



**HAL**  
open science

## Projet SIDE0 (Shark IDentification with Electronic Observation)

Alexandra Maufroy, Karine Briand, Gwenaëlle Wain, Antoine Bonnieux, Philippe S. Sabarros, Antoine Duparc, Sarah Le Couls, Julien Lebranchu

► **To cite this version:**

Alexandra Maufroy, Karine Briand, Gwenaëlle Wain, Antoine Bonnieux, Philippe S. Sabarros, et al.. Projet SIDE0 (Shark IDentification with Electronic Observation). ORTHONGEL. 2023, pp.69. hal-04304816

**HAL Id: hal-04304816**

**<https://hal.science/hal-04304816>**

Submitted on 29 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Projet SIDEO

## Shark IDentification with Electronic Observation

Rapport final

# Sommaire

1.1	Le programme OCUP et sa composante Œil Électronique .....	5
1.1.1	Les caméras à bord des navires de la CFTO depuis 2014 .....	5
1.1.2	L'analyse des enregistrements de l'OE.....	7
1.2	Les difficultés de suivi des requins à l'observation électronique .....	8
1.3	Les objectifs et le calendrier du projet SIDE0 .....	9
2.1	Diagnostic par configuration de navire et caméra.....	12
2.1.1	Les configurations de navire de la CFTO.....	12
2.1.2	Caméra Nid de pie 1.....	13
2.1.3	Caméra Pupitre.....	14
2.1.4	Caméra Rejets.....	15
2.1.5	Caméra Convoyeur .....	16
2.2	Les solutions à tester pour améliorer l'observation des requins à l'OE .....	17
2.2.1	Utilisation de caméras supplémentaires sur le pont .....	17
2.2.2	Amélioration du paramétrage des caméras et de l'utilisation de l'OE.....	18
2.2.3	Analyse détaillée de la caméra Convoyeur du faux-pont .....	18
2.2.4	Formation d'observateurs à la double compétence OB /OE .....	19
3.1	Installation des caméras <i>Nid de Pie 2, Cheminée et Plateforme</i> .....	21
3.2	Réalisation de marées en observation mixte .....	25
3.2.1	Objectifs et calendrier des marées en observation mixte .....	25
3.2.2	Protocole d'observation des requins par les observateurs à bord .....	26
3.2.3	Protocole d'observation des requins par les observateurs électroniques .....	27
3.2.4	Données collectées au cours des marées en observation mixte.....	28
3.3	Qualité des enregistrements du pont.....	29
3.4	Capacité de l'OE à détecter tous les requins sur le pont.....	32
3.4.1	Matrice de confusion par caméra sur le pont .....	32
3.4.2	Indicateurs de la capacité de l'OE à détecter les requins sur le pont.....	33
3.5	Capacité de l'OE à identifier l'espèce de tous les requins sur le pont .....	35

3.5.1 Matrice de confusion par caméra sur le pont .....	35
3.6 Capacité de l'OE à suivre la remise à l'eau des requins sur le pont.....	39
3.6.1 Comparaison des caméras du pont.....	39
3.6.2 Indicateurs de suivi des techniques de remise à l'eau.....	40
3.7 Synthèse des résultats pour l'observation des requins sur le pont.....	41
4.1 Réalisation des marées en observation mixte .....	43
4.2 Suivi de la qualité des enregistrements du faux-pont .....	44
4.3 Capacité de l'OE à détecter tous les requins dans le faux-pont .....	45
4.4 Capacité de l'OE à identifier l'espèce des requins dans le faux-pont .....	46
4.5 Capacité de l'OE à suivre la remise à l'eau des requins dans le faux-pont .....	47
4.6 Synthèse des résultats pour l'observation des requins dans le faux-pont .....	49
5.1 Des solutions envisagées à l'évaluation de leur faisabilité .....	50
5.2 Recommandations pour un placement optimal des caméras .....	52
5.2.1 Recommandations pour une combinaison optimale de caméras sur le pont .....	52
5.2.2 Recommandations pour une combinaison optimale pont et faux-pont .....	54
5.3 Recommandations pour des enregistrements de l'OE de qualité optimale .....	56
5.3.1 Recommandations pour un paramétrage optimal des caméras .....	56
5.3.2 Recommandations pour la maintenance des caméras et des équipements à bord .....	59
5.3.3 Recommandations pour la manipulation des requins par l'équipage .....	60
5.4 Recommandations pour une analyse optimale des enregistrements de l'OE .....	60
5.4.1 Recommandations pour l'ergonomie du logiciel.....	60
5.4.2 Recommandations pour la formation des observateurs électroniques .....	60
ANNEXES	
Références bibliographiques .....	63
Ateliers avec les marins et les partenaires de l'OE.....	64
Publication scientifique de rang A .....	65
Communications orales.....	66

# **PARTIE 1**

## **Contexte et objectifs du projet SIDEO**

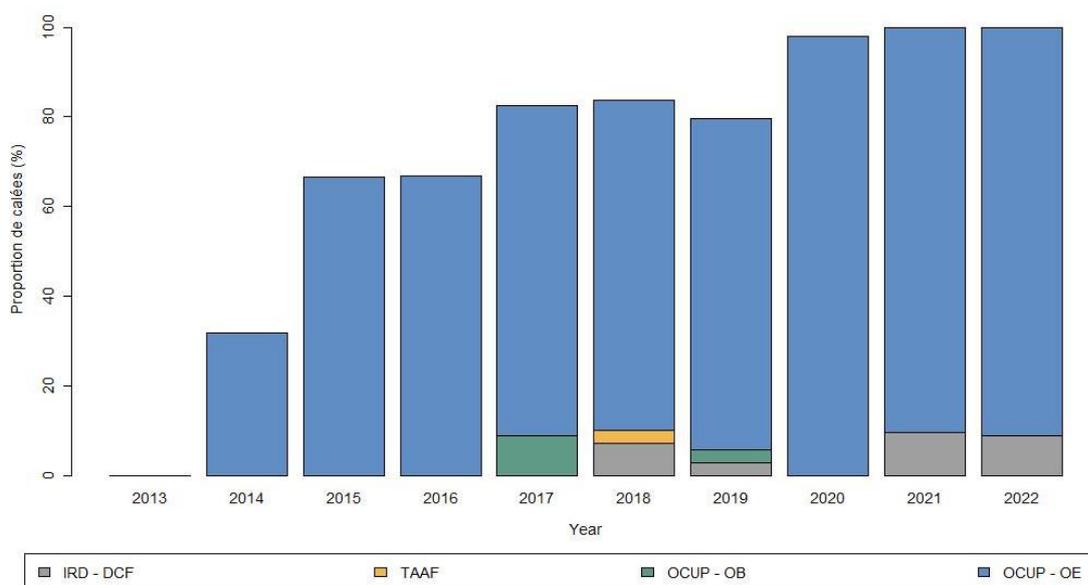
## 1.1 Le programme OCUP et sa composante Œil Électronique

### 1.1.1 Les caméras à bord des navires de la CFTO depuis 2014

Pour donner suite à la mise en place du règlement européen (CE) n° 199 / 2008 du Conseil du 25 février 2008 instituant un cadre communautaire pour la collecte, la gestion et l'utilisation de données dans le secteur de la pêche et le soutien aux avis scientifiques sur la politique commune de la pêche (Data Collection Framework – DCF), la France s'est dotée d'un plan de travail national décrivant les actions à mener, notamment sur les pêcheries thonières tropicales. Afin de répondre à ces obligations, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) a mis en place depuis 2009 un programme d'observateurs embarqués sur les navires français en lien avec ORTHONGEL (Organisation des Producteurs de Thon Congelé et surgelé) et ses armements adhérents. Ce programme permet de réaliser la collecte de données scientifiques et d'assurer le respect des obligations des Organisations Régionales de Gestion de la Pêche (ORGP) avec une couverture qui varie entre 10% et 20% selon les années.

Outre les besoins scientifiques, la présence d'observateurs à bord des thoniers senneurs tropicaux est nécessaire pour de multiples raisons qui comprennent, entre autres, le respect des dispositions des accords de pêche, le suivi des Bonnes Pratiques de remise à l'eau des espèces sensibles ou encore le suivi des engagements pris dans le cadre de processus de certification. Afin de répondre à ces multiples besoins, ORTHONGEL a mis en place en 2013 le programme OCUP (Observateur Commun Unique et Permanent, Goujon et al., 2017) en collaboration avec l'IRD, Bureau Veritas Living Resources (BVLR) et 10 pays des océans Atlantique et Indien. Depuis 2013, le programme OCUP et sa composante *Observation à Bord* (OB) coordonne les embarquements des observateurs des pays côtiers, du consortium OCUP et du programme IRD-DCF avec l'objectif d'atteindre une couverture exhaustive des thoniers senneurs tropicaux français et associés.

Dans l'Océan Indien cependant, du fait de la présence d'équipes de protection contre la piraterie, l'embarquement systématique d'observateurs n'est pas envisageable pour tous les navires. L'*Observation Électronique* (OE) est donc utilisée depuis 2014 (Maufroy et al., 2021) pour les 7 navires français de l'armement CFTO (Compagnie Française du Thon Océanique). Elle est complétée par quelques embarquements du programme IRD-DCF dans l'année, afin d'équilibrer le plan d'échantillonnage de ce programme entre tous les navires de la flotte française (Figure 1).

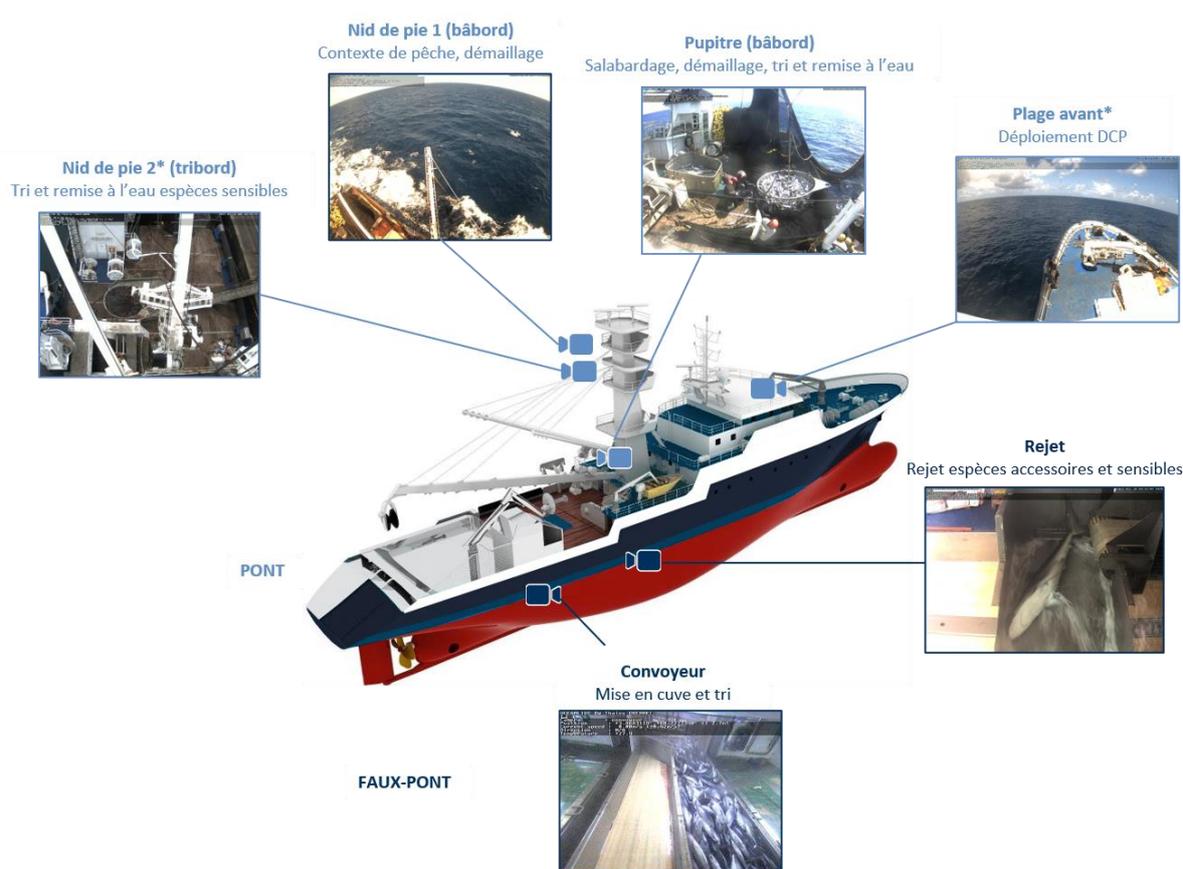


**Figure 1 : Taux de couverture des navires français de la CFTO dans l'Océan Indien par programme d'observation scientifique (2013-2022).**

Depuis 2014, la configuration de l'OE installée par le fournisseur Thalos a été progressivement améliorée (nombre de caméras, placement, paramétrage) dans le cadre du Contrat d'Avenir Thonier *Optimisation de l'Œil Électronique* (CAT OOE, 2016-2018) puis du programme OCUP et de sa composante *Œil Électronique*. La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente la configuration actuelle de l'OE (OceanLive<sup>2</sup>) à bord des navires de la CFTO.

Sur le pont supérieur, quatre caméras permettent de suivre les activités. Deux sont situées en hauteur sur le nid de pie. La caméra *nid de pie 1* est tournée vers l'extérieur coté bâbord pour couvrir l'ensemble des opérations de pêche mais également les éventuels maillages de requins dans la senne. La caméra *nid de pie 2* permet de couvrir l'ensemble du pont et la zone de rejets d'espèces accessoires côté tribord. Une caméra *pupitre* suit les opérations de salabardage, le démaillage d'espèces sensibles de la senne ainsi que les éventuels rejets d'espèces accessoires côté bâbord. Une dernière caméra est installée sur la *plage avant* du bateau pour suivre les opérations de déploiement de DCP.

Dans le faux-pont, une ou deux caméras ciblant le *convoyeur* servent à suivre les espèces conservées à bord dans leur trajet jusqu'aux cuves. Enfin une caméra est installée en fin de tapis de *rejet* pour suivre l'ensemble des espèces accessoires remises à l'eau depuis le faux-pont, y compris les requins qui n'ont pas pu être détectés et remis à l'eau depuis le pont.



**Figure 2 : Schéma d'installation des caméras à bord des thoniers senniers de la CFTO sur le pont (caméras extérieures en bleu foncé) et dans le faux pont (caméras intérieures en bleu clair).** Des exemples de vues associées à chacune des caméras sont présentés avec leur rôle respectif dans le suivi de l'observation électronique. Sur le pont, les caméras Nid de pie 2 et Plage avant ajoutées dans la configuration OceanLive<sup>2</sup> sont présentées avec un astérisque.

1.1.2 L'analyse des enregistrements de l'OE

Depuis 2015, le visionnage des enregistrements de l'OE est confié aux observateurs électroniques de BVLR. La Figure 3 présente la méthode d'analyse des enregistrements vidéo et la contribution des différents partenaires du projet OCUP et de sa composante *Ceil Électronique* : l'armement CFTO, l'organisation de producteurs ORTHONGEL, les observateurs électroniques de BVLR, le fournisseur d'OE Thalos et les scientifiques de l'IRD.

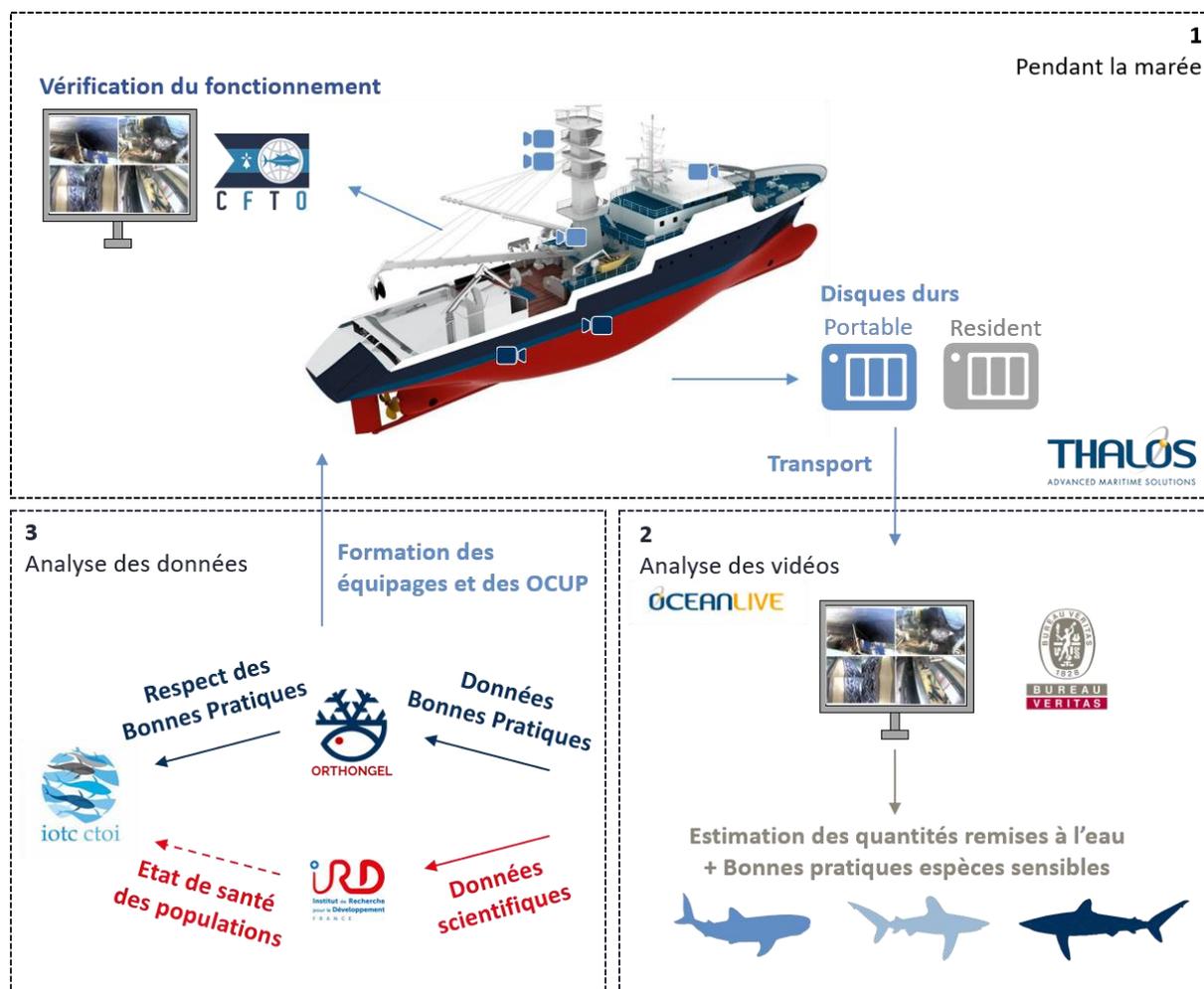


Figure 3 : Schéma général de fonctionnement du programme OCUP – OE

Pendant la marée, les enregistrements de chaque bateau sont vérifiés régulièrement par la CFTO pour s'assurer de la bonne qualité d'images sur les caméras. Si besoin, CFTO alerte les marins en cas de caméras sales et le fournisseur de caméras Thalos procède à des ajustements techniques pour améliorer la qualité des vidéos à distance.

A la fin de chaque marée, les disques durs cryptés (NAS) contenant les enregistrements sont transportés des Seychelles en France et transmis à Bureau Veritas Living Ressources (BVLR). A noter qu'une copie des enregistrements est faite pour éviter toute perte de données. Les enregistrements de chaque caméra sont ensuite décryptés et analysés par les observateurs électroniques via le logiciel OceanLive fourni par Thalos.

Mis à part les informations sur la structure des DCP et sur les bouées qui les équipent, les observateurs électroniques de BVLR collectent les mêmes données que les observateurs à bord dans le cadre des

programmes OCUP - OB et DCF : données sur la marée, les rejets, pratiques de remise à l'eau des espèces sensibles (Bonnes Pratiques). Ils collectent en complément des informations spécifiques à l'OE qui permettent de suivre le bon fonctionnement des caméras et la qualité des vidéos. Enfin, ils reportent les informations déclarées dans le livre de bord sur les captures conservées à bord.

Un protocole spécifique à la collecte de données sur les enregistrements de l'OE a été développé par les partenaires du programme OCUP et est utilisé depuis 2021 (Yon and Wain, 2021). Il prévoit une collecte de données pour estimer les rejets de prises accessoires dans le faux-pont avec une analyse exhaustive des enregistrements de l'OE des caméras du pont et du faux-pont pour les espèces sensibles (requins, requins baleine, tortues, raies).

