

# De la pertinence du sur-échantillonnage

---

## Chapitre 2c - Saisine DGAMPA 2023 sur les captures accidentelles de petits cétacés dans le Golfe de Gascogne



RBE - Unité HISSEO

Thomas Cloâtre



## 1 Introduction

Des échouages de petits cétacés, majoritairement des dauphins communs (*Delphinus delphis*), sont constatés sur le littoral Atlantique durant la période hivernale depuis de nombreuses années, la plupart présentant des traces de mortalité par des engins de pêche. Le phénomène n'est pas nouveau mais s'est intensifié depuis l'année 2016.

Afin d'améliorer les connaissances sur ce phénomène, une des mesures proposées pour l'hiver 2018-2019 a été l'augmentation de l'effort d'observation en mer des chalutiers pélagiques en bœuf (PTM) via le programme ObsMer. Dès l'hiver suivant, en 2019-2020, ce sur-échantillonnage hivernal dédié aux captures accidentelles de petits cétacés dans le golfe de Gascogne a été élargi aux fileyeurs, également identifiés comme une flottille "à risque".

Ce chapitre vise à évaluer l'apport du sur-échantillonnage ObsMer sur l'estimation des captures accidentelles de petits cétacés dans le golfe de Gascogne et à discuter l'intérêt de poursuivre cette collecte de manière pérenne.

## 2 Le programme ObsMer et l'estimation des captures accidentelles

Le programme d'échantillonnage ObsMer a pour principal objectif de récolter des données en vue de l'évaluation des stocks de poissons, céphalopodes, crustacés et autres espèces commerciales. D'autres protocoles "accessoires" sont également appliqués à bord, comme l'observation des espèces indicatrices d'écosystèmes marins vulnérables (EMV) ou l'observation des captures accidentelles (mammifères marins, oiseaux, tortues etc.).

Comme de nombreux programmes d'échantillonnage, le programme ObsMer est soumis à divers biais qui altèrent l'exactitude de l'estimation des différents paramètres et indicateurs calculés. Certains biais sont généraux, d'autres sont plus spécifiques à l'observation et à l'estimation des captures accidentelles.

Une des principales sources de biais du programme ObsMer en général et du sur-échantillonnage hivernal dédié aux captures accidentelles en particulier est **une répartition non aléatoire de l'effort d'échantillonnage**. Le tirage aléatoire des navires mis en place à partir de juillet 2020, et donc actif (la plupart du temps) pour les hivers 2020-2021, 2021-2022 et 2022-2023, a permis de réduire considérablement ce manque d'aléatoire. Malgré cela, deux sources de biais potentielles liées au défaut d'aléatoire demeurent :

- Certains navires ne peuvent pas embarquer d'observateur en raison de l'absence d'autorisation de personnel spécial, de défaut de sécurité ou de manque de place à bord. Les petites unités sont particulièrement concernées, ce qui peut biaiser l'échantillonnage ;
- Le programme ObsMer étant basé sur le volontariat, seuls les navires acceptant un observateur à bord sont observés.

Par ailleurs, il arrive pour diverses raisons que certaines strates ou flottilles soient très peu échantillonnées (effort demandé trop faible – mauvaise stratification, météo, taux de non-réponse élevé etc.). Un nombre d'échantillons trop faible voire nul dans certaines strates ou flottilles peut engendrer des biais importants.

Il est demandé aux observateurs ObsMer d'enregistrer toutes les captures accidentelles auxquelles ils assistent même si celles-ci interviennent sur une OP non échantillonnée. Cependant, une capture accidentelle peut échapper à tout échantillonnage si elle intervient alors que l'observateur est occupé ailleurs sur le pont, qu'il est en train de dormir ou si la capture se décroche du vire-filet avant d'être remontée à bord par exemple (ICES, 2016 ; Vignard and Tachaires, 2023).

