de Gibraltar à 300 individus depuis 2004 (Chico Portillo *et al.*, 2011).

Ajoutons à ces travaux d'autres études où l'estimation de la population a été réalisée par comptage et non au moyen de la méthode CMR. Ainsi, dans le sud-est de l'Espagne, Cañadas et Hammond (2006) estiment la population des grands dauphins à 584 individus (IC 95% : 278-744). Cet effectif élevé s'explique principalement par la présence, au sein de la population, d'un groupe d'individus transients (de passage). Enfin, en Espagne toujours, la taille d'une population de grands dauphins côtière et résidente à l'année en Méditerranée a été estimée à 1 333 individus (IC 95% :730-2407) (Gomez de Segura et *al.*, 2006).

Ces différents résultats montrent que la population de la mer de la Manche est importante et qu'il s'agit vraisemblablement d'une des plus grandes populations de grands dauphins résidents et côtiers sur la façade Atlantique de l'Europe (hors Méditerranée).

6.5. Estimation du taux de survie

L'utilisation des modèles CMR en population ouverte permet d'estimer le taux de survie des individus sur la période d'étude. Les résultats du modèle indiquent que le taux de survie est constant dans le temps (pas de variation durant la période d'étude). Ce taux de survie est estimé à 0.97 (IC 95% : 0.95-0.98).

L'intervalle de confiance autour de la probabilité de survie estimée par les modèles de CMR que nous avons utilisés est faible, ce qui indique une très bonne précision de cette estimation. Ce résultat est particulièrement important, du fait de la forte sensibilité du taux de croissance de la population à ce taux de survie adulte chez les espèces longévives, comme le grand dauphin. En effet, des petites variations du taux de survie peuvent avoir des conséquences très importantes sur la viabilité de la population (Oli & Dobson 2003). Il est de ce fait crucial que ce taux soit bien estimé afin de prédire la trajectoire d'évolution de la population. Ici, le niveau de précision de l'estimation de survie étant élevé, de l'ordre de 1%, il devrait être assez facile de détecter rapidement des changements du taux de survie adulte et donc l'effet de perturbations sur ce paramètre ce qui en fait un indicateur particulièrement pertinent pour le suivi.

7. Conclusion

Le suivi des grands dauphins de la mer de la Manche, tel qu'il a été réalisé entre 2009 et 2020 par le GECC, livre les informations suivantes sur les mammifères marins :

- Les grands dauphins sont observés sur l'ensemble de la zone d'étude, principalement dans l'ouest Cotentin où l'effort de recherche est plus important.
- Les grands dauphins sont observés tout au long de l'année, même si les données sont plus rares en hiver.
- Cette population est côtière, c'est-à-dire qu'elle ne dépasse que rarement l'isobathe des 40 mètres.
- Cette population est sédentaire puisque, dans l'ensemble, on retrouve les mêmes individus d'une année sur l'autre.
- Cette population compte entre 417 (IC 95% : 377 - 481) et 782 (IC 95% : 591 - 1177) individus. Il s'agit d'une des plus importantes populations de grands dauphins sédentaires étudiées en Europe.
- L'évolution de la population semble indiquer une augmentation de sa taille totale depuis 2016.

Pour ce qui concerne le travail de suivi de l'année 2020 :

- Le GECC a effectué 31 sorties au cours desquelles 66 groupes de grands dauphins ont été rencontrés. Au total, 153 heures de travail ont été consacrées à l'effort de recherche. Les conditions particulières de l'année 2020 (météo et crise sanitaire) ont grandement limité les possibilités de sorties en mer.
- Le catalogue de l'association comprend 878 individus dont 44 nouveaux individus ont été ajoutés en 2020. Depuis 2010, le nombre de nouveaux individus versés au catalogue se stabilise, ce qui donne à penser que la majorité des grands dauphins marqués de cette population a été identifiée.
- L'estimation de la taille totale de la population pour l'année 2020 est estimée à 782 (IC 95% : 591 – 1177) individus. Ce résultat reste à consolider avec les données des prochaines années.

Remerciements

Le GECC remercie tous les bénévoles, stagiaires, étudiantes et membres du bureau de l'association qui ont participé au travail de terrain de l'année 2020 et qui, par leur implication, leur réflexion et leurs compétences, ont fait avancer les travaux de l'association.

Le GECC remercie l'Office Français pour la Biodiversité et MAAF Assurances SA pour leur soutien sans faille depuis plusieurs années et leur participation au financement du suivi des grands dauphins des sous-régions marines Manche est-Mer du Nord et Mers Celtiques-Manche ouest.

Bibliographie

Bearzi, G., Agazzi, S., Bonizzoni, S., Costa, M., & Azzellino, A. (2008). Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins Tursiops truncatus in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems, 18(2), 130-146.

Berrow, S., O'Brien, J., Groth, L., Foley, A. & Voigh, K., 2012. Abundance Estimate of Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in the Lower River Shannon candidate Special Area of Conservation, Ireland. Aquatic Mammals, 38(2), 136-144.

Blandel, L. (2018). Structure sociale des grands dauphins (*Tursiops truncatus*) en mer de la Manche. Mémoire de Master 2, Université Côte d'Azur et Nice Sophia Antipolis, 36 p.

Cañadas, A., & Hammond, P. S. (2006). Model-based abundance estimates for bottlenose dolphins off southern Spain: implications for conservation and management. Journal of Cetacean Research and Management, 8(1), 13-27.

Cheney, B., Corkrey, R., Durban, J. W., Grellier, K., Hammond, P. S., Islas-Villanueva, V. & Wilson, B. (2014). Long-term trends in the use of a protected area by small cetaceans in relation to changes in population status. Global Ecology and Conservation, 2, 118-128.

Chico Portillo, C., Jiménez Torres, C., Pérez, S., Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban, R., Giménez, J., Santos Vega, M. E., Cazalla, E. and De Stephanis, R., (2011). Survival rate, abundance and residency of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in the Strait of Gibraltar. In 25th Conference of the European Cetacean Society Long-term datasets on marine mammals: learning from the past to manage the future, Cadiz, Spain.

Couet, P. (2020). Suivi des populations de petits cétacés sédentaires : optimisation des méthodes de suivi des grands dauphins en mer de la Manche. Du protocole de terrain à l'analyse des indicateurs. Écologie, Environnement. Université Paris sciences et lettres. Thèse 2020/10/08

Cubaynes, S., Pradel, R., Choquet, R., Duchamp, C., Gaillard, J. M., Lebreton, J. D. & Taberlet, P. (2010). Importance of accounting for detection heterogeneity when estimating abundance: the case of French wolves. Conservation Biology, 24(2), 621-626.

Feingold, D., & Evans, P. G. (2013). Bottlenose dolphin and harbour porpoise monitoring in Cardigan Bay and Pen Llŷn a'r Sarnau Special Areas of Conservation. Interim report, Seawatch Foundation.

Gilbert, L., (2019). Étude de la fréquentation de sites Natura 2000 du golfe normand-breton par les grands dauphins sédentaires de la mer de la Manche. Mémoire de stage de Master 2, Université de Bretagne Occidentale, 43p.

Gomez De Segura, A., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Hammond, P. S., & Raga, J. A. (2006). Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. Marine Biology, 150(1), 149.

Oli, M. K., & Dobson, F. S. (2003). The relative importance of life-history variables to population growth rate in mammals: Cole's prediction revisited. *The American Naturalist*, *161*(3), 422-440.

Wilson, B., Hammond, P. S. & Thompson, P. M., 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. Ecological Applications, 9(1), 288-300.