Comme pour les observateurs à bord, les données collectées sont ensuite saisies informatiquement soit dans le logiciel ObServe de l'IRD, soit dans le formulaire F Excel pour les Bonnes Pratiques, soit dans le formulaire CAMERAS Excel spécifique à l'OE.

### 1.2 Les difficultés de suivi des requins à l'observation électronique

Depuis 2014, le partenariat entre CFTO, ORTHONGEL, l'IRD, BVLR et Thalos a permis d'améliorer progressivement la configuration et l'utilisation de l'OE à bord des navires de la CFTO. Cependant, après plusieurs années d'optimisation de l'OE, certaines difficultés persistent pour l'observation des espèces sensibles, dont les requins (Maufroy et al., 2021). Ces difficultés concernent :

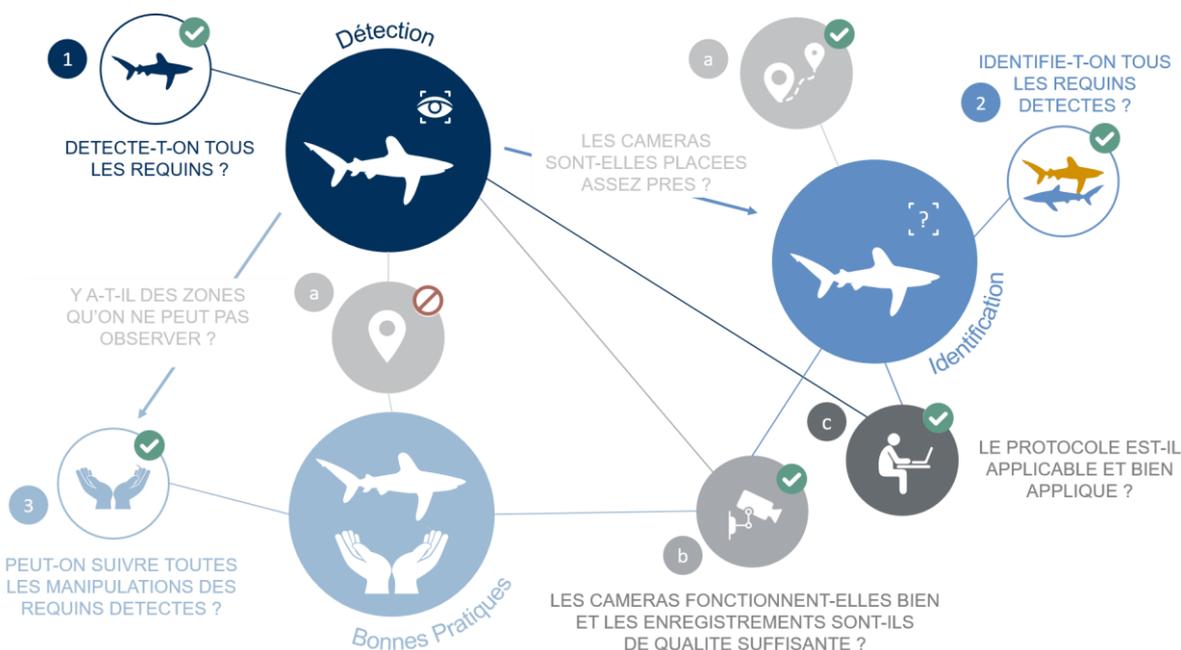
① la possibilité de couvrir toutes les zones de manipulation des requins, du fait de la présence d'angles morts dans la configuration de l'OE, avec une sous-estimation du nombre de requins présents à bord de l'ordre de 40-65% (CFTO *comm pers*, Forget et al., 2021). La présence d'angles morts dans la configuration des caméras a également un effet sur le suivi des Bonnes Pratiques, qui nécessite de pouvoir suivre un requin donné de son arrivée à bord à sa remise à l'eau (Wain et al., 2022).

② la capacité à déterminer l'espèce des requins lorsqu'ils sont détectés à l'OE, du fait de la distance entre les caméras et les zones de manipulation des requins, principalement sur le pont des senneurs ( Briand et al., 2018; Emery et al., 2018; Monteagudo et al., 2015; Piasente et al., 2012; Ruiz et al., 2015). L'analyse des données collectées avec la configuration OceanLive<sup>1</sup> de 2014 à 2018 a en effet indiqué que seulement 17% des requins détectés pouvaient être identifiés à l'échelle de l'espèce sur le pont (CFTO, *comm pers*).

De telles difficultés ne permettent pas à l'OE de répondre à l'intégralité des besoins des scientifiques et des pêcheurs en matière de suivi des captures accidentelles de requins et de leur remise à l'eau. Pour les scientifiques de l'IRD, elles ne permettent pas la collecte d'une donnée suffisamment exhaustive, détaillée et fiable, qui permettrait la fourniture d'informations à la Commission Thonière de l'Océan Indien (CTOI). Pour CFTO et ORTHONGEL, elles rendent plus difficiles le soutien aux équipages dans le cadre de l'application des Bonnes Pratiques de remise à l'eau d'espèces sensibles et dangereuses comme les requins. Elles diminuent également les chances de certification, notamment à travers le label MSC, dont le cahier des charges impose diverses obligations pour le suivi des espèces sensibles et la participation à une bonne gestion des pêches.

### 1.3 Les objectifs et le calendrier du projet SIDEO

Le projet SIDEO (*Shark IDentification with Electronic Observation*), financé par la mesure 28 du FEAMP *Partenariat entre scientifiques et pêcheurs*, volet 2 *Amélioration des connaissances des captures, des rejets et de l'effort de pêche* a permis d'examiner diverses solutions pour améliorer la détection, l'identification de l'espèce et le suivi de la remise à l'eau des requins. Ces trois objectifs ont été examinés pour trois groupes de facteurs : le placement des caméras, la qualité des enregistrements et les outils d'analyse des enregistrements de l'OE (Figure 4).



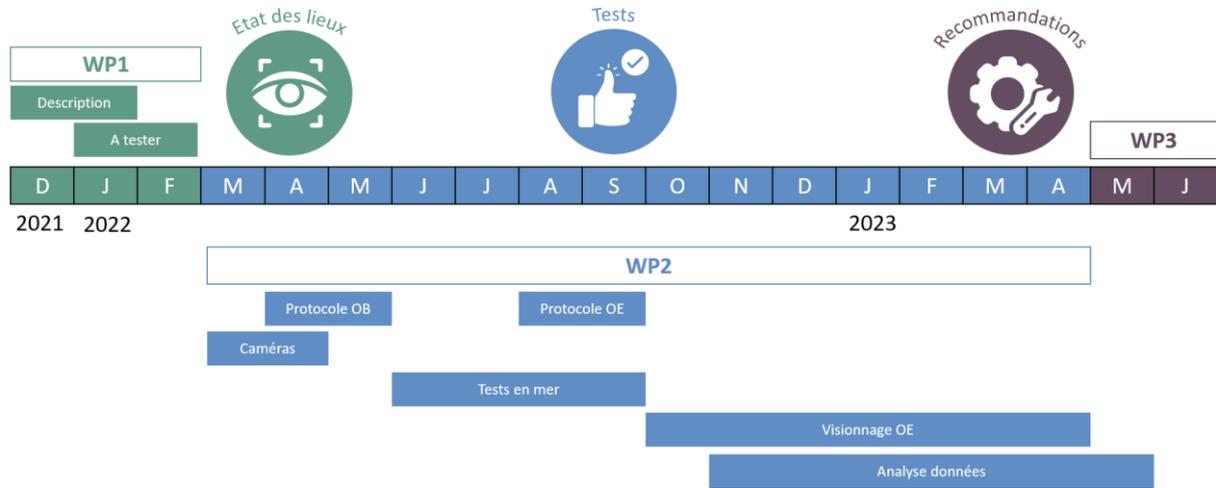
**Figure 4 : Synthèse des questionnements abordés dans le cadre du projet SIDEO.** Objectifs pour l'amélioration de l'observation des requins à l'OE (1-2-3) et facteurs affectant la capacité à observer les requins (a-b-c).

Les travaux ont été réalisés de Décembre 2021 à Juin 2023 et ont été déclinés en trois étapes (« *working packages* Figure 5) :

WP1) une phase d'état des lieux pour identifier les problématiques d'observation des requins à l'OE et les solutions à tester.

WP2) des tests d'une nouvelle configuration de l'OE menés sur le pont, avec des emplacements de caméras supplémentaires. La capacité à détecter les requins sur le pont et dans le faux-pont et à en déterminer l'espèce a également été évaluée.

WP3) des recommandations ont été formulées pour une utilisation optimale de l'OE (WP3) à destination des observateurs électroniques, des marins et du fournisseur d'OE.



**Figure 5 : Calendrier de réalisation du projet SIDEO (Décembre 2021 – Juin 2023).** Des difficultés ayant été rencontrées lors de l’analyse des enregistrements de l’OE, le calendrier initial de réalisation du projet (Décembre 2021 – Avril 2023) a été allongé de deux mois.

# **PARTIE 2**

## **État des lieux et solutions à tester**

## 2.1 Diagnostic par configuration de navire et caméra

### 2.1.1 Les configurations de navire de la CFTO

Trois configurations de navire sont présentes dans l’Océan Indien pour les navires de la CFTO (Tableau 1). Chacune de ces configurations de navires comporte ses particularités qu’il convient de prendre en compte pour optimiser le placement des caméras, améliorer la qualité des enregistrements de l’OE et analyser les enregistrements de l’OE. Un diagnostic des principales difficultés rencontrées a été réalisé pour l’ensemble des navires et configurations, avec un focus sur l’Avel Vad, le Drennec, le Trévignon et le Talenduic qui étaient équipés de la solution OceanLive<sup>2</sup> en début de projet.

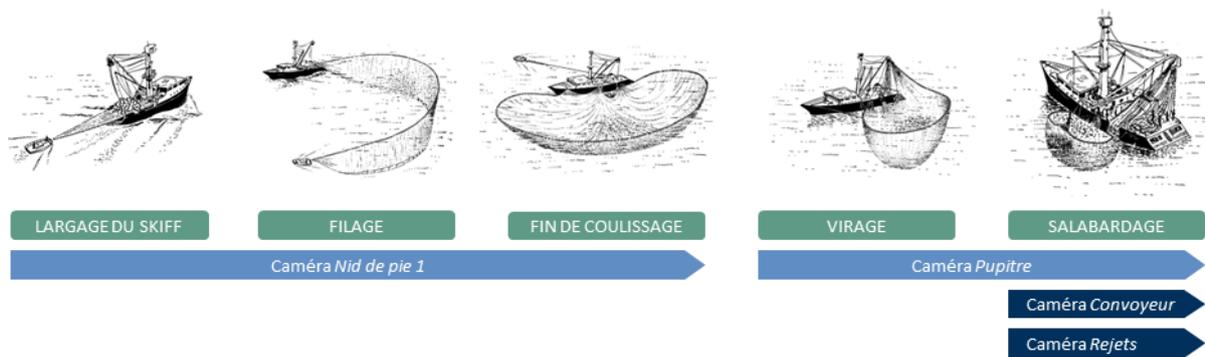
- ① sur le pont, la présence d’une porte de lice à tribord est susceptible de modifier les zones d’observation des requins en facilitant la remise à l’eau à tribord en comparaison des autres navires
- ② dans le faux-pont, la présence d’un tapis de rejet facilite l’observation des requins remis à l’eau depuis le faux-pont, les requins se présentant isolés sur le tapis de rejet, contrairement au Talenduic (configuration 3) pour lequel la remise à l’eau est réalisée à l’aide d’un vide déchets central.
- ③ dans le faux-pont, le Talenduic (configuration 3) est équipé d’un convoyeur à tribord et à bâbord, tandis que les navires des deux autres configurations sont équipés d’un convoyeur central. Cette particularité implique que le Talenduic est suivi par deux caméras *Convoyeur*. Elle implique également des configurations de faux-pont différentes entre configurations qui sont susceptibles de modifier l’encombrement et les zones de manipulation des requins à couvrir à l’OE.

**Tableau 1 : configurations des navires de la CFTO dans l’Océan Indien et particularités à prendre en compte pour l’observation des requins sur le pont.** Les navires *en italique* étaient équipés de la solution OceanLive<sup>2</sup> en début de projet.

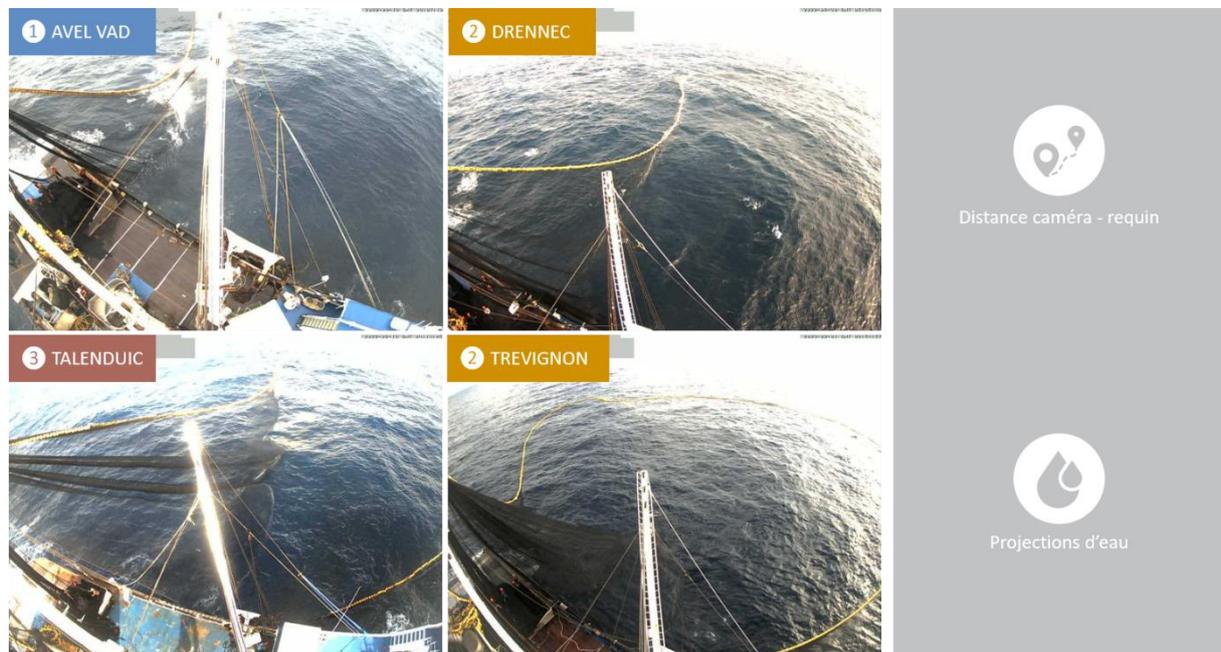
Configuration	Navires	Particularités à prendre en compte	
①	<i>Avel Vad</i> Cap Sainte Marie Cap Saint Vincent	Pont	Porte de lice à tribord
		Faux-pont	Un tapis de rejet Un seul convoyeur
②	<i>Drennec</i> Glénan <i>Trévignon</i>	Pont	Pas de porte de lice à tribord
		Faux-pont	Un tapis de rejet Un seul convoyeur
③	<i>Talenduic</i>	Pont	Pas de porte de lice à tribord
		Faux-pont	Pas de tapis de rejet (vide déchets) Deux convoyeurs

2.1.2 Caméra *Nid de pie 1*

La fonction principale de la caméra *Nid de pie 1* est l'observation du contexte général de pêche, du largage du skiff à la fin du coulisage. Cette caméra contribue néanmoins, en complément de la caméra *Pupitre*, à l'observation des requins démaillés du filet au cours des opérations de virage du filet (Figure 6). Pour l'ensemble des navires du projet SIDEO, la distance entre la caméra et la zone de manipulation des requins peut poser des difficultés de détermination de l'espèce des requins détectés (Figure 7).



**Figure 6 : Déroulement d'une calée et caméra d'observation.** Les caméras du pont sont présentées en bleu clair et les caméras du faux-pont en bleu foncé.

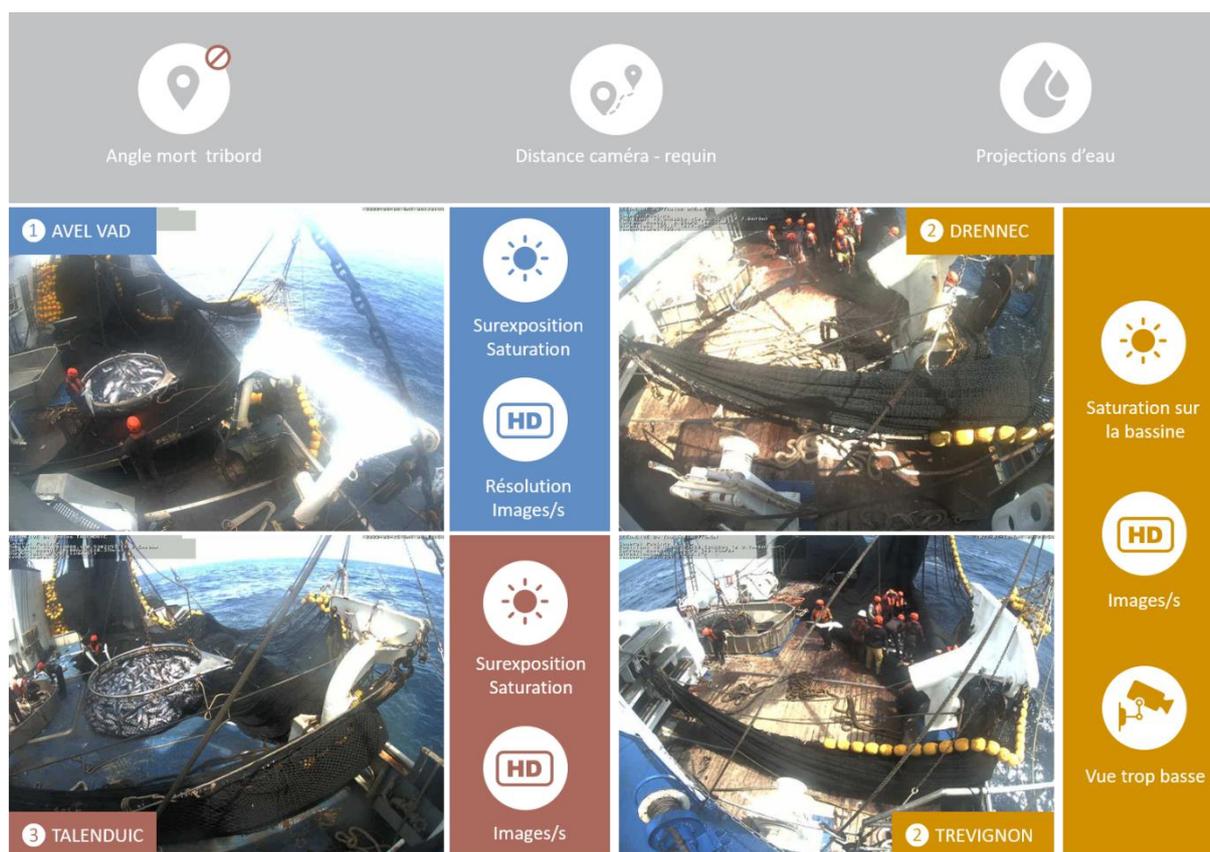


**Figure 7 : Facteurs communs affectant la capacité à observer les requins à l'OE à la caméra *Nid de pie 1* pour les trois configurations de navire.**

2.1.3 Caméra *Pupitre*

Pour la caméra *Pupitre*, qui est la principale caméra d'observation des requins sur le pont, un large angle mort est présent à tribord et ne permet pas d'observer les remises à l'eau de ce côté des navires. Un angle mort est également présent à bâbord sous la caméra et ne permet pas de suivre les requins remontés à la main depuis le faux-pont pour être rejetés depuis le pont. Cette caméra est par ailleurs exposée aux projections d'eau et à des difficultés récurrentes de saturation et de surexposition de l'image. Enfin, elle est le plus souvent placée trop à distance des zones de manipulation des requins pour permettre l'identification de l'espèce des individus (Figure 8). Des difficultés propres à chaque configuration de navire existent également pour la caméra *Pupitre* :

- 1 l'angle mort à tribord est plus important pour les configurations 1 et 3 que pour la configuration 2. En revanche, la zone d'observation à bâbord est moins large pour la configuration 2. L'angle mort à tribord est aggravé par la présence du treuil dans le champ de la caméra pour les configurations 1 et 2
- 2 la vue est plus basse pour la configuration 2 que pour les autres configurations créant un potentiel angle mort à l'aplomb de la caméra
- 3 l'image est fréquemment surexposée à bâbord pour la configuration 1, le treuil créant une zone blanche de taille importante dans l'image. Dans les autres configurations, la surexposition peut se produire sur la cheminée (bâbord) ou le treuil (bâbord). L'image est de plus fréquemment saturée dans la zone de la bassine pour le Drennec, ce qui gêne de façon importante l'observation.