D'autre part, un effort d'échantillonnage oscillant autour de 1% de l'effort total suffit pour obtenir de bonnes estimations pour l'évaluation de stock des espèces commerciales. En effet, la capture de ces espèces est relativement régulière : la distribution respecte grosso modo une distribution normale. Or, le phénomène des captures accidentelles de petits cétacés est par nature un événement rare, avec une distribution fortement asymétrique : en effet, la quasi-totalité des opérations de pêche n'occasionnent aucune capture accidentelle. Dans ce cas, un effort d'échantillonnage relativement faible malgré le sur-échantillonnage (autour de 3% pour les fileyeurs) associé à un défaut d'aléatoire et à certaines flottilles très peu échantillonnées engendre un biais important sur les estimations.

Enfin, bien que ce ne soit pas établi, d'autres sources de biais mentionnées dans la littérature pourraient concerner le programme ObsMer et le sur-échantillonnage : l'effet observateur (la pratique du pêcheur change si un observateur est à bord), une saisie imprécise de la part des observateurs – surestimation ou sous-estimation – due à une amitié avec l'équipage ou au contraire à une intimidation etc. (Babcock *et al.*, 2003)

### 3 Le sur-échantillonnage ObsMer : fonctionnement opérationnel, protocole et destination des données

Le sur-échantillonnage est mis en place en période hivernale, de décembre N-1 à avril N (on parle alors “d'hiver N”), période identifiée comme la plus à risque pour les captures accidentelles de petits cétacés dans le golfe de Gascogne. Cette période est à cheval sur trois trimestres, le trimestre étant l'unité de stratification temporelle du programme ObsMer classique.

Suivant les années, les flottilles considérées “à risque” et donc suivies lors du sur-échantillonnage ObsMer sont :

- les chalutiers pélagiques en bœuf (hivers 2019 à 2023)
- les chalutiers pélagiques simples (hivers 2020 à 2023)
- les fileyeurs (hivers 2020 à 2023)
- les senneurs danois (hiver 2022).

Les navires faisant partie de ces flottilles sont retirés des strates classiques ObsMer auxquelles ils appartiennent pour l'ensemble de la période hivernale, ce qui engendre quelques manipulations sur les listes de navires éligibles. Un effort est également mis chaque année pour mutualiser l'effort d'observation entre les différents programmes concomitants (ObsCAME, ARPEGI etc.), notamment afin d'éviter la sur-sollicitation des pêcheurs.

L'effort de sur-échantillonnage est réparti sur ces flottilles avec un objectif d'environ 5% de l'effort de pêche pour les fileyeurs et entre 10 et 30% pour les chalutiers pélagiques, suivant les années. Depuis l'hiver 2022, une articulation de l'effort entre le programme classique et le sur-échantillonnage est mis en place afin de ne pas payer en double certaines sorties.

Le tirage aléatoire est théoriquement actif depuis l'hiver 2021. Il est cependant désactivé pour les strates de chalutiers pélagiques (et senneurs danois pour l'hiver 2022) et pour certaines périodes (ex : au début de l'hiver 2023 avec les difficultés autour des autorisations de personnel spécial).

Globalement, et sans trop rentrer dans les détails, la mise en place du sur-échantillonnage est relativement compliquée chaque année, celui-ci arrivant au milieu du programme ObsMer classique tel un chien dans un jeu de quilles.

Par ailleurs, le protocole mis en place sur les navires est le même que pour le programme classique. Ceci est **primordial** afin d'assurer une homogénéité des données collectées : en effet, les données issues du sur-échantillonnage ObsMer sont envoyées de concert avec les données issues du programme classique pour les différents groupes d'évaluation des stocks et d'estimation des captures accidentelles (WGBYC, WGBIE etc.).

## 4 Résultats des campagnes de sur-échantillonnage ObsMer

### 4.1 Taux de réalisation du plan d'échantillonnage

Le tableau suivant présente la réalisation du plan et l'état des contacts pour les sur-échantillonnages ObsMer dédiés aux captures accidentelles de mammifères marins pour les hivers 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 et 2022-2023.