**Figure 8 : Facteurs affectant la capacité à observer les requins à l'OE à la caméra *Pupitre*, par configuration de navire.** En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

### 2.1.4 Caméra Rejets

Pour la caméra *Rejets*, qui couvre le tapis de rejets dans les configurations 1 et 2 ou la goulotte de rejet de la configuration 3, les difficultés principales d'observation des requins à noter pour caméra Rejets sont (Figure 9) :

- 1 du fait de la taille de la zone à couvrir, de la présence des équipements du faux pont dans le champ de la caméra ou de l'utilisation de bâches par l'équipage pour protéger les équipements du faux-pont, des problématiques d'angles morts et de distance entre les caméras et les requins se posent. Les requins remontés du faux-pont vers le pont sont difficilement identifiables en fond d'image.
- 2 ces difficultés de placement des caméras sont aggravées par le manque de recul dans le faux-pont, du fait de la faible hauteur sous le plafond et du positionnement en hauteur du tapis de rejets. C'est particulièrement le cas pour les navires de la configuration 2
- 3 la vitesse du tapis peut être trop importante pour la configuration 1, ce qui affecte la qualité des images et la capacité à identifier l'espèce
- 4 le tapis de rejet de la configuration 2 comporte un coude susceptible de créer des bouchons sur le tapis. Le risque de projections d'eau est également plus important du fait du flux d'eau permettant d'évacuer les rejets dans le coude du tapis.

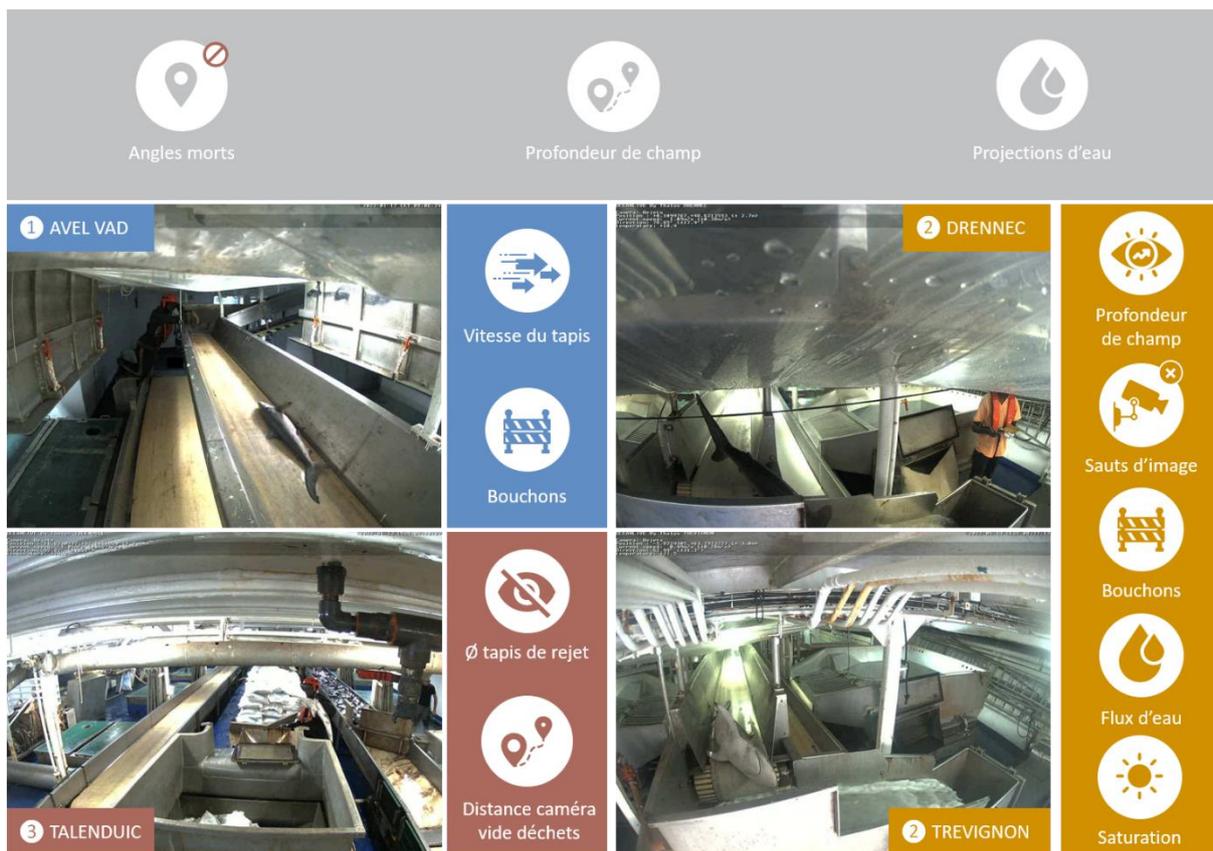
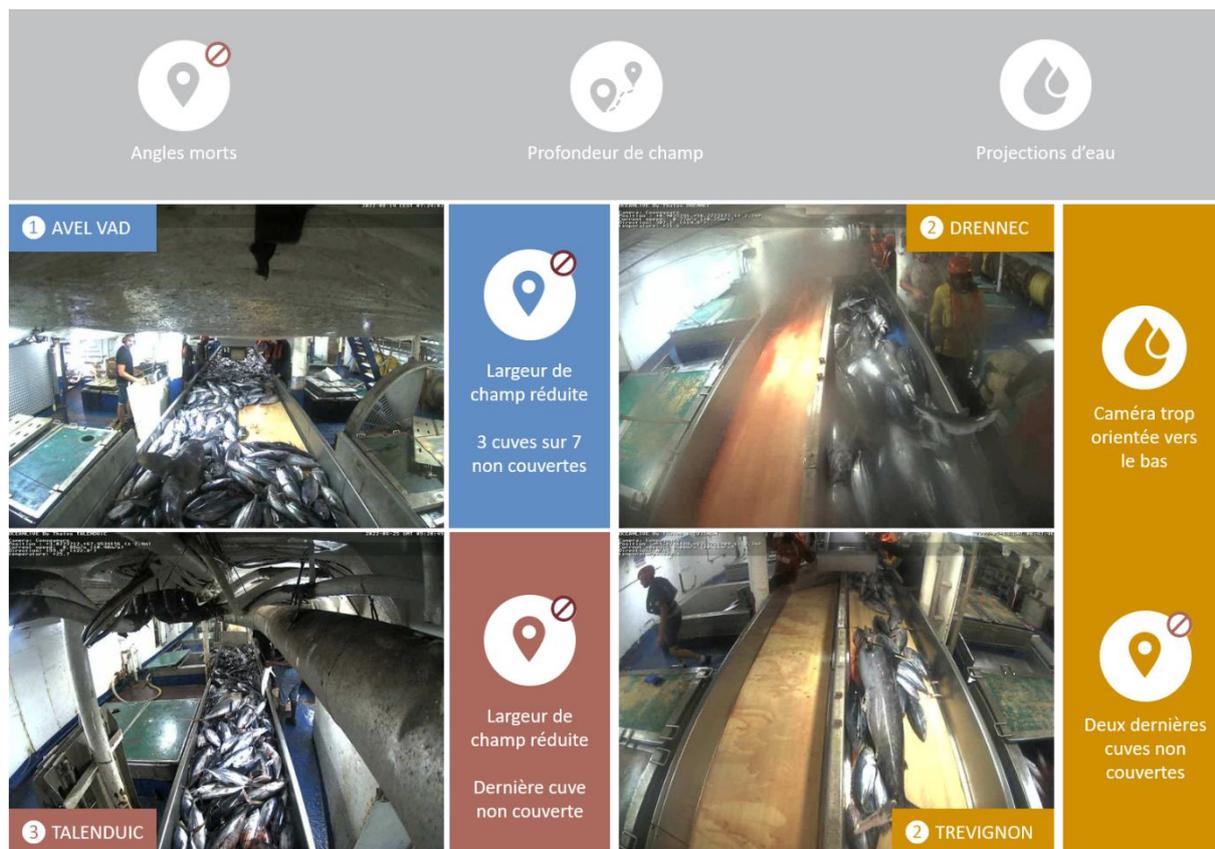


Figure 9 : Facteurs affectant la capacité à observer les requins à l'OE à la caméra Rejets, par configuration de navire. En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

### 2.1.5 Caméra Convoyeur

Visualiser de manière approfondie les enregistrements de la caméra *Convoyeur* ne devrait en principe être utile que pour estimer la capture conservée à bord, les requins placés sur le tapis de rejet pouvant être comptabilisés à la caméra *Rejets* et les requins remontés à la main sur le pont pouvant être comptabilisés par les caméras du pont. Les observateurs électroniques n'ayant pas la charge d'estimer la capture conservée à bord, le protocole d'observation leur propose un visionnage en mode accéléré de la caméra *Convoyeur* (vitesse x5). Cette caméra pourrait néanmoins contribuer à suivre les pratiques de remise à l'eau des requins présents dans le faux-pont, en particulier au moment où ils sont prélevés sur le convoyeur. Cette caméra permet également de suivre les rares cas de figure où un requin est placé accidentellement en cuve. L'apport potentiel d'un visionnage plus approfondi de la caméra *Convoyeur* nécessite donc d'être évalué. Les difficultés potentielles d'observation des requins à l'aide de cette caméra sont les suivantes (Figure 10) :

- 1 du fait de la taille de la zone à couvrir, de la présence des équipements du faux pont dans le champ de la caméra ou de l'utilisation de bâches par l'équipage pour protéger les équipements du faux-pont, des problématiques d'angles morts et de distance entre les caméras et les requins se posent
- 2 certaines cuves ne sont pas couvertes par la caméra Convoyeur dans les configurations 2 et 3, ce qui affecte la capacité à détecter les rares événements de mise en cuve accidentelle des requins
- 3 la caméra est sujette aux projections d'eau, particulièrement pour les navires de la configuration 2 pour lesquels elle est orientée vers le bas.



**Figure 10 : Facteurs affectant la capacité à observer les requins à l'OE à la caméra *Convoyeur*, par configuration de navire.** En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

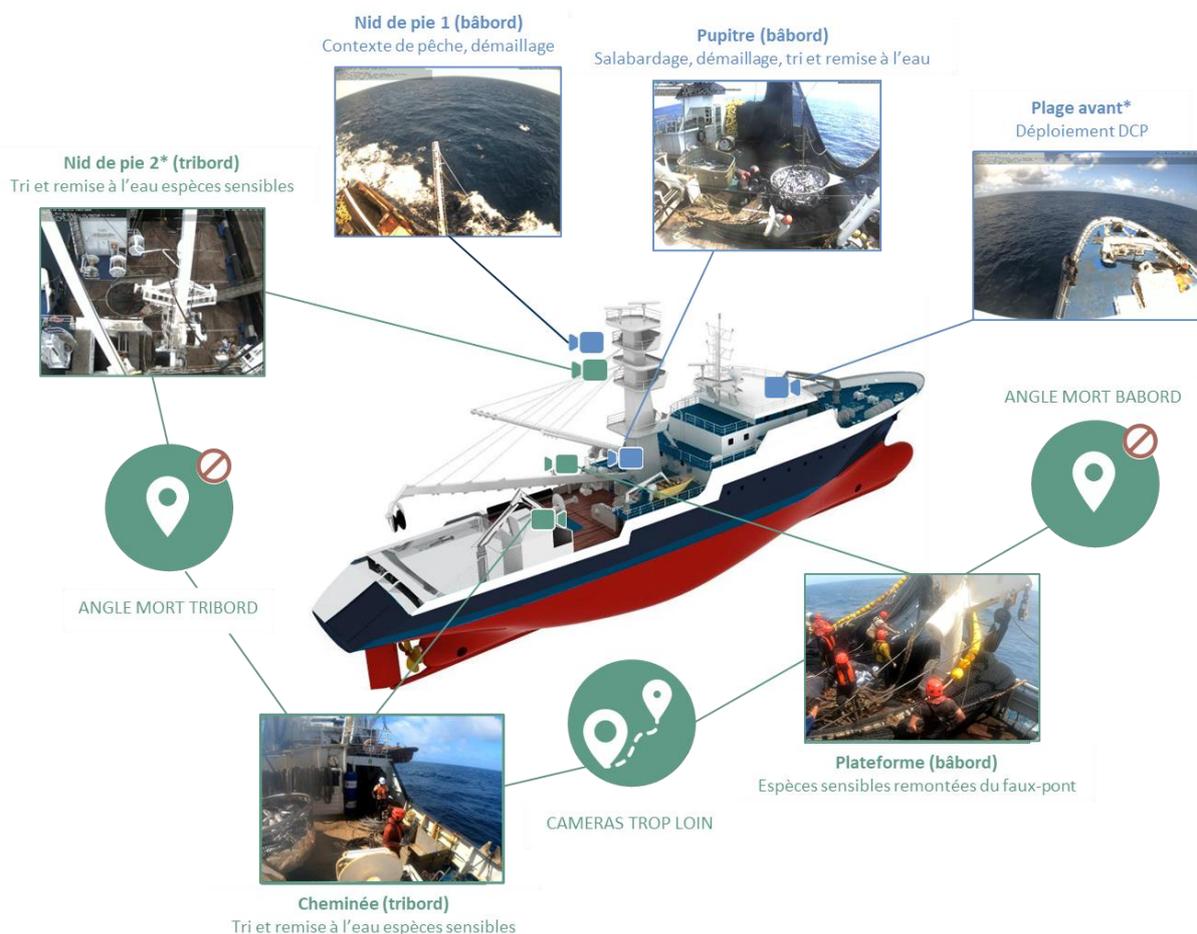
## 2.2 Les solutions à tester pour améliorer l'observation des requins à l'OE

### 2.2.1 Utilisation de caméras supplémentaires sur le pont

Sur le pont, le diagnostic par configuration de navire a confirmé deux problématiques communes aux trois configurations de navires :

① la présence d'angles morts, en particulier du fait de l'angle d'observation de la caméra *Pupitre*, qui ne permet pas de détecter l'intégralité des requins manipulés sur le pont. L'installation de la caméra *Nid de pie 2* a été envisagée pour compenser l'angle mort à tribord de la caméra *Pupitre*. En complément, la caméra *Plateforme* a été proposée pour compenser les angles morts à bâbord ne permettant pas d'observer les requins remontés du faux-pont pour être remis à l'eau depuis le pont (Figure 11)

② la distance trop importante entre les caméras et les zones de manipulation des requins, qui ne permet pas de déterminer l'espèce des requins manipulés. Les caméras *Cheminée* et *Plateforme* ont été respectivement proposées pour réduire la distance d'observation des zones de manipulation des requins à tribord et à bâbord.



**Figure 11 : Emplacements de caméras à tester pour améliorer la détection et l'identification des requins sur le pont.** En bleu : caméras de la configuration OceanLive<sup>1</sup>. En vert : apport potentiel des caméras *Nid de pie 2* (configuration OceanLive<sup>2</sup> à valider avec le projet SIDEO), *Cheminée* et *Plateforme* (emplacements proposés dans le cadre de SIDEO). Les caméras de la configuration OceanLive<sup>2</sup> sont indiquées avec un astérisque.

### 2.2.2 Amélioration du paramétrage des caméras et de l'utilisation de l'OE

En complément du test de nouveaux emplacements de caméras, l'état des lieux réalisé dans le cadre du projet SIDE0 a permis de lister diverses approches à tester pour améliorer la capacité d'observer les requins à l'OE. Ces solutions combinent des approches :

- ① techniques, en lien avec le placement et le paramétrage des caméras
- ② opérationnelles, en lien avec la configuration du navire
- ③ de maintenance, en lien avec la maintenance des équipements de l'OE par l'équipage et l'utilisation adaptée des équipements du navire

Le Tableau 2 résume les solutions envisagées lors de l'état des lieux.

**Tableau 2 : solutions proposées pour améliorer l'observation des requins à l'OE.** Ces solutions complètent les tests de nouveaux emplacements de caméras proposés au 2.2.1.

Poste	Problèmes identifiés	Solutions à tester
Pont	Distance de la caméra	Compromis entre distance et résolution de l'image
	Luminosité	Caméras nouvelle génération
	Contraste	Paramétrage OceanLive <sup>2</sup> pour tous les navires
	Surexposition	
	Fréquence des images	Augmentation des paramètres de fréquence
Projections sur la caméra	Aide de l'équipage (nettoyage)	
Faux-pont	Distance de la caméra	Configuration 3 : rapprocher la caméra du vide déchets
	Luminosité	Caméras nouvelle génération
	Contraste	Paramétrage OceanLive <sup>2</sup> pour tous les navires
	Surexposition	
	Bouchons sur le tapis	Aide de l'équipage (pré-tri des grands requins)
Projections	Caméra <i>Convoyeur</i> : réorientation	

### 2.2.3 Analyse détaillée de la caméra Convoyeur du faux-pont

Dans le faux-pont, l'orientation et le réglage des caméras ont été améliorés avec le développement de la solution OceanLive<sup>2</sup> du fournisseur Thalos. La solution OceanLive<sup>2</sup> a été déployée à bord de l'Avel Vad, du Drennec, du Talenduic et du Trévignon en amont du projet SIDE0 mais sa contribution à la détection et à l'identification des requins nécessitait d'être testée.

Par ailleurs, à l'heure actuelle, bien que les requins soient observables à la fois sur la caméra *Rejets* et la caméra *Convoyeur*, la caméra *Convoyeur* est visionnée en mode accéléré, avec un risque de non-détection des requins qui ne seraient pas ensuite placés sur le tapis de rejet. La contribution relative des caméras *Rejets* et *Convoyeur* à l'observation des requins nécessitait donc d'être évaluée.

### 2.2.4 Formation d'observateurs à la double compétence OB /OE

Produire des données de qualité à l'OE nécessite de disposer d'une équipe d'observateurs électroniques ayant une bonne connaissance des thoniers senneurs tropicaux, du protocole d'observation à l'OE ainsi que des outils de visualisation des enregistrements de l'OE. Il est également nécessaire que cette équipe soit de taille suffisante pour traiter les besoins en routine du programme OCUP et les besoins de projets fonctionnant en parallèle comme SIDE0.

En 2021 et 2022, des difficultés de recrutement des observateurs électroniques ont été rencontrées dans le cadre du programme OCUP. Depuis 2014, les observateurs électroniques avaient toujours été d'anciens observateurs à bord basés en France avec un poste entièrement dédié à l'OE.

Pour pallier ces difficultés de recrutement, deux approches ont été proposées :

- ① créer des postes d'observateurs à la double compétence OB/OE, permettant de rompre la monotonie du visionnage en continu des enregistrements de l'OE et de maintenir une bonne connaissance des activités réalisées à bord des thoniers senneurs tropicaux
- ② former les observateurs à bord du programme OCUP à l'OE, comme envisagé initialement dans le cadre du CAT *Optimisation de l'Œil Electronique* pour permettre une montée en compétence des observateurs des pays côtiers partenaires du programme OCUP.

## **PARTIE 3**

**Amélioration du suivi des requins à l'OE sur le pont**

### 3.1 Installation des caméras *Nid de Pie 2, Cheminée et Plateforme*

Sur le pont, la solution technique de l'utilisation de nouveaux emplacements de caméras pour pallier les problématiques d'angles morts et de distance entre les caméras et les zones de manipulation des requins a été retenue pour les besoins du projet SIDE0.

① la caméra *Nid de Pie 2*, déjà envisagée par l'armement CFTO et le fournisseur d'OE Thalos lors de la définition de la configuration OceanLive<sup>2</sup> a été progressivement installée en utilisant les périodes d'arrêt technique des navires, qui sont suffisamment longues pour envisager ce type de travaux à bord. De telles installations nécessitent en effet suffisamment de temps pour réaliser les passages de câbles, installer les supports des caméras ou encore régler la distance et l'angle de placement des caméras.

Le calendrier des arrêts techniques ayant permis l'installation de la configuration OceanLive<sup>2</sup> est détaillé dans le Tableau 3.

**Tableau 3 : Calendrier d'installation d'OceanLive<sup>2</sup> à bord des navires de la CFTO.** Les navires en bleu disposaient de la configuration OceanLive<sup>2</sup> avant les tests en mer et ont donc été sélectionnés pour les besoins du projet SIDE0.

Configuration	Navire	Date d'installation
2	Trévignon	Juillet 2021
1	Avel Vad	Août 2021
3	Talenduic	Novembre 2021
2	Drennec	Mars 2022
1	Cap Sainte Marie	Novembre 2022
1	Cap Saint Vincent	Novembre 2022
2	Glénan	Été 2023

② les caméras *Cheminée et Plateforme* ont été déployées uniquement pour les navires sélectionnés pour les besoins du projet SIDE0. La configuration OceanLive<sup>2</sup> n'ayant pas prévu ces nouveaux emplacements, une solution alternative a été identifiée à l'aide de caméras GoPro qui ne nécessitent pas de câblage pour être utilisées et peuvent être facilement fixées aux emplacements désirés à bord des navires. Ces caméras présentent également l'avantage de pouvoir être déclenchées à distance à l'aide de télécommandes. Elles ne nécessitent donc pas d'être déclenchées manuellement lorsque le salabardage a déjà débuté, ce qui garantit la sécurité de la personne en charge de déclencher la caméra.

Dans la suite du projet, on différenciera les emplacements de caméras « OceanLive<sup>2</sup> » et « GoPro » qui sont repris dans le tableau 4.

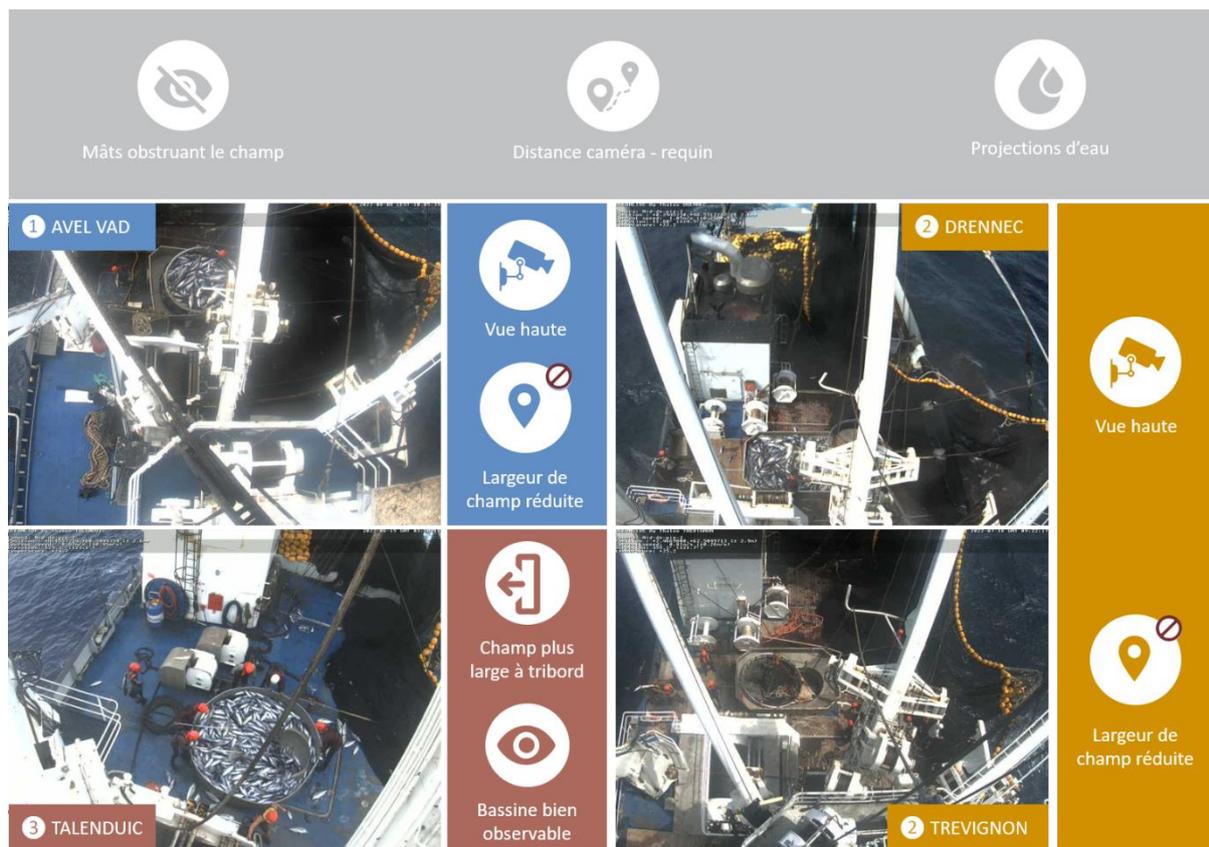
**Tableau 4 : Type de caméra utilisé dans le projet SIDE0.** Les caméras en bleu n'ont pas été testées avant le projet SIDE0.

Poste d'observation	Caméra	Type de caméra
Pont	Pupitre	OceanLive <sup>2</sup>
	Nid de pie 1	OceanLive <sup>2</sup>
	Nid de pie 2	OceanLive <sup>2</sup>
	Cheminée	GoPro
	Plateforme	GoPro
Faux-pont	Convoyeur	OceanLive <sup>2</sup>
	Rejets	OceanLive <sup>2</sup>

Une première analyse de l'angle de vue de la caméra *Nid de pie 2* a permis d'identifier ses potentiels avantages et inconvénients (Figure 12) :

- 1 la caméra *Nid de pie 2* couvre une zone large du pont, elle pourrait donc compenser l'angle mort à tribord de la caméra *Pupitre*. Pour le Talenduic (configuration 3), le champ est plus large à tribord que pour les autres configurations, dans la zone de remise à l'eau la plus importante du pont. On peut également bien observer la bassine dans cette configuration, ce qui pourrait favoriser la détection des requins.
- 2 le champ de la caméra peut être obstrué par les mâts présents à l'image, qui pourraient également poser des difficultés de surexposition de l'image. Le champ est par ailleurs réduit par la présence de la plateforme du nid de pie pour l'Avel Vad (configuration 1)
- 3 la distance entre la caméra et les zones de manipulation des requins est relativement importante, ce qui pourrait affecter la capacité à identifier l'espèce des requins détectés. Cela pourrait être le cas pour les navires des configurations 1 et 2 avec une vue haute non centrée sur la bassine
- 4 du fait de son placement au nid de pie, la caméra est exposée à la pluie

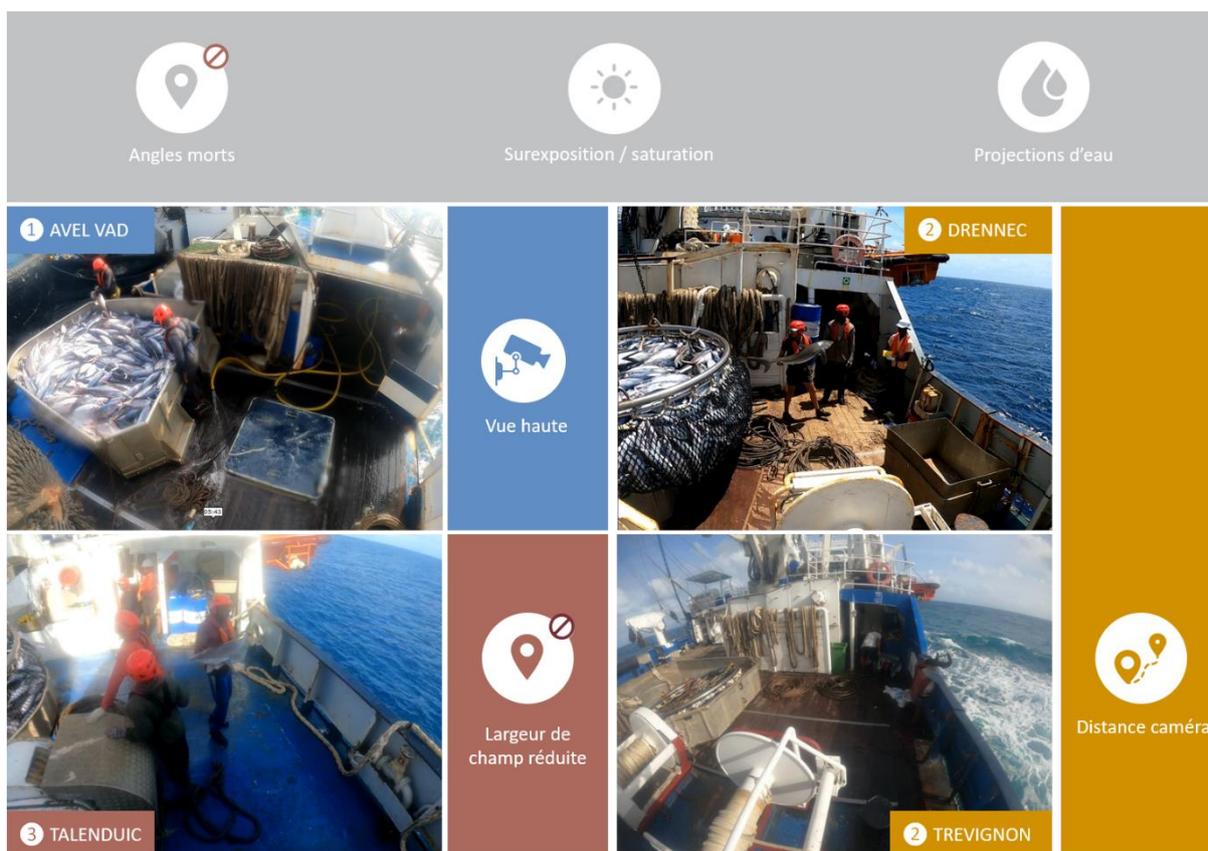
Ce diagnostic préliminaire a été confirmé au cours des marées test du projet SIDE0 (voir section 3.3.2).



**Figure 12 : Placement de la caméra *Nid de pie 2* à bord des navires sélectionnés pour le projet SIDE0 et contraintes identifiées.** En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

L'emplacement de la caméra *Cheminée* a été validé avec les observateurs à bord embarquant pour les besoins des marées en observation mixte (voir section 3.2.1). La caméra a été fixée sur l'échelle de la cheminée à bord des quatre senneurs du projet SIDEO de manière à pouvoir observer les remises à l'eau à tribord en priorité. L'emplacement adapté à chaque configuration de navire a été validé avec l'observateur à bord avant la réalisation des premières calées. Les éléments suivants sont à noter pour la caméra *Cheminée* (Figure 13):

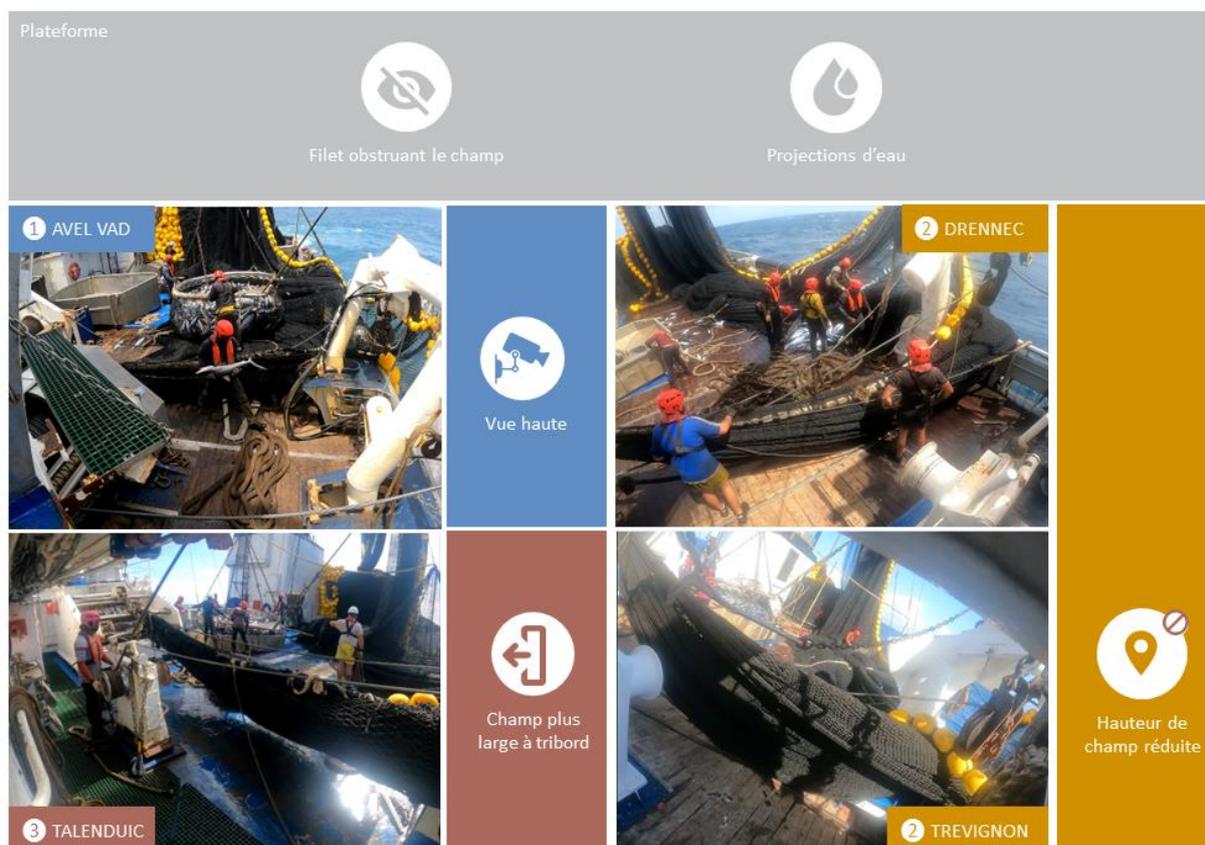
- 1 l'emplacement n'est pas rigoureusement identique entre les navires, la caméra *Cheminée* de l'Avel Vad étant par exemple placée en position plus haute que celles du Drennec, du Talenduc et du Trévignon, avec des implications potentielles sur la distance d'observation des requins et donc sur la capacité à observer l'espèce (à confirmer, voir section 3.5.2)
- 2 du fait de la position de la caméra, d'éventuels problèmes de projections d'eau, de saturation de l'image ou d'angles morts à bâbord sont à anticiper, avec d'éventuelles conséquences pour la capacité à détecter les requins (à confirmer, voir sections 3.3.2 et 3.4.2)
- 3 la bassine n'est que partiellement observable pour le Talenduc, l'influence de ce placement devrait cependant être minime puisque les requins sont remis à l'eau tribord (à confirmer, voir sections 3.3.2 et 3.4.2)



**Figure 13 : Placement de la caméra *Cheminée* à bord des navires sélectionnés pour le projet SIDEO et contraintes identifiées.** En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

L'emplacement de la caméra *Plateforme* a été également validé avec les observateurs à bord. La caméra a été fixée sous le pupitre à bâbord de manière à pouvoir observer les remises à l'eau à bâbord en priorité. L'emplacement adapté à chaque configuration de navire a été validé avec l'observateur à bord avant la réalisation des premières calées. Cet emplacement correspond à une vue plus basse de la caméra *Pupitre* et les éléments suivants sont à noter (Figure 14) :

- 1 l'emplacement n'est pas rigoureusement identique entre les navires, la caméra *Plateforme* de Vad étant par exemple placée en position plus haute que celles des autres navires, avec des implications potentielles sur l'angle d'observation de la bassine et des requins et la caméra du Talenduic étant orientée de façon à mieux observer la remise à l'eau à tribord, avec des implications potentielles sur la capacité de détection et d'identification des requins (à confirmer, voir sections 3.4.2 et 3.5.2)
- 2 du fait de la position de la caméra en position basse, des problèmes d'obstruction du champ par des pans du filet sont possibles, avec d'éventuelles conséquences pour la capacité à détecter les requins (à confirmer, voir sections 3.4.2 et 3.5.2). Ce placement rend également la caméra sujette à d'éventuelles projections d'eau depuis le filet (à confirmer, voir section 3.3)



**Figure 14 : Placement de la caméra *Plateforme* à bord des navires sélectionnés pour le projet SIDEO et contraintes identifiées.** En gris : les difficultés communes aux trois configurations. En bleu (configuration 1), jaune (configuration 2) et rouge (configuration 3) : les difficultés propres à chaque configuration de navire.

### 3.2 Réalisation de marées en observation mixte

#### 3.2.1 Objectifs et calendrier des marées en observation mixte

La validation des nouveaux emplacements de caméras a été réalisée à l'aide de l'approche utilisée par Forget et al. (2021) pour évaluer la robustesse des estimations de captures accidentelles de requins. Elle a fait appel à des marées dites « mixtes » couvertes à la fois par l'OE et par un observateur à bord en charge du suivi exhaustif des rejets de requins dans le pont ou dans le faux pont.

Le Tableau 6 détaille les marées couvertes et les observateurs en charge de la collecte des informations à l'OB et à l'OE. Les observateurs sélectionnés pour les besoins du projet SIDE0 sont des observateurs expérimentés habitués à embarquer dans le cadre du projet OCUP et sa composante *Observation à bord*. Les observateurs à bord ont reçu une formation spécifique au projet SIDE0 en mai 2022 avant leur embarquement.

Certains de ces observateurs ont ensuite reçu une formation générale à l'observation électronique dans le cadre du programme OCUP et de sa composante *Œil Electronique*, complétée par une formation spécifique au projet SIDE0 en septembre 2022. Dans certains cas, plusieurs visionnages ont été nécessaires pour résoudre des difficultés techniques liées au décryptage des vidéos avant leur analyse ou pour pallier des difficultés de compréhension du protocole.

Dans tous les cas de figure, afin de ne pas introduire de biais dans les analyses, le même observateur n'a pas à la fois couvert une même marée à l'observation à bord puis à l'observation électronique.

**Tableau 6 : Marées réalisées en observation mixte** et observateurs en charge de l'observation à bord (OB) et de l'observation électronique (OE).

Navire	Observateur OB	Marée	Observateur OE	
			Pont	Faux-pont
1 Avel Vad <sup>(1)</sup>	HT	04/06 au 27/07/22	YE	YE
	HT	30/07 au 17/09/22	Visionnage 1 : YE Visionnage 2 : GW	YE
2 Drennec <sup>(2)</sup>	YE	25/06 au 13/08/22	Visionnage 1 : FK Visionnage 2 : HT	FK
2 Trévignon	FK	07/07 au 24/08/22	YE	YE
3 Talenduic <sup>(2)</sup>	AK	01/06 au 26/07/22	Visionnage 1 : FK Visionnage 2 : FK	FK
	AK	26/07 au 23/09/22	Visionnage 1 : FK Visionnage 2 : IK	FK

<sup>(1)</sup> Pour l'Avel Vad, un problème de décryptage des vidéos transmises aux observateurs électroniques de BVLR a été constaté après le visionnage. Un second visionnage a été réalisé après décryptage des vidéos manquantes au premier visionnage.

<sup>(2)</sup> Pour certaines marées, un problème de compréhension du protocole a été constaté lors d'un premier visionnage par les observateurs électroniques. Un second visionnage des enregistrements du pont a donc été réalisé.

### 3.2.2 Protocole d'observation des requins par les observateurs à bord

Évaluer la contribution de l'Œil Électronique à l'observation des requins nécessite de disposer d'une donnée exhaustive et fiable sur les requins présents à bord et notamment le nombre exact de requins présents à chaque calée sur le pont et dans le faux-pont, l'espèce de ces individus, ainsi que la liste des techniques de manipulation utilisées par l'équipage pour les remettre à l'eau.

Pour collecter ces données, qui dans la suite du projet ont servi de référence à laquelle comparer les performances de l'OE, un suivi exhaustif a tout d'abord été réalisé par des observateurs à bord. Habituellement, lorsque les observateurs embarquent dans le cadre de la DCF ou du programme OCUP, la collecte de données est réalisée simultanément sur le pont et dans le faux-pont, pour de multiples informations (quantités de thons mineurs conservés, quantités et nombre d'espèces accessoires et sensibles rejetées, mesures d'échantillons de ces individus, suivi des objets flottants, etc (Sabarros, 2020).

Cette collecte d'informations multiples et la remise à l'eau simultanée des requins depuis le pont et le faux-pont rend la tâche d'observation exhaustive des requins complexe pour l'observateur à bord, avec un risque non négligeable de manquer des individus (Briand et al., 2018; Forget et al., 2021). La collecte d'informations exhaustives sur les requins par un observateur à bord nécessite donc de concentrer l'effort d'observation sur ces espèces uniquement et d'éviter les allers et retours entre plusieurs postes d'observation.

Dans le cadre du projet SIDEO, afin qu'aucun requin ne soit manqué dans le suivi réalisé, les observateurs embarqués ont eu pour consigne de se placer alternativement sur le pont ou dans le faux-pont pour l'intégralité de la durée d'une calée. Pour chaque requin observé, les observateurs à bord n'ont eu la charge que de collecter les informations suivantes :

- ① pour chaque calée, dans le formulaire CALEES, les informations sur le poste d'observation et le déroulement général de la calée (type de banc, calée positive ou nulle, difficultés éventuelles de fonctionnement des caméras GoPro)
- ② pour chaque requin, dans le formulaire REQUINS, l'identifiant unique du requin (attribué par ordre de détection du requin), l'espèce de l'individu et les techniques de remise à l'eau utilisées par l'équipage (Tableau 7)

Les observateurs à bord ont également eus la charge du déclenchement des caméras GoPro, ainsi que de la récupération et du stockage des enregistrements de ces caméras. Il a également été demandé aux observateurs à bord d'accompagner l'équipage dans la vérification de la propreté et du bon fonctionnement des caméras OceanLive<sup>2</sup>.