**Table 4.1 : Taux de réalisation du plan d'échantillonnage et états des contacts pour les différents sur-échantillonnages ObsMer**

Hiver	Strate	nMarPlan	nMarObs	%Real	nNavsElig	nNavsCont	nNavsAdmin	nNavsRejet	nNavsObs	%NavsObs
18-19	Ch. pélagiques	137	48	35.0%	29	28	2	9	12	42.9%
19-20	Fil. -15m	350	68	19.4%	86	85	3	3	34	40.0%
19-20	Fil. +15m	54	25	46.3%	48	48	8	9	11	22.9%
19-20	Ch. pélagiques	27	8	29.6%	14	14	0	0	5	35.7%
20-21	Fil. 3M -15m	60	17	28.3%	27	27	6	1	5	18.5%
20-21	Fil. côtiers -15m	786	249	31.7%	228	221	28	13	63	28.5%
20-21	Fil. mixtes -15m	150	85	56.7%	24	23	2	3	12	52.2%
20-21	Fil. du large -15m	4	0	0.0%	2	1	0	0	0	0.0%
20-21	Fil. mixtes +15m	13	4	30.8%	8	8	1	1	3	37.5%
20-21	Fil. du large +15m	41	24	58.5%	50	41	6	1	11	26.8%
20-21	Ch. pélagiques -12m	38	7	18.4%	5	5	3	0	4	80.0%
20-21	Ch. pélagiques +12m	43	15	34.9%	27	27	1	3	8	29.6%
21-22	Fil. 3M	42	18	42.9%	33	33	3	5	7	21.2%
21-22	Fil. côtiers	272	221	81.2%	227	217	24	32	69	31.8%
21-22	Fil. mixtes	58	54	93.1%	40	38	2	10	20	52.6%
21-22	Fil. du large	51	24	47.1%	60	58	7	5	13	22.4%
21-22	Ch. pélag. & sen. dan.	133	51	38.3%	42	34	5	4	19	55.9%
22-23	Fil. 3M/côtiers	211	123	58.3%	237	190	51	48	47	24.7%
22-23	Fil. mixtes	59	47	79.7%	41	34	4	7	13	38.2%
22-23	Fil. du large	88	14	15.9%	59	54	27	4	9	16.7%
22-23	Ch. pélagiques	40	15	37.5%	28	28	3	8	9	32.1%

Les taux de réalisation varient selon les hivers et les strates mais globalement, ils oscillent entre 25% et 65% toutes strates confondues. Récemment, le taux de réalisation pour la strate des fileyeurs du large a chuté, atteignant 15% à l'hiver 2023.

### 4.2 Taux d'observation par engin

Les graphes suivants présentent l'évolution des taux d'observation (effort observé vs. effort total) par engin dans le golfe de Gascogne (zone VIII du CIEM). On voit que le sur-échantillonnage a permis de multiplier par 3 l'effort d'observation pour les filets et par près de 10 pour les chaluts pélagiques en bœuf, par rapport à la période précédant les premiers sur-échantillonnage.

### 4.3 Nombre de captures accidentelles observées

Comme illustré sur le tableau ci-dessous, le nombre d'évènements de captures accidentelles de dauphins communs dans le golfe de Gascogne observés via le programme ObsMer varie beaucoup d'une année sur l'autre, sans qu'un apport clair du sur-échantillonnage ne soit décelé. Le nombre de captures estimées à partir des données d'échouages restant dans le même ordre de grandeur d'année en année depuis 2016 (Dars *et al.*, 2021), ces fortes variations suggèrent de nouveau l'inadéquation du programme ObsMer pour bien capter ce phénomène de captures accidentelles.