**Tableau 7 : Principales informations collectées dans le formulaire REQUINS.** Seules les informations directement utilisées pour les besoins du projet SIDEO sont présentées.

Catégorie	Type d'information
<b>Individu</b>	Identifiant de la salabarde <sup>1</sup> Identifiant de l'individu Taille
<b>Manipulations</b>	Pratiques recommandées et non recommandées Mode de remise à l'eau (depuis le pont, avec le tapis de rejet du faux-pont, remonté sur le pont depuis le faux-pont)

<sup>1</sup> Uniquement pour l'OE et sur le pont, pour établir le lien entre l'observation du même requin sur plusieurs caméras

### 3.2.3 Protocole d'observation des requins par les observateurs électroniques

A la fin de chaque marée, les enregistrements de chaque caméra ont été transmis à BVLR et décryptés pour être analysés par les observateurs électroniques via le logiciel OceanLive fourni par Thalos. Comme les observateurs à bord, les observateurs électroniques ont eu la charge du comptage exhaustif des requins, de l'identification de l'espèce et du suivi des manipulations utilisées par l'équipage.

Les particularités suivantes sont à noter pour le protocole d'observation électronique :

- ① pour chaque calée et chaque caméra, dans le formulaire CAMERAS, la qualité des enregistrements d'une caméra donnée a été évaluée pour quantifier la fréquence des problèmes techniques (liés aux caméras), opérationnels (liés au navire) ou de maintenance (sur lesquels l'équipage peut agir) pour une calée observée à l'OE (Tableau 8).
- ② pour chaque requin, dans le formulaire REQUINS, la ou les caméra(s) d'observation du requin a été renseignée, de manière à pouvoir évaluer la capacité de détection d'un requin donné par chaque caméra. L'observation a également été réalisée salabarde par salabarde, avec un cycle d'observation *Nid de Pie 2 – Pupitre – Cheminée – Plateforme* permettant de s'assurer d'attribuer le même identifiant unique au même requin lorsqu'il était observé sur plusieurs caméras et de ne pas biaiser la capacité d'identification de l'espèce d'une caméra éloignée du requin en ayant observé au préalable ce même requin avec une caméra plus proche.

**Tableau 8 : Informations collectées dans le formulaire CAMERAS pour le pont**

Catégorie	Type de difficulté rencontrée
<b>Problème technique</b>	Saturation de l'image Déclenchement tardif de la caméra Arrêt intempestif de la caméra Absence d'enregistrement de la caméra <sup>2</sup>
<b>Problème opérationnel</b>	Obscurité
<b>Problème de maintenance</b>	Projections d'eau sur la caméra Champ de la caméra obstrué

<sup>2</sup> Champ ajouté pour les besoins de SIDE0, du fait de dysfonctionnements du modèle de GoPro utilisé

## 3.2.4 Données collectées au cours des marées en observation mixte

162 calées ont été réalisées par l'Avel Vad, le Drennec, le Talenduic et le Trévignon au cours des marées du projet SIDEO. Pour 149 d'entre elles, l'observateur à bord a jugé pertinent de réaliser un suivi des requins, des captures ayant été remontées à bord ou des individus ayant été observés maillés dans le filet. L'observateur à bord s'est placé sur le pont pour 85 de ces calées et dans le faux-pont pour 64 d'entre elles pour réaliser le suivi exhaustif des requins. Parmi ces calées, 55 ont comporté des requins sur le pont et 42 dans le faux-pont (Tableau 9).

**Tableau 9 : Nombre de calées observées par marée en observation mixte et poste d'observation.** Certaines calées ne comportaient pas d'observation de requins.

Navire	Marée	Pont		Faux-pont	
		Avec requin	Total calées	Avec requin	Total calées
1 Avel Vad <sup>(1)</sup>	04/06 au 27/07/22	9	19	11	13
	30/07 au 17/09/22	14	18	11	13
2 Drennec <sup>(2)</sup>	25/06 au 13/08/22	7	11	8	11
2 Trévignon	07/07 au 24/08/22	3	3	1	1
3 Talenduic <sup>(2)</sup>	01/06 au 26/07/22	13	24	8	21
	26/07 au 23/09/22	9	10	3	5
<b>Total</b>		55	85	42	64

Au total 714 requins ont été détectés par les observateurs à bord, avec 425 individus sur le pont et 289 dans le faux-pont. Tous les individus ont pu être identifiés à l'espèce par les observateurs à bord, avec une majorité de requins soyeux (FAL, 98,7%) et quelques requins océaniques (OCS, 1,3%, Tableau 10).

**Tableau 10 : Nombre de requins observés par marée et par espèce par les observateurs à bord en fonction du poste d'observation.**

Navire	Marée	Pont		Faux-pont	
		FAL	OCS	FAL	OCS
1 Avel Vad <sup>(1)</sup>	04/06 au 27/07/22	24	0	63	0
	30/07 au 17/09/22	89	2	83	1
2 Drennec <sup>(2)</sup>	25/06 au 13/08/22	49	1	97	0
2 Trévignon	07/07 au 24/08/22	42	0	1	0
3 Talenduic <sup>(2)</sup>	01/06 au 26/07/22	120	0	32	1
	26/07 au 23/09/22	94	4	11	0
<b>Total</b>		418	7	287	2

Les observateurs à bord ont évalué que 365 requins observés étaient arrivés vivants à bord et 9 dans un état de santé inconnu. Ils ont donc réalisé un suivi complet des manipulations utilisées pour leur remise à l'eau. Ce suivi n'a pas été réalisé pour les 340 requins considérés morts à leur arrivée à bord. Les observateurs à bord ont également estimé la taille des requins, qui a été utilisée par la suite pour vérifier la correspondance entre les données collectées à bord et à l'OE, avec des tailles estimées pour les requins soyeux de 40 à 250 cm et de 150 ou 250 cm les requins océaniques.

Pour les 85 calées du pont et 64 calées du faux-pont pour lesquelles l'observateur à bord a réalisé un suivi des nombres de requins, les observateurs électroniques ont réalisé un suivi similaire par caméra du même poste d'observation (Tableau 11). Sur le pont, les comptages de requins des caméras *Cheminée* et *Plateforme* représentent respectivement 86,4% et 72,3% des nombres de requins comptabilisés par les observateurs à bord. Dans le faux-pont, les comptages de requins des caméras *Convoyeur* et *Rejets* représentent respectivement 51,9% et 73,0% des nombres de requins comptabilisés par les observateurs à bord. Comme dans la donnée collectée par les observateurs à bord, le requin soyeux domine ces comptages. L'espèce des requins n'a cependant pas pu être identifiée pour tous les requins détectés.

**Tableau 11 : Nombre de requins observés par les observateurs électroniques par caméra**

Caméra	FAL	OCS	RSK	XXX	Total
Nid de pie 1	0	0	10	4	14
Nid de pie 2	38	5	265	23	331
Pupitre	14	0	115	11	140
Cheminée	284	6	77	0	367
Plateforme	119	5	172	7	303
Convoyeur	67	0	81	2	150
Rejets	151	1	59	0	211

### 3.3 Qualité des enregistrements du pont

Au cours des marées test du projet SIDE0, les informations sur le bon fonctionnement des caméras du pont ont été collectées pour les 162 calées réalisées pendant les marées en observation mixte. Aucun problème n'a été signalé par les observateurs électroniques pour respectivement 67,9% des calées pour la caméra *Cheminée*, 61,1% des calées pour la caméra *Plateforme*, 50,0% des calées pour la caméra *Nid de pie 1*, 37,0% pour la caméra *Nid de pie 2* et 8,0% pour la caméra *Pupitre*.

#### Dysfonctionnements des caméras

Des dysfonctionnements (absence de déclenchement, déclenchement tardif ou arrêts intempestifs) des caméras du pont ont été constatés au cours des marées en observation mixte (**Erreur ! Source du r envoi introuvable.**).

Ces dysfonctionnements comprennent :

- 1 pour les caméras GoPro placées à la *Cheminée* et en *Plateforme*, des dysfonctionnements liés au modèle de GoPro utilisé. Lors de certaines calées, la connexion entre la télécommande et la GoPro ne se réalisant pas correctement, les observateurs à bord ne sont pas parvenus à déclencher la caméra, n'ont pu la déclencher qu'après le début du salabardage ou ont constaté la présence de fichiers vidéo

vides à l'issue de la calée. Ces difficultés ont été résolues au plus vite par une mise à jour du logiciel des caméras avec l'aide du prestataire Thalos.

② pour les caméras OceanLive<sup>2</sup> du pont aux emplacements *Nid de Pie 1*, *Nid de Pie 2* et *Pupitre*, les observateurs électroniques ont signalé des absences de déclenchement, des déclenchements tardifs ou des arrêts intempestifs.

Ces dysfonctionnements ont sensiblement réduit le nombre de calées observables dans des conditions optimales, c'est-à-dire sans problème technique d'absence de déclenchement, problème technique de déclenchement tardif de la caméra ou problème technique d'arrêt intempestif. C'est particulièrement le cas pour la caméra *Pupitre* pour laquelle le plus de dysfonctionnements ont été notifiés, avec 45 calées sur 85 concernées par au moins un des trois types de dysfonctionnement (Tableau 12).

Néanmoins, des difficultés d'appréciation de ces difficultés techniques par les observateurs électroniques du projet SIDE0 ont été détectées. Dans le cas des caméras *Pupitre* et *Nid de Pie 2*, dont la fonction principale est l'observation des requins pendant la phase de salabardage, des déclenchements tardifs ont en effet été signalés pour des calées pour lesquelles la première salabarde était observable. Ces cas de figure ont été corrigés avant d'analyser les données collectées sur les requins.

**Tableau 12 : nombre de calées observables dans des conditions optimales par caméra et configuration de navire du projet SIDE0.** Les corrections apportées sont présentées en gras.

Caméra	Configuration ①	Configuration ②		Configuration ③	Total
	Avel Vad	Drennec	Trévignon	Talenduic	
Nid de pie 1	32	11	2	34	79
Nid de pie 2	<del>31</del> <b>32</b>	<del>4</del> <b>5</b>	2	<del>25</del> <b>30</b>	<del>62</del> <b>69</b>
Pupitre	<del>24</del> <b>26</b>	4	<del>1</del> <b>2</b>	<del>11</del> <b>17</b>	<del>40</del> <b>49</b>
Cheminée	27	9	3	32	71
Plateforme	29	10	3	31	73

#### Autres problèmes affectant la qualité des enregistrements

Des difficultés techniques, opérationnelles et de maintenance des caméras du pont ont également été constatées au cours des marées en observation mixte (Figure 15 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Elles comprennent :

① des problèmes de projection d'eau pour les caméras *Nid de pie 1*, *Nid de pie 2* et *Pupitre*. La caméra *Pupitre* de l'Avel Vad (configuration 1) et les caméras *Nid de pie 1* et *Nid de pie 2* du Talenduic (configuration 3) sont particulièrement exposées à ce problème

② des problèmes de saturation et de surexposition de l'image pour la plupart des caméras et tout particulièrement pour la caméra *Pupitre* du fait de la présence des treuils et de la cheminée créant des zones blanches de taille importante sur l'image

③ un champ réduit à la caméra *Plateforme* pour les navires des configurations 2 et 3, et plus particulièrement pour le Talenduic du fait de la présence de pans de filet dans le champ de la caméra

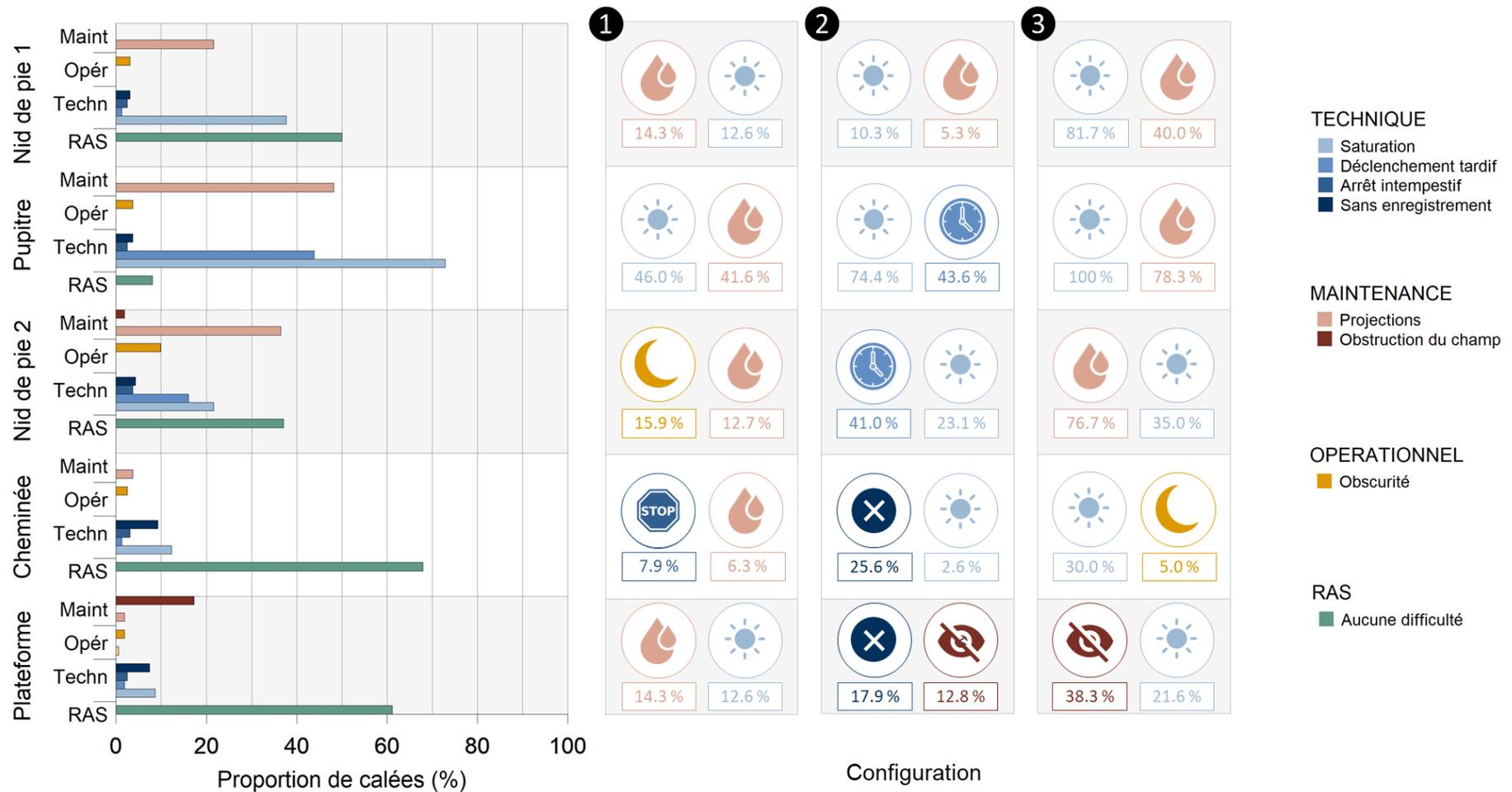


Figure 15 : Fonctionnement des caméras du pont pendant les marées test de SIDE0. Tous navires confondus (à gauche) et par configuration (à droite). Pour chaque configuration, les deux problèmes caméras les plus fréquents signalés par les observateurs électroniques sont présentés.

### 3.4 Capacité de l'OE à détecter tous les requins sur le pont

#### 3.4.1 Matrice de confusion par caméra sur le pont

Pour chaque caméra, la capacité de l'OE à détecter l'intégralité des requins manipulés sur le pont a été évaluée. Pour ce faire, des indicateurs issus de la [matrice de confusion](#) (Ting, 2017) entre l'OE et l'OB ont été utilisés. Cette méthodologie est par exemple utilisée en épidémiologie pour évaluer si un test de dépistage d'un virus est fiable, c'est-à-dire s'il n'y a pas d'erreur de diagnostic à l'issue du test. On cherchera par exemple à savoir quel est le risque que le test soit négatif pour un patient infecté par le virus (Faux Négatif) ou que le test soit positif pour un patient non infecté (Faux Positif).

Le même principe a été utilisé pour évaluer la fiabilité des caméras du pont, c'est-à-dire pour vérifier la proportion de requins qu'une caméra permet de détecter. Les nombres de requins détectés à l'aide des enregistrements d'une caméra ont été comparés aux comptages exhaustifs des observateurs à bord, pour les calées sans dysfonctionnements de la caméra. Les données collectées à l'OB et à l'OE n'ont pas permis de faire le lien directement entre deux observations du même requin. Les comptages de requins ont donc été comparés comme suit pour identifier (Figure 16) :

1 les **Vraies Présences (VP)** de requins, c'est-à-dire le nombre minimum de requins observés par l'observation à bord ou l'observation électronique

$$\text{Vraies Présences} = \min (OB, OE)$$

2 les **Fausse Absences (FA)** de requins, c'est-à-dire les requins absents sur les enregistrements de la caméra parmi les requins comptabilisés par l'observateur à bord, qui permet d'évaluer le risque de sous-estimer le nombre de requins à l'OE

$$\text{Fausse Absences} = OE - OB \text{ si } OB > OE \text{ et } 0 \text{ sinon}$$

3 les **Fausse Présences (FP)** de requins, c'est-à-dire le nombre de requins comptabilisés à l'aide de la caméra mais qui n'apparaissent pas dans les comptages de l'observateur à bord, qui permet d'évaluer le risque de « surestimer » le nombre de requins à l'OE

$$\text{Fausse Présences} = OB - OE \text{ si } OE > OB \text{ et } 0 \text{ sinon}$$

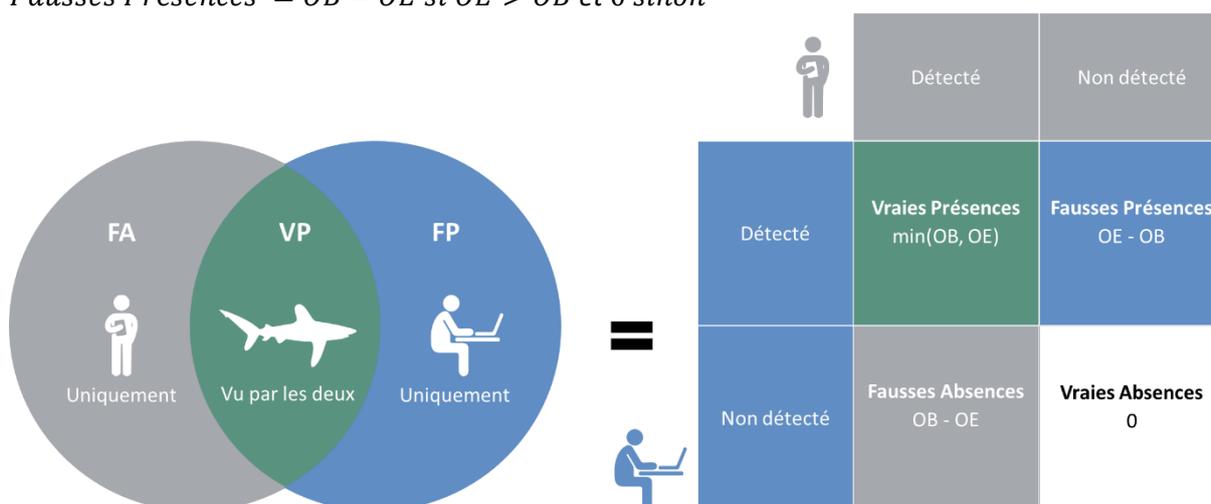


Figure 16 : Indicateurs issus de la matrice de confusion pour évaluer la capacité des caméras à détecter les requins sur le pont. Les indicateurs comparent les nombres de requins identifiés à l'OB et à l'OE et les classent en Vraies Présences (VP), Fausse Absences (FA) et Fausse Présences (FP).

## 3.4.2 Indicateurs de la capacité de l'OE à détecter les requins sur le pont

Les résultats indiquent que la caméra *Cheminée* est celle qui détecte le plus de requins avec 85,6% des requins présents à bord détectés par cette caméra (taux de Vraies Présences, Tableau 13). Elle est suivie par la caméra *Nid de Pie 2* (79,4%) puis par la caméra *Plateforme* (73,3%). En comparaison, la caméra *Pupitre* ne détecte que 42,9% des requins présents à bord et la caméra *Nid de Pie 1* en détecte 3,3%. L'installation des caméras *Cheminée*, *Nid de pie 2* et *Plateforme* et contribuerait donc respectivement à améliorer la détection des requins de l'ordre de 43,1 %, 36,9% et 30,8% par rapport à la caméra *Pupitre*, qui est actuellement la principale caméra d'observation des requins sur le pont.