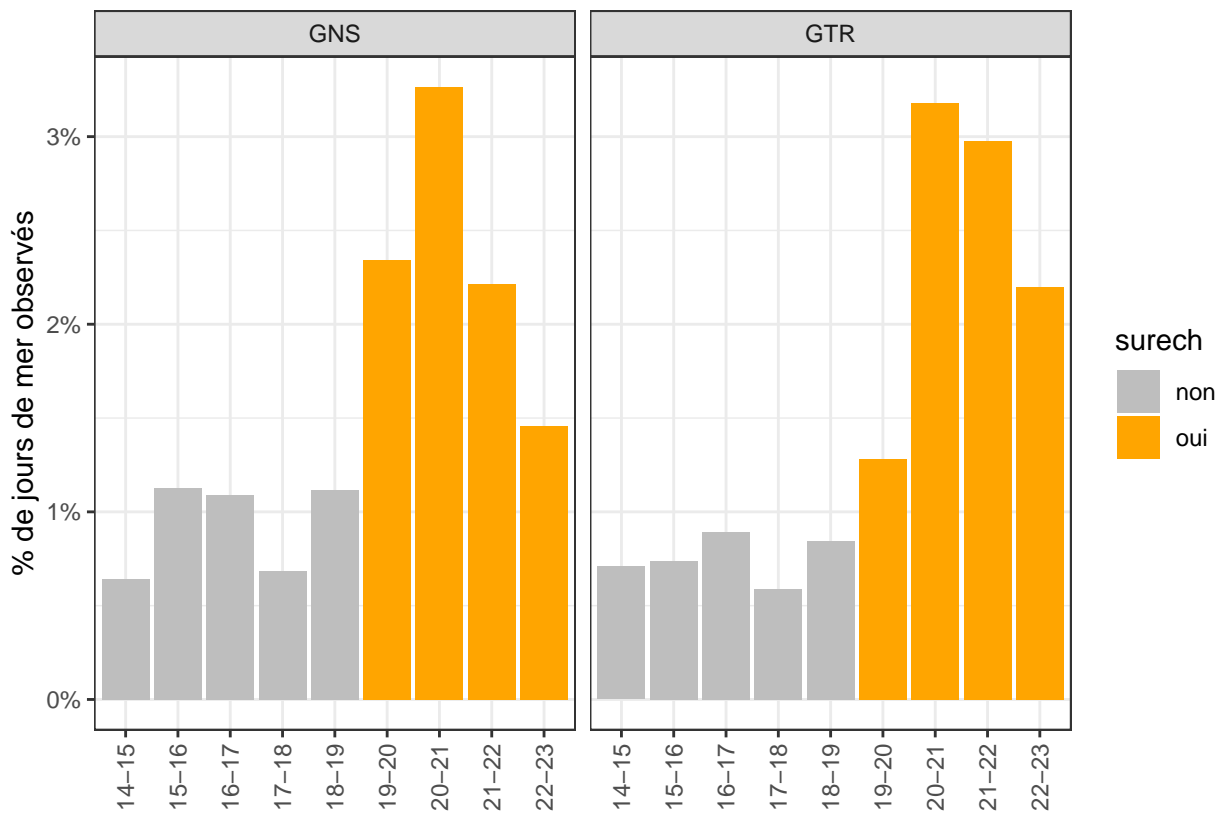


Figure 1 : Taux d'observation par engin du filet

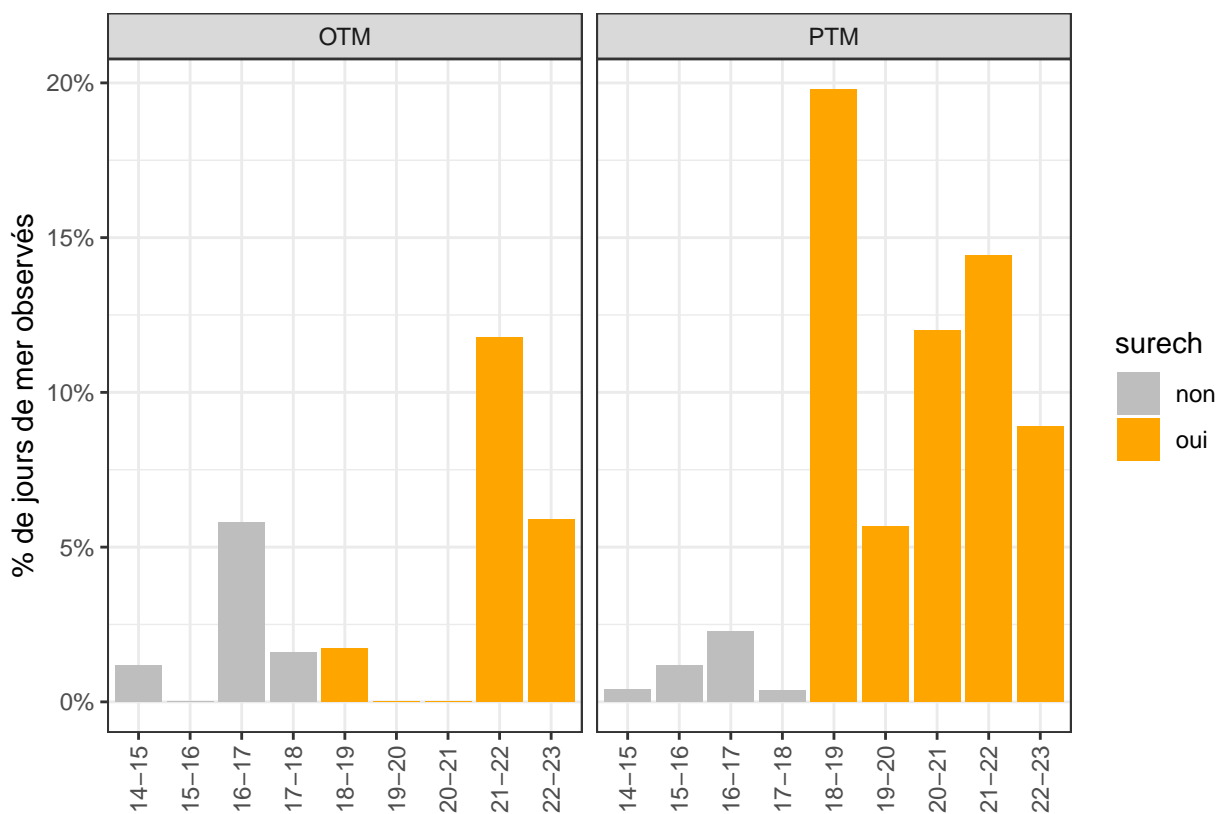


Figure 2 : Taux d'observation par engin du chalut pélagique

**Table 4.2 :** Nombre total d'OP observées et de captures accidentelles de dauphins communs dans le golfe de Gascogne, tous engins confondus (PTM, OTM, GTR et GNS)

winter	nOPObs	nEvents	nInd
14-15	621	3	4
15-16	742	4	4
16-17	778	15	60
17-18	424	3	4
18-19	887	14	31
19-20	630	3	5
20-21	2420	19	34
21-22	1942	3	3
22-23	1169	18	25

#### 4.4 Impact sur l'estimation du nombre de captures accidentelles de dauphins communs

Plusieurs méthodes ont été testées afin d'estimer le nombre de captures accidentelles de dauphins communs dans le golfe de Gascogne à partir des données ObsMer.

Une méthode basée sur un *hurdle model* a été développée lors du WKMOMA de septembre 2021 (ICES, 2021). Elle consiste en une modélisation en deux temps :

- Tout d'abord, on estime la probabilité qu'un évènement de capture accidentelle se produise par jour de mer (i.e : le risque) (binomial gam with logit-link function)
- Ensuite, on estime l'intensité de chaque évènement (i.e : le nombre d'individus par évènement de capture) (gamma gam with log-link function)

Comme d'autres méthodes d'estimation par ratio plus classiques, l'inconvénient de ce modèle est qu'il se base sur l'hypothèse d'un échantillonnage aléatoire non biaisé, ce qui n'est pas le cas du programme ObsMer. Et, en effet, le test de ces méthodes avec les données issues du programme ObsMer a donné des résultats incohérents avec les niveaux d'échouage constatés (Dars *et al.*, 2021).

Une autre méthode a été développée et permet de passer outre le caractère non aléatoire de l'échantillonnage ObsMer (Authier *et al.*, 2021; Rouby *et al.*, 2022). Cette méthode consiste en une régression multiniveaux régularisée avec post-stratification. Ce modèle a donné des résultats satisfaisants pour l'estimation du nombre de captures accidentelles des chalutiers pélagiques en bœuf, en accord avec d'autres estimations basées sur le nombre d'échouages. En revanche, ce modèle très gourmand en force de calcul informatique ne converge pas en l'état pour les fileyeurs et sera l'objet de futurs développements dans le cadre du projet Delmoges.