A noter cependant que les enregistrements de la caméra *Pupitre* de nombreuses calées n'ont pas pu être inclus dans les analyses du fait des dysfonctionnements de la caméra, et notamment des nombreux déclenchements tardifs détectés par les observateurs électroniques. Sur 252 requins détectés à la caméra *Pupitre* au cours des 85 marées observées depuis le pont, seuls 108 ont pu être considérés dans les analyses pour les 49 calées sans dysfonctionnement de la caméra.

On peut également noter que seuls 13 requins ont été détectés à la caméra *Nid de pie 1* au cours des 79 calées pendant lesquelles cette caméra n'a pas présenté de dysfonctionnement. Ce faible nombre de requins observés s'explique par la fonction de cette caméra, qui est utilisée essentiellement pour le suivi des opérations de pêche à tribord, même si elle peut contribuer également à détecter les requins maillés dans le filet. Pour cette caméra, la proportion de requins non détectés est donc la plus élevée (Fausses Absences = 96,7%).

Enfin, les résultats indiquent que les caméras testées sur le pont au cours du projet SIDE0 ont parfois comptabilisé des requins que l'observateur à bord n'a pas détectés, même si ces cas de figure restent relativement peu fréquents (taux de fausses présences de 0,7 à 2,7% selon la caméra). Ces cas particuliers pourraient correspondre à de réelles fausses présences de requins (possible double comptage) mais également à des requins présents que l'observateur à bord n'aurait pas détectés (plusieurs requins présents en même temps ou requin manipulé hors de son champ de vision).

**Tableau 13. Indicateurs de la capacité de l'OE à détecter les requins sur le pont, tous navires confondus.** L'indicateur « Vraies Présences », qui indique les nombres et pourcentages de requins réellement présents et qui ont été détectés à l'OE constitue l'indicateur clé de l'analyse. N : nombre de requins. T : Taux de Vraies Présences, Fausses Absences et Fausses Présences.

Caméra	Fausse Absence OB uniquement		Vraie Présence OB et OE		Fausse Présence OE uniquement		Total
	N	T	N	T	N	T	N
Nid de pie 1	376	0,967	13	0,033	0	0,000	389
Nid de pie 2	58	0,186	247	0,794	6	0,019	311
Pupitre	145	0,575	107	0,425	0	0,000	252
Cheminée	48	0,117	350	0,856	11	0,027	409
Plateforme	105	0,260	296	0,733	3	0,007	404

Des différences ont également été constatées entre les configurations de navire, avec des taux de requins détectés différents (Tableau 14). D'une manière générale les caméras installées pour le projet SIDEO s'avèrent plus performantes que les caméras *Pupitre* quelle que soit la configuration du navire. La Caméra *Cheminée* semble être la plus performante pour détecter les requins sauf pour la configuration 3 où la caméra *Plateforme* la dépasse avec un taux de 92,3% contre 91,9%.

Les différences de configuration de navires et de choix de placement des caméras peuvent expliquer ces différences de performance entre les caméras. Dans le cas du Talenduc par exemple (configuration 3), les bonnes performances de la caméra *Plateforme* peuvent s'expliquer par la couverture côté tribord où la plupart des requins du pont sont triés (angle mieux couvert par la caméra *Cheminée* pour les autres configurations, voir Figures 13 et 14). En comparaison la caméra *Plateforme* installée sur le Drennec et le Trévignon (configuration 2) couvre uniquement le côté bâbord où les requins sont mis à l'eau plus rarement (Figure 14) ce qui explique un taux plus faible de détection (36,6%).

La caméra *Nid de pie 2* performe généralement bien pour la configuration 2 et 3 (avec respectivement 82,6% et 88,0% de vraies présences) mais s'avère moins efficace pour la configuration 1, possiblement du fait de la position non centrée sur la bassine de la caméra et de la présence de la plateforme du nid de pie qui crée un angle mort devant la zone de rejet à tribord (voir Figure 12).

Enfin, la performance de la caméra *Pupitre* de l'Avel Vad (configuration 1) est meilleure que celle des navires des deux autres configurations pour la détection des requins, tandis que celle de la caméra *Cheminée* est inférieure. Cette différence peut s'expliquer (Figure 8) par des pratiques différentes entre les équipages, les données collectées par les observateurs à bord et les retours des observateurs électroniques indiquant des efforts supplémentaires pour remonter les requins du faux-pont et les rejeter à tribord sur le pont (dans le champ de la caméra *Pupitre*) mais également un pour effectuer un pré-tri des requins en posant la salabarde sur le côté bâbord du navire. En effet, dans le cas de l'Avel Vad, 70,7% des requins observés dans le faux-pont ont été remontés sur le pont contre 2,3% pour le Talenduc et aucun requin pour les deux autres navires. Ces observations pourraient également expliquer des performances moins bonnes pour la caméra *Cheminée* de l'Avel Vad, la plupart des requins remontés du faux pont étant rejetés du côté bâbord, dans une zone hors du champ de cette caméra.

**Tableau 14 : Taux de Vraies Présences par caméra du pont et configuration de navire.**

Caméra	Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3
Nid de pie 1	0,057	0,015	0,028
Nid de pie 2	0,633	0,826	0,880
Pupitre	0,519	0,361	0,357
Cheminée	0,692	0,890	0,919
Plateforme	0,646	0,366	0,923

### 3.5 Capacité de l'OE à identifier l'espèce de tous les requins sur le pont

#### 3.5.1 Matrice de confusion par caméra sur le pont

La capacité de l'OE à identifier l'espèce des requins a été évaluée à l'aide d'indicateurs issus de la [matrice de confusion](#) (Figure 17). Comme précédemment, les données collectées par les observateurs à bord et les observateurs électroniques n'ont pas permis de faire le lien directement entre deux observations du même requin. Pour pallier cette difficulté, pour une caméra donnée, seules les calées avec le même nombre de requins identifiés à l'OB et à l'OE ont été sélectionnées. Pour construire la matrice de confusion, l'hypothèse a été faite que les requins observés sur le pont ont été observés dans le même ordre à bord et sur les caméras du pont pour comptabiliser :

- 1 les **Vraies Identifications, Vrais FAL et Vrais OCS**, c'est-à-dire les requins soyeux *Carcharhinus falciformis* (FAL) et océaniques *Carcharhinus longimanus* (OCS) correctement identifiés
- 2 les **Fausse Identifications, Faux FAL et Faux OCS**, c'est-à-dire les requins pour lesquels il y a eu une erreur d'identification de l'espèce par l'observateur électronique
- 3 les **Absences d'Identification**, c'est-à-dire les requins pour lesquels l'observateur électronique n'a pas été en mesure d'identifier l'espèce et a renseigné le code RSK (*Requiem Shark*) ou n'a pas été en mesure de confirmer si l'individu était un requin et a indiqué le code XXX.

Pour s'assurer de la bonne correspondance entre requins dans les données de l'observateur à bord et de l'observateur électronique, une validation a été réalisée sur la base de la taille du requin et des commentaires sur la manipulation du requin observé.

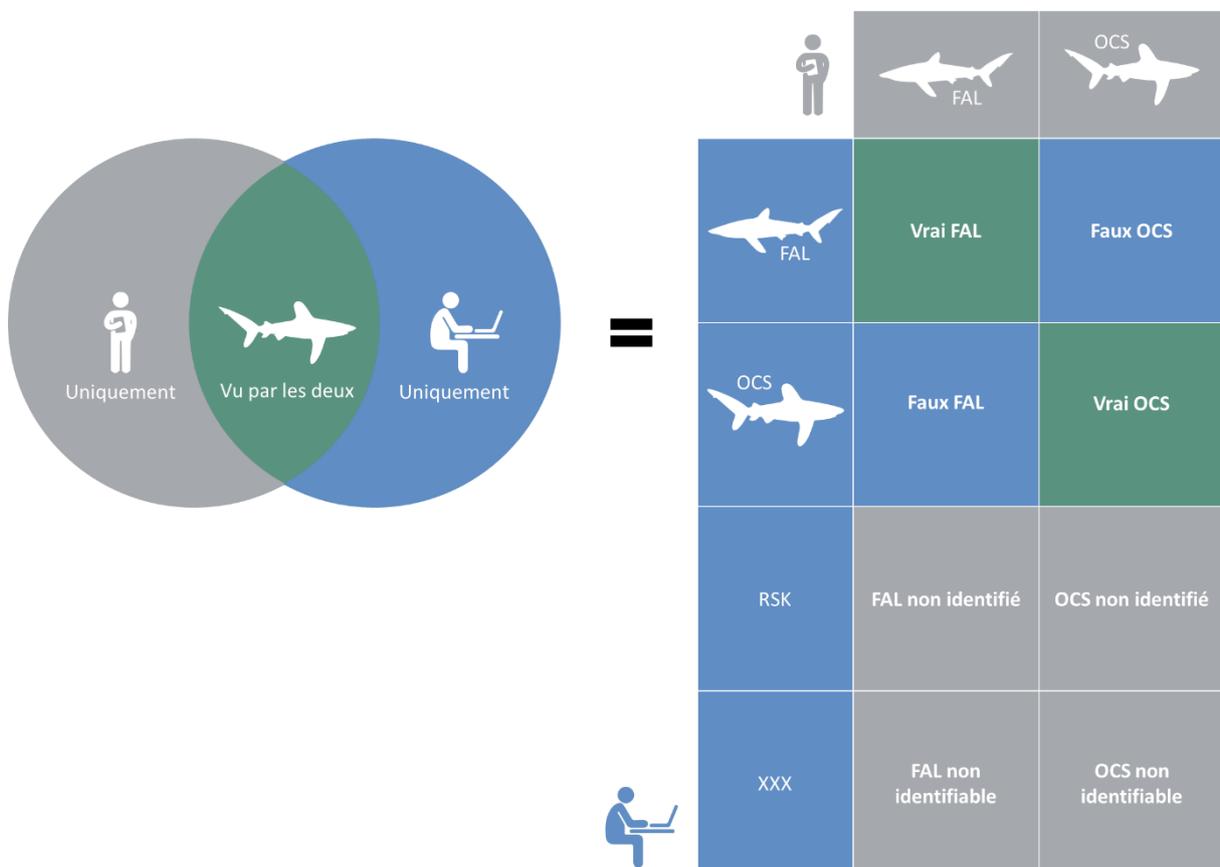


Figure 17 : indicateurs issus de la matrice de confusion pour évaluer la capacité des caméras à identifier les requins sur le pont. Les indicateurs comparent les espèces renseignées à l'OB et à l'OE.

### 3.5.2 Indicateurs de la capacité de l'OE à identifier l'espèce des requins sur le pont

Les Tableaux 15 à 18 détaillent la capacité des caméras du pont à fournir une information correcte sur l'espèce des requins détectés. La caméra *Nid de Pie 1* n'est pas incluse dans l'analyse du fait de sa faible contribution à l'observation des requins sur le pont.

**Tableau 15. Indicateurs de la capacité de la caméra *Cheminée* à détecter les requins sur le pont, tous navires confondus (22 calées).**

Caméra <i>Cheminée</i>	Observateur à bord		
	FAL	OCS	Total
FAL	81	0	81
OCS	0	1	1
RSK	24	1	25
XXX	0	0	0
<b>Total</b>	105	2	107

Indicateur	%
Individus identifiés à l'espèce	<b>0,766</b>
Individus bien identifiés	<b>1</b>
% FAL identifiés	<b>0,771</b>
% OCS identifiés	0,500
% individus non identifiés	0,234

**Tableau 16. Indicateurs de la capacité de la caméra *Nid de pie 2* à détecter les requins sur le pont, tous navires confondus (16 calées).**

Caméra <i>Nid de pie 2</i>	Observateur à bord		
	FAL	OCS	Total
FAL	8	0	8
OCS	0	0	0
RSK	83	0	83
XXX	11	0	11
<b>Total</b>	102	0	102

Indicateur	%
Individus identifiés à l'espèce	0,082
Individus bien identifiés	1
% FAL identifiés	0,082
% OCS identifiés	NA
% individus non identifiés	<b>0,918</b>

**Tableau 17. Indicateurs de la capacité de la caméra *Plateforme* à détecter les requins sur le pont, tous navires confondus (18 calées).**

Caméra <i>Plateforme</i>	Observateur à bord		
	FAL	OCS	Total
FAL	25	0	25
OCS	0	0	0
RSK	52	1	53
XXX	3	0	3
<b>Total</b>	80	1	81

Indicateur	%
Individus identifiés à l'espèce	<b>0,309</b>
Individus bien identifiés	<b>1</b>
% FAL identifiés	<b>0,313</b>
% OCS identifiés	0,000
% individus non identifiés	0,691

**Tableau 18. Indicateurs de la capacité de la caméra *Pupitre* à détecter les requins sur le pont, tous navires confondus (5 calées).**

Caméra <i>Pupitre</i>	Observateur à bord		
	FAL	OCS	Total
FAL	1	0	1
OCS	0	0	0
RSK	10	1	11
XXX	0	0	0
<b>Total</b>	11	1	12

Indicateur	%
Individus identifiés à l'espèce	0,083
Individus bien identifiés	1
% FAL identifiés	0,091
% OCS identifiés	0,000
% individus non identifiés	<b>0,917</b>

Dans l'ensemble, les caméras *Cheminée* et *Plateforme* sont les caméras qui permettent d'identifier le plus de requins à l'échelle de l'espèce avec un taux de 76,6% de requins identifiés pour la caméra *Cheminée* et de 30,9% pour la caméra *Plateforme*. La caméra *Cheminée* placée coté tribord est celle qui a été capable d'identifier le plus de requins avec 77,1% de FAL (contre 31,3 % à l'aide de la caméra *Plateforme*) et 50% d'OCS (1 individu sur 2 et aucun OCS détecté à l'aide de la caméra *Plateforme*). Cette différence entre la caméra *Cheminée* et la caméra *Plateforme* peut s'expliquer par les différences de placement entre les deux caméras, la caméra *Cheminée* apportant une vue plus dégagée sur la bassine et à tribord, où la majorité des requins sont manipulés et rejetés.

En comparaison, les caméras *Nid de pie 2* et *Pupitre* ont en revanche des capacités d'identification très faibles avec plus de 91% d'individus non identifiés à l'aide de ces caméras. Cette différence de performance entre les caméras GoPro et les caméras OceanLive<sup>2</sup> peut s'expliquer à la fois par la distance plus faible d'observation des requins à l'aide des caméras *Cheminée* et *Plateforme* mais également par la différence de résolution et de fréquence des images entre les deux types de caméras (voir section 5.3.1, Tableau 31). La résolution en Full HD des caméras GoPro permet d'obtenir des images nettes, sur lesquelles il est possible de zoomer, qui facilite l'identification des requins par l'observateur électronique (Figure 18).

La comparaison des espèces renseignées par les observateurs à bord et les observateurs électroniques indique un taux de correspondance de 100% entre les deux types d'observation pour chaque individu FAL et/ou OCS reconnu. Il est important de noter cependant que les résultats obtenus ne permettent pas de conclure quant à la capacité à identifier correctement un requin, les observations étant largement dominées par le requin soyeux et la bonne correspondance entre les données de l'observation à bord et de l'observation électronique ayant été complexe à valider.

Il a néanmoins été possible de compléter ces analyses par une comparaison de l'espèce renseignée par l'observateur électronique pour le même requin observé sur plusieurs caméras sur la base d'indicateurs issus de la matrice de confusion (Tableau 19) et sur l'ensemble des données collectés à l'OE lors des marées. Les résultats indiquent que sur les 186 requins détectés à la fois par la caméra *Pupitre* et la caméra *Nid de Pie 2*, la caméra *Nid de pie 2* a été moins performante puisque seuls 2,7% des individus ont pu être identifiés à l'espèce contre 10,8% par la caméra *Pupitre*. Cela s'explique aisément par le fait que la caméra *Nid de pie 2* est beaucoup plus éloignée du pont que la caméra *Pupitre*. En revanche, les résultats confirment les performances supérieures des caméras *Cheminée* et *Plateforme* sur la caméra *Pupitre* avec respectivement 67,2% et 47,0% des requins qui n'avaient pas pu être identifiés à l'aide de la caméra *Pupitre* qui ont pu être identifiés avec ces deux caméras.

**Tableau 19 : Comparaison de l'espèce identifiée par les caméras *Nid de pie 2*, *Cheminée* et *Plateforme* à l'espèce identifiée à l'aide de la caméra *Pupitre*. Nombre de correspondances entre les identifications (en vert : les identifications supplémentaires, en rouge les pertes d'identification).**

Caméra <i>Pupitre</i>	Caméra <i>Nid de pie 2</i>				Caméra <i>Cheminée</i>				Caméra <i>Plateforme</i>			
	FAL	OCS	RSK	XXX	FAL	OCS	RSK	XXX	FAL	OCS	RSK	XXX
FAL	4	0	16	0	15	0	4	0	19	0	0	0
OCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RSK	0	1	147	2	106	1	35	1	79	1	60	0
XXX	0	0	15	1	12	0	3	0	0	0	11	0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>178</b>	<b>3</b>	<b>133</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>98</b>	<b>1</b>	<b>71</b>	<b>0</b>



Figure 18: Observation du même requin sur les différentes caméras du pont. Exemple d'un requin soyeux (FAL) sur l'Avel Vad (configuration 1).

Ces résultats se confirment pour chaque configuration de navire, avec de légères différences cependant (Tableau 20). La caméra *Cheminée* des navires de configuration 2 est plus performante pour l'identification des requins que celle des configurations 1 et 3 avec respectivement 84,9% de requins identifiés contre environ 77% pour les deux autres configurations. Ces différences pourraient s'expliquer par la vue légèrement plus haute et distante sur l'Avel Vad (configuration 1, Figure 13) ou par les problèmes de saturation plus fréquents à bord du Talenduic (configuration 3, Figure 15).

Dans le cas de la caméra *Plateforme*, les différences de capacité d'identification de l'espèce entre configurations de navires sont plus importantes et pourraient s'expliquer par l'orientation de la caméra du côté tribord ou bâbord qui change en fonction des navires (Figure 14). Par exemple pour la configuration 1 (Avel Vad) dont la capacité d'identification des requins est de 83,8% ou la configuration 2 dont la capacité d'identification des requins est de 43,3%, la caméra *Plateforme* est orientée vers le côté bâbord et capte principalement les espèces triées à ce niveau à une distance suffisamment faible pour permettre d'identifier facilement l'espèce. Pour le Talenduic (configuration 3), dont la capacité d'identification est la plus faible (24,6%, des requins), la caméra capte également les individus triés du tribord mais n'est pas capable de les identifier à cette distance. Ces différences peuvent s'expliquer par une vue plus dégagée pour la caméra *Plateforme* de l'Avel Vad, plus tournée vers bâbord et permettant d'observer les requins face à la caméra et donc en entier, facilitant de ce fait leur identification à l'espèce.

**Tableau 20 : Proportion d'individus identifiés à l'espèce par configuration de navire**

Caméra	Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3
Nid de pie 1	0	0	0
Nid de pie 2	0,042	0	0,196
Pupitre	0,179	0	0,063
Cheminée	0,766	0,849	0,779
Plateforme	0,838	0,433	0,246

### 3.6 Capacité de l'OE à suivre la remise à l'eau des requins sur le pont

#### 3.6.1 Comparaison des caméras du pont

Depuis 2022, ORTHONGEL réalise en routine un suivi de la remise à l'eau des espèces sensibles par les marins (Wain et al., 2022; Wain and Maufroy, 2023). Pour les besoins de ce suivi, l'intégralité des techniques de manipulation utilisées doit pouvoir être observée afin de formuler des recommandations aux équipages dans un but de formation continue. La capacité d'une caméra donnée à fournir des informations pour ce suivi a été évaluée à l'aide du nombre de manipulations renseignées par l'observateur, qui renseigne sur la capacité à suivre un requin donné de son arrivée à bord jusqu'à sa remise à l'eau.

Cet indicateur a été calculé toutes pratiques confondues. Ces nombres ont été comparés entre les caméras *Nid de pie 2*, *Cheminée* et *Plateforme* et la caméra *Pupitre*, utilisée actuellement comme caméra principale sur le pont, afin d'évaluer l'apport éventuel des caméras du projet SIDE0.

Comme pour les analyses précédentes, les calées pendant lesquelles la caméra analysée a présenté des problèmes techniques d'absence de déclenchement, problèmes techniques de déclenchement tardif de la caméra ou problèmes techniques d'arrêt intempestif ont été supprimées des analyses pour ne pas biaiser les résultats du fait de l'absence totale ou partielle d'enregistrements pour une calée donnée.