**Table 4.3 :** Nombre d'opérations de pêche observées au PTM depuis l'hiver 2014-2015

winter	nOP
14-15	10
15-16	16
16-17	57
17-18	4
18-19	281
19-20	37
20-21	100
21-22	103
22-23	47

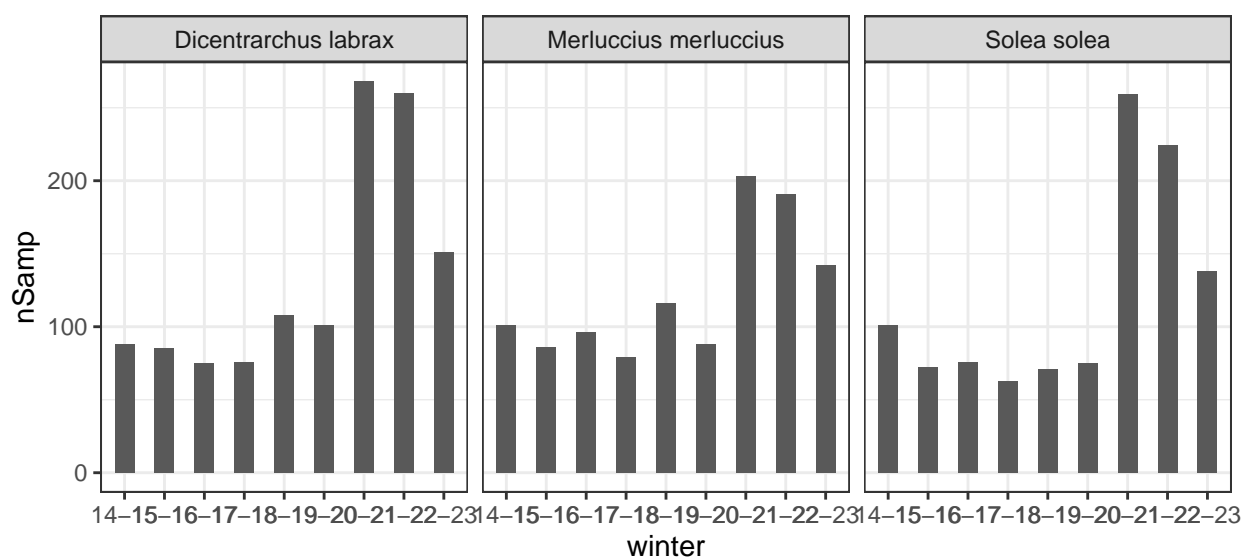
Comme présenté ci-dessus, le sur-échantillonnage, actif depuis l'hiver 2018-2019 pour les chalutiers pélagiques

en bœuf (PTM), a engendré une augmentation nette du nombre d'opérations de pêche observées au PTM. De ce fait, le sur-échantillonnage a été bénéfique pour le modèle PTM développé par Authier *et al.* (2021) & Rouby *et al.* (2022) : celui-ci aurait sûrement convergé d'après les auteurs mais avec des incertitudes beaucoup plus larges, et donc potentiellement des estimations plus hautes.

## 4.5 Impact sur l'évaluation des stocks

Comme évoqué plus haut, les données collectées lors du sur-échantillonnage hivernal servent non seulement à l'estimation des captures accidentelles de petits cétacés mais sont également utilisées pour l'évaluation des stocks de poissons de la zone. C'est notamment le cas de la sole (*Solea solea*), du merlu (*Merluccius merluccius*) ou du bar (*Dicentrarchus labrax*), trois stocks particulièrement ciblés par les fileyeurs et chalutiers pélagiques du golfe de Gascogne en période hivernale.

Comme illustré ci-dessous, le nombre d'échantillons et le nombre d'individus collectés pour ces stocks importants du golfe de Gascogne a considérablement augmenté depuis la mise en place du sur-échantillonnage. Avec un nombre d'échantillons multiplié par 2 environ, on peut s'attendre à une augmentation de  $\sqrt{2}$  de la précision des différents indicateurs/estimations issues de ces données (taux de rejet par exemple) pour ces stocks de poisson.