## 3.6.2 Indicateurs de suivi des techniques de remise à l'eau

Le Tableau 21 présente le résultat de la comparaison entre le suivi de la remise à l'eau des requins à l'aide de la caméra *Pupitre* et à l'aide des emplacements de caméras proposés dans le cadre du projet SIDE0. Si on considère toutes les configurations, la caméra *Cheminée* est celle qui permet une meilleure observation des techniques de remise à l'eau utilisées par les équipages, avec un gain d'observation pour 24,1% des requins, par rapport à la caméra *Pupitre*. Elle est suivie par la caméra *Plateforme* qui permet un gain d'observation de 19,6 % puis par la caméra *Nid de pie 2* (+ 11,5 %).

Ces résultats diffèrent néanmoins entre les configurations de navires, la caméra permettant un gain d'observation plus important étant la caméra *Cheminée* pour la configuration 1 (+ 27,6 %), la caméra *Plateforme* pour la configuration 2 (+50,0%) et la caméra *Nid de pie 2* pour la configuration 3 (+ 38,0 %). Ces différences peuvent s'expliquer par les différences de configuration des navires et de placement de la caméra retenus pour s'adapter à ces configurations. Dans le cas de l'Avel Vad (configuration 1), la caméra *Cheminée* couvre en effet une zone plus importante du pont, ce qui permet un meilleur suivi des individus de leur arrivée à bord à leur remise à l'eau (voir Figure 13). Dans le cas du Talenduc (configuration 3), l'observation à la caméra *Nid de pie 2* est moins gênée par les obstructions liées à la présence des mâts et couvre un champ plus important du pont permettant d'observer les requins y compris lorsqu'ils sont sortis de la bassine (Figure 12).

Les causes expliquant les bonnes performances de la caméra *Plateforme* des navires de la configuration n°2 sont moins évidentes à identifier, d'autant que cette caméra est également celle qui permet de détecter le moins de requins pour les navires de cette configuration (Tableau 14). Les résultats obtenus sont probablement à prendre avec précaution du fait du faible nombre de requins observés avec la caméra *Plateforme* de la configuration 2.

Une part de ces différences entre les configurations de navires pourraient également s'expliquer par les pratiques des équipages. Il n'est pas possible d'évaluer l'impact des pratiques de chaque équipage avec les données collectées dans le cadre du projet SIDE0. En revanche, il serait intéressant de discuter les résultats obtenus avec les équipages en tenant compte de leurs habitudes de travail à bord.

**Tableau 21 : Comparaison des performances de la caméra *Pupitre* aux caméras *Nid de pie 2*, *Cheminée* et *Plateforme* pour le suivi de la remise à l'eau des requins, toutes pratiques confondues.** Les gains d'observation les plus importants sont présentés en gras.

	Tous navires			Configuration ①			Configuration ②			Configuration ③		
	Nid de pie 2 (N = 113)	Cheminée (N = 112)	Plateforme (N = 107)	Nid de pie 2 (N = 71)	Cheminée (N = 69)	Plateforme (N = 69)	Nid de pie 2 (N = 19)	Cheminée (N = 13)	Plateforme (N = 8)	Nid de pie 2 (N = 58)	Cheminée (N = 59)	Plateforme (N = 56)
T <sup>+</sup>	0,230	0,321	0,243	0,085	0,348	0,232	0,000	0,154	0,750	0,414	0,254	0,214
T <sup>-</sup>	0,115	0,080	0,047	0,155	0,072	0,029	0,158	0,154	0,250	0,034	0,119	0,018
G	0,115	<b>0,241</b>	0,196	-0,07	<b>0,276</b>	0,203	-0,158	0,000	<b>0,500</b>	<b>0,380</b>	0,135	0,196

N : nombre de requins observés à la fois sur la caméra testée et sur la caméra *Pupitre*

T<sup>+</sup> : taux de requins pour lequel plus de manipulations ont été observées sur la caméra testée

T<sup>-</sup> : taux de requins pour lequel moins de manipulations ont été observées sur la caméra testée

G = T<sup>+</sup> - T<sup>-</sup>, taux de requins pour lequel un gain d'observation a été observé sur la caméra testée

### 3.7 Synthèse des résultats pour l'observation des requins sur le pont

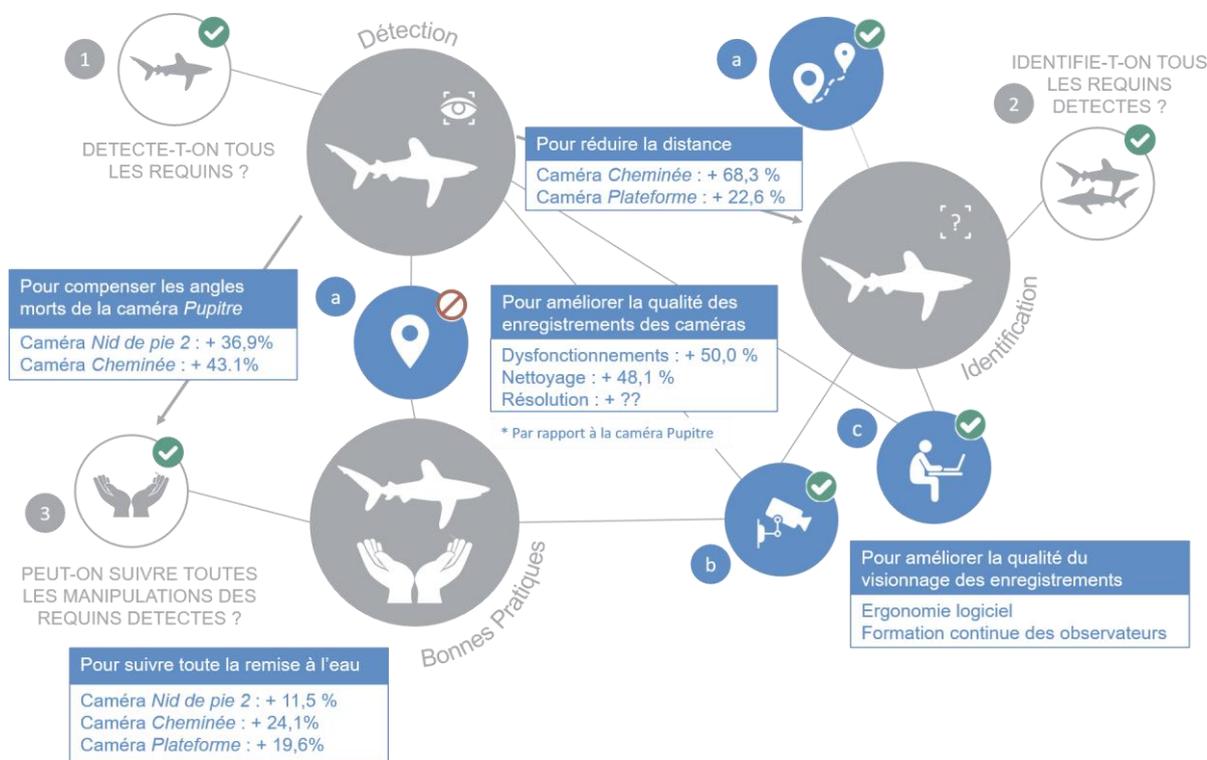
Les résultats obtenus confirment le diagnostic initial pour les caméras *Nid de pie 1* et *Pupitre* de la configuration OceanLive<sup>1</sup> avec, en particulier, des difficultés importantes pour le suivi des requins à l'aide la caméra *Pupitre* (angles morts, distance de la caméra, résolution insuffisante, problèmes d'exploitabilité). Ils confirment l'intérêt d'angles de vue plus larges, plus proches et suivis avec une meilleure résolution d'image. Ils indiquent de bonnes performances pour les caméras supplémentaires testées dans le cadre du projet SIDE0.

Caméra Nid de pie 2 : contribue à une meilleure détection des requins à la fois du côté tribord et bâbord et à un meilleur suivi de leur remise à l'eau sur le pont. Cette caméra ne permet cependant pas d'identifier les individus car elle est trop éloignée du pont.

Caméra Cheminée : contribue à une meilleure détection des requins, à une meilleure identification de l'espèce et à un meilleur suivi de la remise à l'eau grâce à la meilleure couverture qu'elle apporte à tribord et à sa résolution élevée.

Caméra Plateforme : contribue à une meilleure détection des requins et à une meilleure identification de l'espèce grâce à la meilleure couverture qu'elle apporte à bâbord et à sa résolution élevée, mais moins performante que la caméra *Cheminée*.

Au cours des analyses, d'autres difficultés ont été soulevées en lien avec le fonctionnement des caméras, la qualité des enregistrements ou la compréhension du protocole par les observateurs électroniques. Leur résolution permettrait également d'améliorer le suivi des requins à l'OE (Figure 19).



**Figure 19 : Bilan des principaux questionnements abordés pour l'observation des requins sur le pont et résultats obtenus.** Le gain d'observation pour chaque solution envisagée est fourni en comparaison de la caméra *Pupitre*.

# **PARTIE 4**

## **Amélioration du suivi des requins à l'OE dans le faux-pont**

## 4.1 Réalisation des marées en observation mixte

Comme indiqué précédemment, au cours des marées en observation mixte, les observateurs à bord se sont placés alternativement sur le pont ou dans le faux-pont pour l'intégralité de la durée d'une calée (voir section 3.2.2). Comme sur le pont, les observateurs à bord avaient la charge de la collecte exhaustive d'informations sur l'intégralité des requins manipulés dans le faux-pont :

- ① le comptage exhaustif des requins
- ② l'identification de l'espèce de tous les requins présents dans le faux-pont
- ③ le suivi de la remise à l'eau des requins présents dans le faux-pont, avec le détail des techniques de manipulation utilisées et le lieu de remise à l'eau (depuis le faux-pont avec le tapis de rejets ou requin remonté à la main pour être remis à l'eau depuis le pont)

Cette collecte de données exhaustive a été utilisée comme information de référence pour évaluer la capacité de l'OE à détecter tous les requins, à en identifier l'espèce et à suivre toutes les pratiques utilisées par les équipages pour remettre à l'eau les requins.

Les mêmes informations ont été collectées par les observateurs électroniques en utilisant les caméras *Convoyeur* et *Rejets* du faux-pont. Il convient néanmoins de noter ici que contrairement au pont, il n'a été ni possible d'établir le lien entre deux observations du même requin à l'OE et à l'OB (du fait de l'absence de points de repères comme le suivi du salabardage), ni entre deux caméras (du fait de l'absence de recouvrement entre le champ des deux caméras du faux-pont (Figure 20).

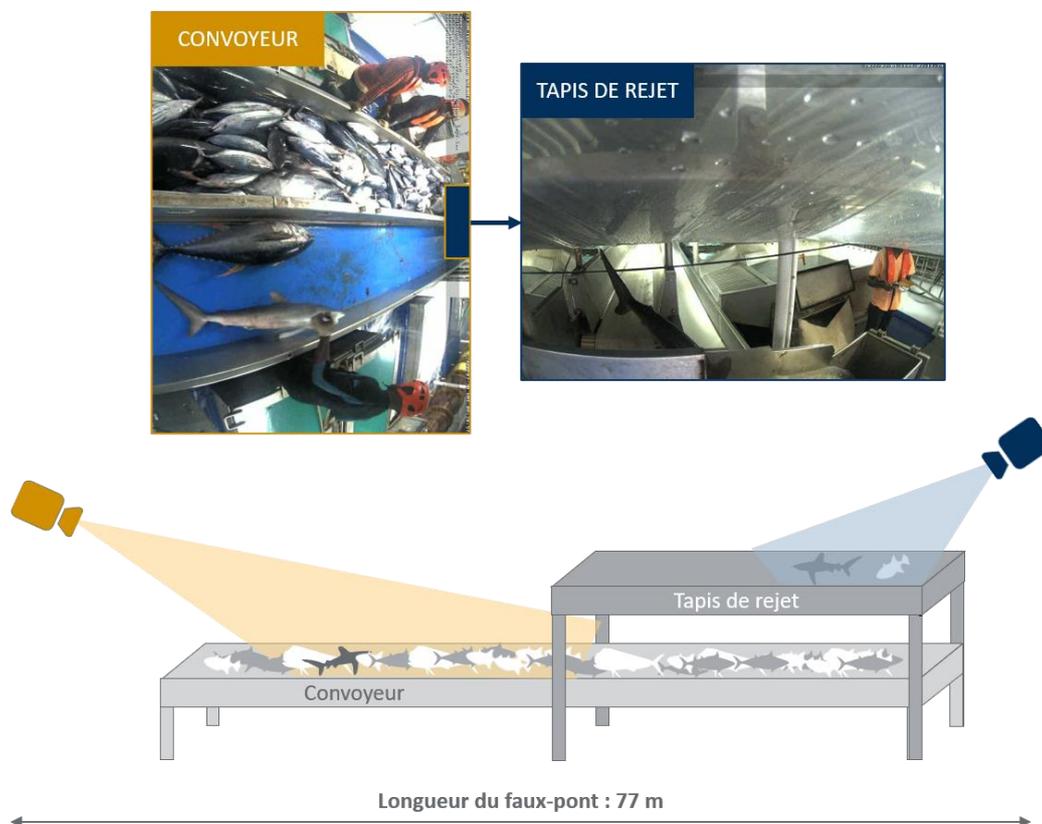


Figure 20 : Vues des caméras *Convoyeur* et *Rejets*, exemple du Drennec (configuration 2). Le tapis de rejets est placé au-dessus du convoyeur, en bout de tapis et les vues des deux caméras ne se recouvrent pas. Le flux est plus intense sur le convoyeur, ne facilitant pas la détection des requins.

## 4.2 Suivi de la qualité des enregistrements du faux-pont

Comme pour les caméras du pont, les observateurs électroniques du projet SIDEO ont répertorié les problèmes de fonctionnement des caméras du faux-pont pour les 162 calées observées. Aux problèmes techniques identifiés sur le pont, s'ajoutent dans le faux-pont un suivi des problèmes liés au fonctionnement des tapis convoyeur et rejet (vitesse excessive ne permettant pas une bonne qualité d'image, blocages du tapis ou présence d'individus de grande taille sur le tapis créant un bouchon). Aucun problème n'a été signalé par les observateurs électroniques pour respectivement 30,2% des calées pour la caméra *Convoyeur* et 49,4% des calées pour la caméra *Rejets* (Figure 21).

### Problèmes techniques

Contrairement au pont, peu de dysfonctionnements ont été relevés par les observateurs électroniques pour les caméras du faux-pont. Les problèmes techniques signalés concernent principalement de la saturation pour 51,8% des calées à la caméra *Convoyeur* et 21,0% des calées à la caméra *Rejets*. Des différences ont par ailleurs été relevées entre configurations avec des difficultés très fréquentes de saturation à la caméra *Convoyeur* pour le Trévignon (configuration 3, pour 85% des calées).

### Problèmes opérationnels et de maintenance

Les principales difficultés opérationnelles et de maintenance relevées dans le faux-pont concernaient :

- ① le nettoyage des caméras, avec des projections d'eau sur la caméra *Convoyeur* pour 18,5% des calées et 16,7% des calées pour la caméra *Rejets*, tous navires confondus. Cette problématique concerne particulièrement le Talenduic avec 36,7% des calées concernées à la caméra *Convoyeur* et 30,0% des calées concernées à la caméra *Rejets*.
- ② le blocage, la vitesse du tapis ou la formation de bouchons sur le tapis, principalement pour l'Avel Vad (configuration 1) pour lequel des problèmes de vitesse excessive du tapis ont été relevés pour 27,0% des calées sur le convoyeur et 39,7% sur le tapis de rejet.
- ③ des obstructions du champ de la caméra *Convoyeur* sur l'Avel Vad (configuration 1), plus fréquentes que pour les navires des configurations 2 et 3

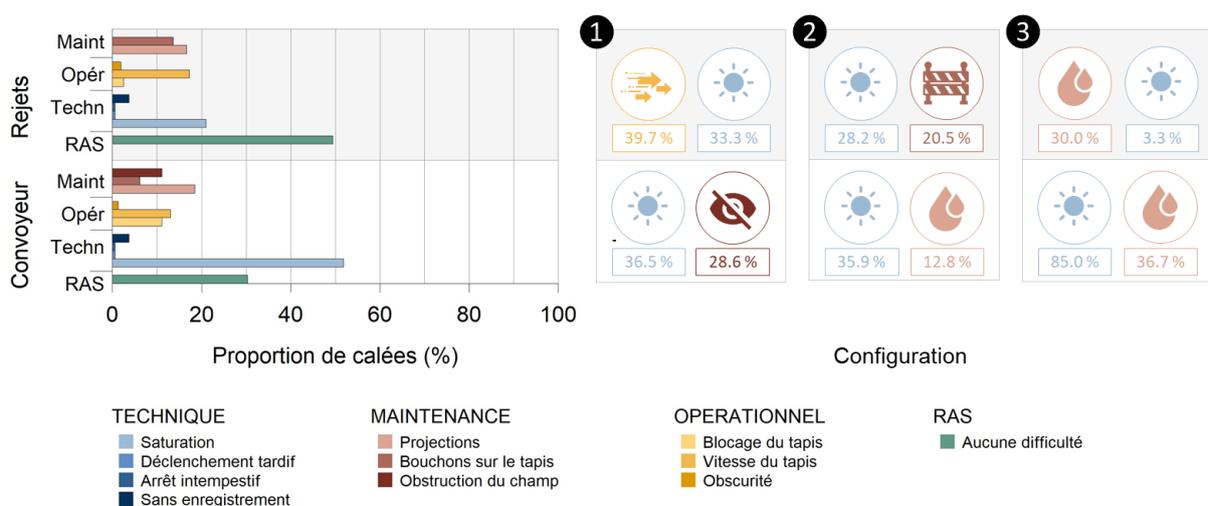


Figure 21 : Fonctionnement des caméras du faux-pont pendant les marées test de SIDEO. Tous navires confondus (à gauche) et par configuration (à droite). Pour chaque configuration, les deux problèmes caméra les plus fréquents signalés par les observateurs électroniques sont présentés.

### 4.3 Capacité de l'OE à détecter tous les requins dans le faux-pont

Comme sur le pont, les comptages de requins à l'observation à bord et à l'observation électronique ont été comparés à l'aide des indicateurs issus de la matrice de confusion définis précédemment (voir section 3.4.1). Comme pour les analyses précédentes, les calées pendant lesquelles la caméra analysée a présenté des problèmes techniques d'absence de déclenchement, problème technique de déclenchement tardif de la caméra ou problèmes techniques d'arrêt intempestif ont été supprimées des analyses pour ne pas biaiser les résultats du fait de l'absence totale ou partielle d'enregistrements pour une calée donnée.

Les résultats indiquent sans surprise que la caméra *Rejets* est la principale caméra pouvant contribuer à l'observation des requins dans le faux-pont, avec 67,8% des requins détectés contre 52,0% avec la caméra *Convoyeur* (Tableau 22). Ils s'expliquent par l'intensité du flux sur le convoyeur, qui ne permet pas nécessairement d'y détecter facilement les requins alors qu'ils se présentent la plupart du temps isolés des autres poissons sur le tapis de rejet, facilitant leur détection.

Les résultats indiquent par ailleurs de possibles doubles comptages des requins (4,5 % de fausses présences à la caméra *Rejets* et 1,4% à la caméra *Convoyeur*). L'absence de recouvrement entre les champs des deux caméras du faux-pont, qui ne permet pas d'établir le lien entre l'observation du même requin sur les deux caméras, pourrait en effet générer de tels doubles comptages (Figure 20). Néanmoins, les fausses présences pourraient également être causées par une sous-estimation du nombre de requins par l'observateur à bord dont la capacité de détection des requins pourrait avoir été gênée par la taille et l'encombrement de la zone à observer dans le faux-pont.

**Tableau 22 : Indicateurs de la capacité de l'OE à détecter les requins dans le faux-pont, tous navires confondus.** N : nombre de requins. T : taux de Fausses Absences, Vraies Présences, Fausses Présences.