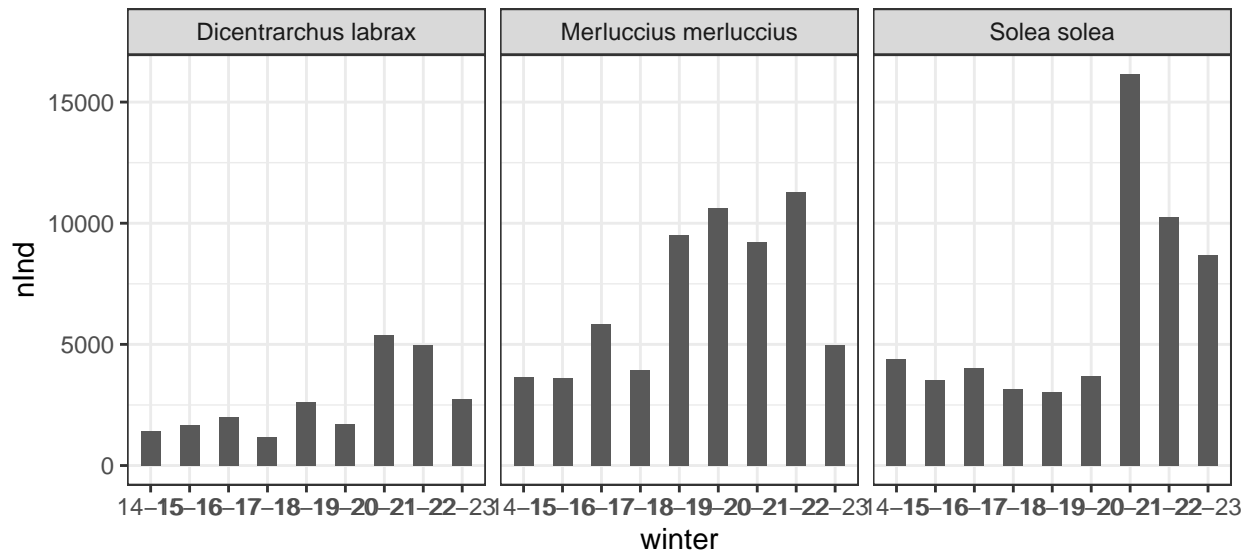
**Figure 3 :** Nombre d'échantillons collectés par le programme ObsMer et par hiver pour la sole, le merlu et la baudroie commune

## 5 Conclusion

Le sur-échantillonnage ObsMer en place depuis l'hiver 2018-2019 est soumis à de nombreux biais, dont le principal est la répartition non aléatoire de l'effort d'échantillonnage. A ce titre, et en particulier pour les captures accidentelles de cétacés, qui est un phénomène rare et à distribution asymétrique, cette méthode d'échantillonnage ne permet pas d'utiliser les méthodes classiques d'estimation par ratio, qui supposent un échantillonnage aléatoire et non biaisé.

Une méthode s'affranchissant de ce biais d'échantillonnage a été développée (Authier *et al.*, 2021 ; Rouby *et al.*, 2022). Le modèle converge pour la flottille des chalutiers pélagiques et donne des résultats satisfaisants. D'après ses auteurs, le sur-échantillonnage a été bénéfique pour ce modèle "PTM", en réduisant l'incertitude des estimations. En revanche, le sur-échantillonnage ne permet pas d'obtenir des estimations pour les fileyeurs : le modèle "fileyeurs" ne converge pas en l'état actuel avec les données et la force de calcul disponibles.

Concernant l'évaluation de stocks, en revanche, le doublement du nombre d'échantillons en hiver sur certains stocks emblématiques du golfe de Gascogne (sole, merlu etc.) a permis d'améliorer la précision des estimations



**Figure 4 :** Nombre d’individus mesurés par le programme ObsMer et par hiver pour la sole, le merlu et la baudroie commune

issues des données ObsMer (taux de rejet etc.).

D’un point de vue plus opérationnel, la mise en place du sur-échantillonnage s’avère assez complexe en termes d’organisation pour les coordinateurs du programme ObsMer.

En résumé,

- compte tenu de **résultats mitigés concernant l’évaluation du nombre de captures accidentelles de dauphins communs**
- compte tenu du **cadre contraignant du protocole ObsMer** difficilement adaptable à la problématique des captures accidentelles de petits cétacés, compte tenu des enjeux en termes d’évaluation des stocks par ailleurs
- compte tenu de la **complexité de sa mise en oeuvre opérationnelle**
- et malgré un **bénéfice certain pour l’évaluation des stocks**

le **sur-échantillonnage ObsMer et l’embarquement d’observateurs scientifiques de manière plus générale ne semble pas la méthode la plus adaptée pour quantifier le phénomène des captures accidentelles**. Selon les auteurs de ce rapport, d’autres méthodes semblent plus efficaces pour cela :

- la **déclaration exhaustive** des captures accidentelles par les professionnels. Cette méthode aurait pour avantage son coût réduit et ne nécessiterait pas de développer des modèles complexes d’estimation.
- l’observation par **caméra embarquée**. Les avantages de cette méthode sont l’observation quasi-exhaustive des marées et opérations de pêche d’un navire, dès lors que celui-ci est équipé (hors cas où l’image est floue), l’assurance de ne pas rater une capture se décrochant du vire-filet avant d’arriver à bord (20% des cas pour les fileyeurs) ainsi qu’un coût moins élevé que l’embarquement d’observateurs scientifiques (Vignard and Tachaires, 2023). Ce procédé nécessiterait toutefois une répartition représentative des caméras au sein de la population cible. Par ailleurs, un dispositif d’observation par caméras ne pourrait se substituer à l’heure actuelle à l’embarquement d’observateurs scientifiques pour la récolte de données biologiques sur les stocks de poissons.



## 6 Références

- Authier, M., Rouby, E., and Macleod, K. 2021. Estimating Cetacean Bycatch From Non-representative Samples (I) : A Simulation Study With Regularized Multilevel Regression and Post-stratification. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.719956> (Accessed 22 September 2023).
- Babcock, E. A., Pikitch, E. K., and Hudson, C. G. 2003. How much observer coverage is enough to adequately estimate bycatch? Pew Institute for Ocean Science & Oceania. <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/reports/2003/11/01/how-much-observer-coverage-is-enough-to-adequately-estimate-bycatch>.
- Dars, C., Méheust, E., Genu, M., Méndez-Fernandez, P., Peltier, H., Wund, S., Caurant, F., *et al.* 2021. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2021. Réseau National Echouages (RNE).
- ICES. 2016. Report of the Working Group on Bycatch of Protected Species (WGBYC). report. ICES Expert Group reports (until 2018). [https://ices-library.figshare.com/articles/report/01\\_WGBYC\\_-\\_Report\\_of\\_the\\_Working\\_Group\\_on\\_Bycatch\\_of\\_Protected\\_Species/19284245/2](https://ices-library.figshare.com/articles/report/01_WGBYC_-_Report_of_the_Working_Group_on_Bycatch_of_Protected_Species/19284245/2) (Accessed 25 August 2023).
- ICES. 2021. Workshop on estimation of MOrtality of Marine MAMmals due to Bycatch. ICES. <https://www.ices.dk/sites/pub/Reports/Forms/DispForm.aspx?ID=38429> (Accessed 22 September 2023).
- Rouby, E., Dubroca, L., Cloâtre, T., Demanèche, S., Genu, M., Macleod, K., Peltier, H., *et al.* 2022. Estimating Bycatch From Non-representative Samples (II) : A Case Study of Pair Trawlers and Common Dolphins in the Bay of Biscay. *Frontiers in Marine Science*, 8 : 795942. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.795942/full> (Accessed 22 September 2023).
- Vignard, C., and Tachoures, S. 2023. Rapport final du projet ObsCAME phase 2. Office Français de la Biodiversité.