Camera	Fausse Absence OB uniquement		Vraie Présence OB et OE		Fausse Présence OE uniquement		Total N
	N	T	N	T	N	T	
Convoyeur	133	0,473	146	0,520	2	0,014	281
Rejets	81	0,277	198	0,678	13	0,045	292

Les résultats indiquent également des différences entre configurations du navire (Tableau 23). En règle générale, les requins sont moins bien détectés dans le faux-pont de l'Avel Vad (configuration 1) qu'à bord des navires des configurations 2 et 3. Cette différence est plus marquée pour la caméra *Rejets* avec 42,7% de détection des requins à bord de l'Avel Vad contre 85,4% à 95,0% de détection pour les configurations 3 et 2 respectivement. Ces différences peuvent être expliquées par la combinaison entre les pratiques de remise à l'eau de l'équipage et le placement des caméras. Dans le cas de l'Avel Vad en effet, l'équipage a plus fréquemment remonté les requins du faux-pont pour les rejeter depuis le pont. Le champ de la caméra *Convoyeur*, qui contribue en principe le plus fortement à la détection de ces individus n'est cependant pas assez large ou assez profond pour permettre d'observer tous les requins prélevés sur le convoyeur et qui ne sont pas placés sur le tapis de rejet ensuite (Figure 10Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

**Tableau 23 : Taux de Vraies Présences par caméra du faux-pont et configuration de navire.**

Caméra	Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3
Rejets	0,427	0,950	0,854
Convoyeur	0,493	0,546	0,545

#### 4.4 Capacité de l'OE à identifier l'espèce des requins dans le faux-pont

Puisqu'il n'a pas été possible d'établir le lien entre deux observations du même requin à l'OB et à l'OE, une approche plus simple que pour le pont, ne s'appuyant pas sur les indicateurs de la matrice de confusion, a été mise en place. Le Tableau 24 résume la proportion de requins pour lesquels l'espèce a pu être déterminée par caméra du faux-pont. Cet indicateur de reconnaissance à l'espèce ne garantit pas que l'identification de l'espèce était correcte (validée par la donnée de l'observateur à bord) mais il donne néanmoins une idée de la capacité de la caméra à reconnaître un individu à l'espèce et permet de comparer les performances entre configurations de navires.

Les résultats indiquent que la caméra *Rejets* permet d'identifier 72,0% des requins contre 44,7% pour la caméra *Convoyeur*. Dans quelques rares cas également, l'observateur électronique n'a pas été en mesure de déterminer si l'individu observé était bien un requin (individus XXX). Ces différences s'expliquent par le flux d'individus plus faible sur le tapis de rejets que sur le convoyeur et par la distance entre la caméra *convoyeur* et les requins observés à l'arrière du champ de la caméra (Figure 9 et Figure 10).

**Tableau 24 : Proportion de requins observés et identifiés dans le faux-pont pendant les marées en observation mixte, par caméra (OE) et type d'observateur (OE ou OB).**

Espèce	Caméra <i>Rejets</i>	Caméra <i>Convoyeur</i>	Observation à bord
FAL	0,720	0,268	0,993
OCS	0,005	0,000	0,007
RSK	0,280	0,540	0,000
XXX	0,000	0,001	0,000

Les résultats par configuration montrent également une différence assez forte entre les caméras et leur installation sur les navires (Tableau 25). D'une manière générale la caméra *Rejets* est la plus efficace en termes de reconnaissance à l'espèce mais sa performance passe de 100% pour les navires de la configuration 2 et 85,4 % pour le Talenduic configuration 3) contre seulement 12,1 % pour l'Avel Vad (configuration 1). Dans le cas du Talenduic, l'identification moins fréquente que pour les navires de la configuration 2 pourrait être liée à la distance entre la caméra et le vide déchets. Elle reste tout de même plus fréquente que sur l'Avel Vad (configuration 1) du fait de la difficulté de vitesse excessive du tapis de rejets de l'Avel Vad (Figure 9).

Enfin la caméra *Convoyeur* des navires de la configuration 2 (avec une bonne proximité et un champ dégagé) a permis d'identifier 100% des requins contre 54,5% pour la configuration 3 et seulement 1% sur l'Avel Vad (avec des champs plus éloignés, voir Figure 10). Le placement de ces caméras est sans doute un point auquel il faudra faire particulièrement attention pour améliorer leur performance à la reconnaissance des espèces dans le faux pont.

**Tableau 25 : Proportion d'individus identifiés à l'espèce par caméra et configuration de navire**

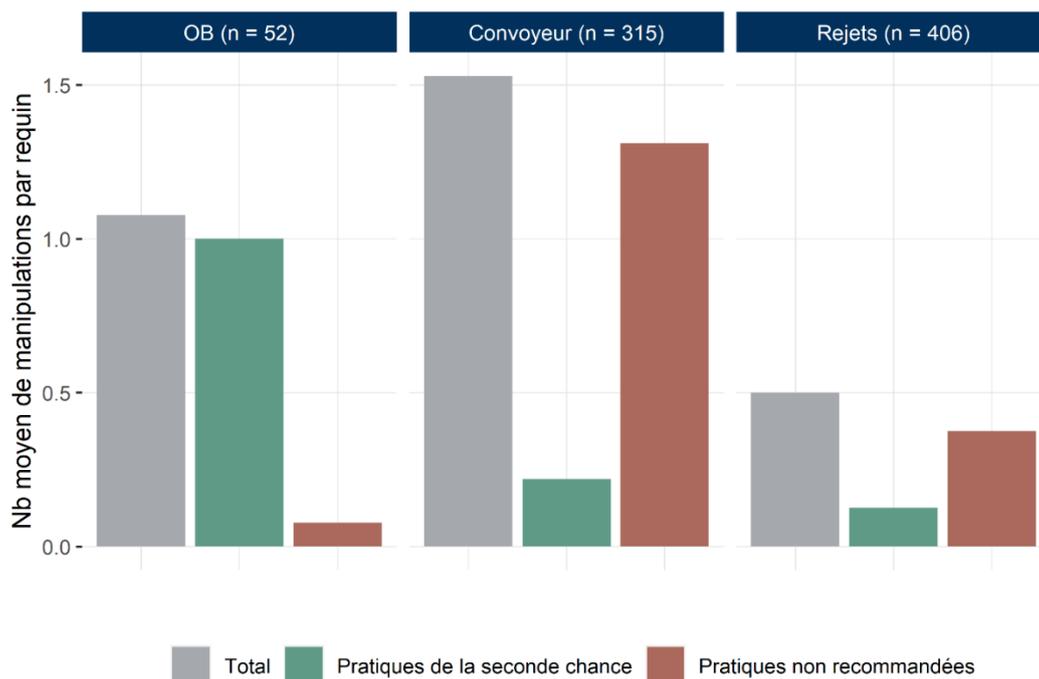
Caméra	Configuration ①	Configuration ②	Configuration ③
Rejets	0,121	1,000	0,854
Convoyeur	0,014	1,000	0,545

#### 4.5 Capacité de l'OE à suivre la remise à l'eau des requins dans le faux-pont

La comparaison des caméras n'étant pas envisageable dans le faux-pont puisqu'il n'est pas possible de faire le lien entre les requins observés sur les caméras *Convoyeur* et *Rejets*, une approche plus simple que pour le pont a été utilisée pour comparer les capacités des caméras à suivre les requins de leur arrivée dans le faux-pont à leur remise à l'eau.

Le nombre moyen de manipulations renseignées par l'observateur, ainsi que le nombre moyen de pratiques de la seconde chance (manipulations, utilisées dans le faux-pont, permettant d'améliorer la survie des requins lorsqu'ils n'ont pas pu être détectés sur le pont) et pratiques non recommandées (manipulations diminuant les chances de survie de l'individu) ont donc été calculés et comparés au nombre moyen de manipulations renseignées par l'observateur à bord.

Les résultats indiquent que la caméra *Convoyeur* permet de réaliser un suivi plus complet des manipulations utilisées par les équipages que la caméra *Rejets*. En moyenne, 1,53 manipulations sont observées par requin sur la caméra *Convoyeur* alors que la caméra *Rejets* ne permet en moyenne d'observer que 0,5 manipulations par individu (**Figure 22**). Cette différence entre les deux caméras peut s'expliquer par la capacité de la caméra *Convoyeur* à fournir des informations au moment où le requin est prélevé sur le convoyeur mais également lorsqu'il est transporté dans le faux-pont vers l'escalier menant au pont. En comparaison, l'observation des requins à la caméra *Rejets* ne permet d'observer les requins qu'au moment où ils sont placés sur le tapis de rejets, avec moins de catégories de techniques de manipulation possibles.



**Figure 22 : Nombre moyen de manipulations observées par requin et par caméra du faux-pont, toutes configurations de navires confondues.**

Il est également intéressant de noter que le nombre de pratiques observées à bord est sensiblement plus faible que le nombre de pratiques observées sur la caméra *Convoyeur* avec en moyenne 1,08 manipulations par individu. Cette différence peut s'expliquer par les différences de protocole entre les deux modes d'observation. En effet, les observateurs à bord ont pour instruction de suivre les *Bonnes Pratiques* uniquement pour les individus arrivés vivants à bord et pour lesquels les manipulations utilisées peuvent avoir un effet sur la survie des requins. Au cours des marées SIDE0, 69,3% des requins descendus dans le faux pont ont été considérés comme morts à leur arrivée par les observateurs à bord. A l'observation électronique, il n'est généralement pas possible d'évaluer l'état de santé des requins et la collecte des informations s'applique donc à la fois sur les requins arrivés vivants et morts à bord. Une partie des observations de pratiques non recommandées à l'OE pourrait donc concerner des requins arrivés morts à bord et pour lesquels l'équipage et l'observateur à bord ont jugé que le mode de remise à l'eau n'était pas important. Cette hypothèse est confirmée par le nombre moyen de pratiques non recommandées plus faible à l'OB qu'à l'OE.

Enfin, l'analyse par configuration permet de souligner des différences de performance des caméras selon leur placement et la configuration des navires (Tableau 26). Dans le cas de la caméra *Convoyeur* en effet, plus de pratiques peuvent être observées pour l'Avel Vad (configuration 1) que pour les deux autres configurations avec une moyenne 1,90 manipulations contre environ 1,2 manipulations par requin. Ces différences peuvent s'expliquer par les pratiques différentes de l'équipage de l'Avel Vad, qui prélève plus fréquemment les requins sur le convoyeur pour les remonter sur le pont, alors que les autres équipages privilégient une remise à l'eau depuis le tapis de rejets.

Dans le cas de la caméra *Rejets*, plus de pratiques peuvent être observées pour le Talenduc (configuration 3) que pour les deux autres configurations avec en moyenne 1,63 manipulations observées par requin. Cela peut s'expliquer par le fait que le Talenduc soit équipé d'un vide-déchet, le placement de la caméra permet donc de voir les requins être sortis du convoyeur puis manipulés jusqu'au vide-déchets (Figure 9). On peut également noter les plus faibles performances de la caméra *Rejets* de l'Avel Vad (configuration 1) qui pourraient s'expliquer par la vitesse du tapis, si celle-ci affecte la netteté des images.

**Tableau 26 : Nombre moyen de manipulations par requin du faux-pont et par caméra.**

Caméra	Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3
<b>Convoyeur</b>	1,90	1,23	1,27
<b>Rejets</b>	0,03	0,23	1,63

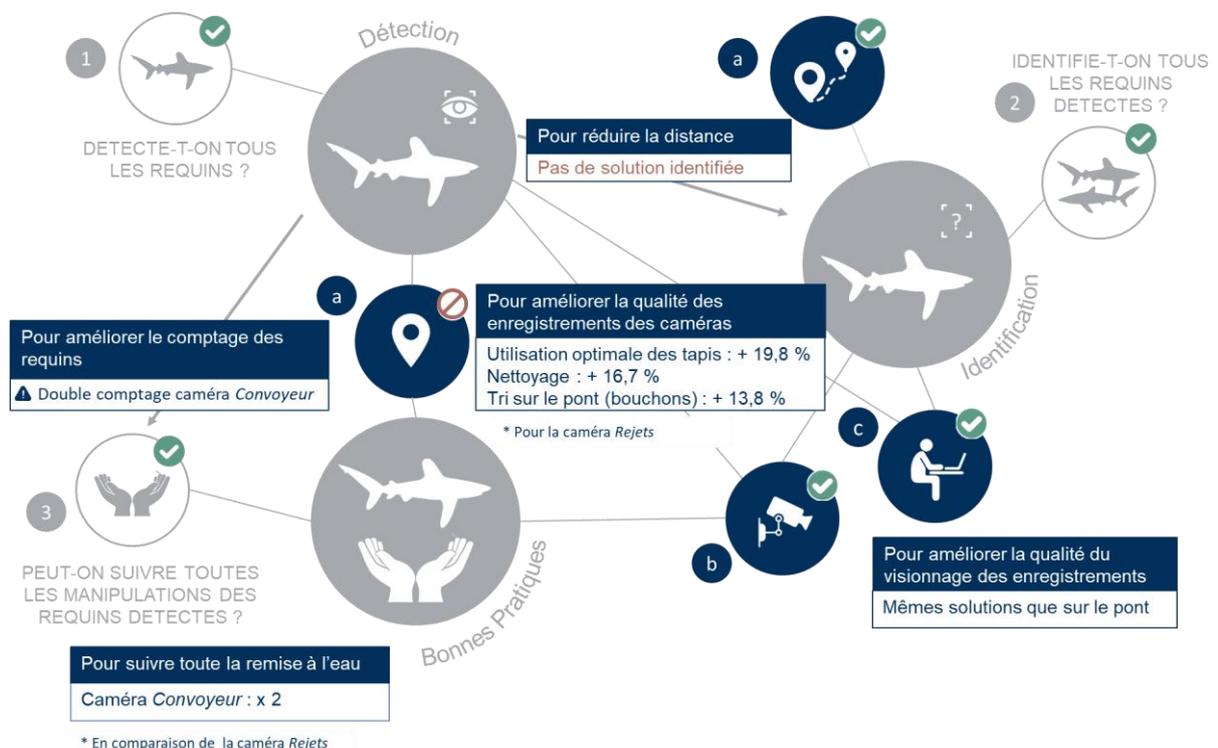
#### 4.6 Synthèse des résultats pour l'observation des requins dans le faux-pont

Dans l'ensemble, les résultats confirment que l'approche actuellement utilisée pour suivre les requins à l'OE dans le faux-pont est cohérente avec le placement et les performances des caméras *Rejets* et *Convoyeur*. Les principaux éléments à noter sont les suivants :

**Caméra *Rejets*** : permet de suivre la grande majorité des requins rejetés du faux-pont notamment sur les navires qui utilisent le tapis de rejets comme mode de libération principal. La performance de la caméra est cependant moins bonne pour l'Avel Vad (configuration 1) du fait de la vitesse du tapis.

**Caméra *Convoyeur*** : permet de suivre les requins sur le convoyeur avant qu'ils ne soient placés sur le tapis de rejets mais peut engendrer des doubles comptages de requins si elle est utilisée en complément de la caméra *Rejets*, du fait de l'absence de recouvrement entre le champ des deux caméras. La caméra *Convoyeur* permet en revanche un meilleur suivi de la remise à l'eau des requins, en particulier pour ceux qui sont prélevés sur le convoyeur pour être remis à l'eau depuis le pont. L'utilisation de la caméra *Convoyeur* doit donc être privilégiée pour le suivi des *Bonnes Pratiques*.

Au cours des analyses, d'autres difficultés ont été soulevées en lien avec le fonctionnement des caméras, la présence d'individus de trop grande taille sur le tapis générant des bouchons ou l'utilisation des tapis convoyeur et rejets (vitesse et blocage du tapis). Leur résolution permettrait également d'améliorer le suivi des requins à l'OE dans le faux-pont (Figure 23). On peut en particulier souligner que la bonne observation des requins dans le faux-pont est dépendante des pratiques de l'équipage et des performances des caméras sur le pont, un tri renforcé sur le pont combiné à une bonne performance des caméras du pont permettant de contourner les difficultés pour lesquelles il n'y aurait pas de solution dans le faux-pont.



**Figure 23 : Bilan des principaux questionnements abordés pour l'observation des requins dans le faux-pont et résultats obtenus.** Le gain d'observation pour chaque solution envisagée est fourni en comparaison de la caméra *Rejets*.

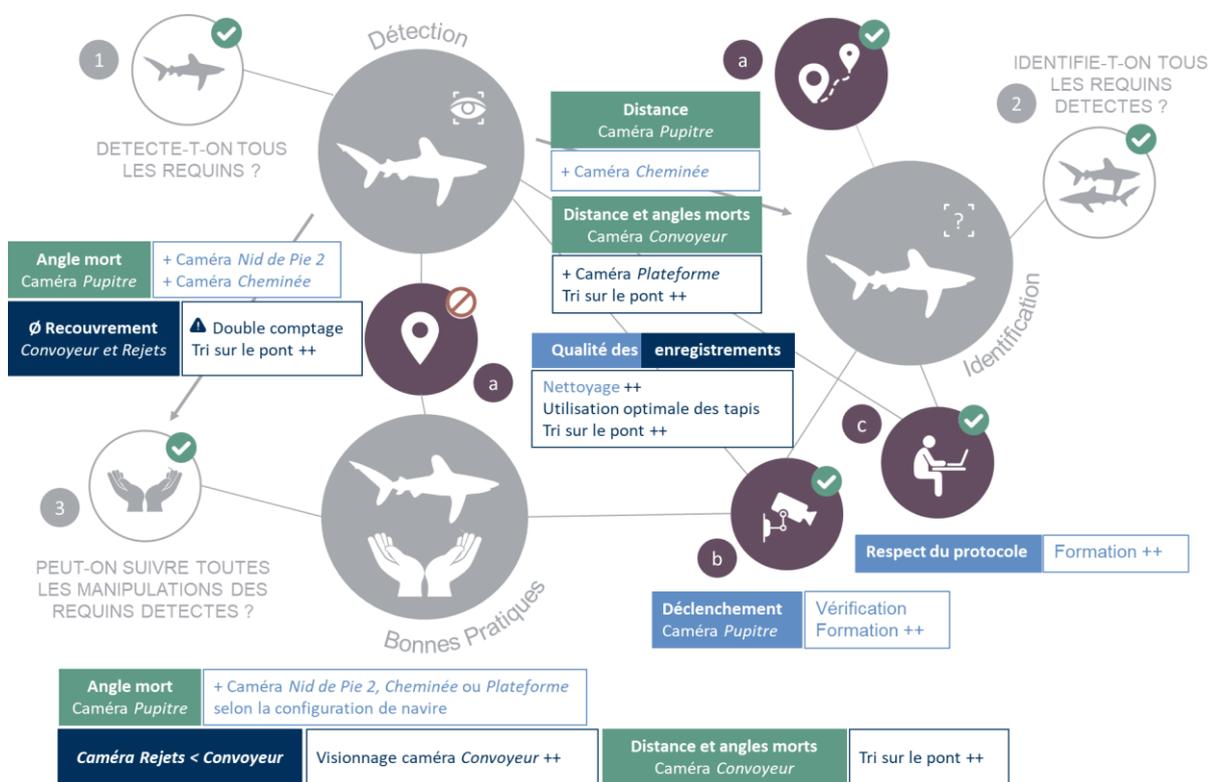
## **PARTIE 5**

**Recommandations pour une utilisation optimale de l'OE**

### 5.1 Des solutions envisagées à l'évaluation de leur faisabilité

L'analyse des informations collectées au cours des marées test du projet SIDEO a permis d'identifier des solutions pour améliorer le suivi des requins à l'Œil Électronique (Figure 24 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Chacune de ces solutions nécessite d'être évaluée en tenant compte :

- 1 du gain d'observation qu'elle pourrait apporter, en priorisant la collecte d'informations qui permettraient une fourniture d'information pour les besoins d'évaluation de l'état des stocks de requins dans l'Océan Indien (détection des requins et identification de l'espèce)
- 2 des contraintes de mise en œuvre de la solution envisagée, et notamment les contraintes techniques et les contraintes de coûts qui réduiraient la faisabilité d'une solution donnée.



**Figure 24 : Bilan des principales solutions proposées à l'issue des marées test du projet SIDEO.** Le diagnostic initial est présenté en vert (voir partie 2) et les solutions envisagées pour le pont (voir partie 3) et le faux-pont (voir partie 4) sont présentées en bleu clair et en bleu foncé.

Dans la dernière phase du projet SIDEO, les analyses réalisées à l'aide des données collectées pendant les marées test ont été présentées à l'armement CFTO, au fournisseur d'OE Thalos et à l'équipe de coordination de la composante OE du programme OCUP. Pour chacun de ces partenaires de l'OE, une liste de solutions potentielles à examiner a été préparée (voir Annexe 3) pour en évaluer la faisabilité et identifier les approches les plus pertinentes. Lorsque cela s'est avéré nécessaire, des analyses complémentaires ont été réalisées pour répondre aux questionnements soulevés par ces échanges.

Cette dernière section détaille le résultat de ces échanges et formule des recommandations pour une utilisation optimale de l'OE à court et moyen terme.

## 5.2 Recommandations pour un placement optimal des caméras

### 5.2.1 Recommandations pour une combinaison optimale de caméras sur le pont

L'analyse de la contribution individuelle des caméras du pont à l'observation des requins a indiqué que les caméras *Nid de Pie 2*, *Cheminée* et *Plateforme* pourraient toutes contribuer à une meilleure détection des requins sur le pont (voir [Partie 3](#)). Installer de nouvelles caméras ne peut néanmoins pas se faire sans tenir compte des contraintes suivantes, identifiées avec l'armement CFTO :

- ① l'acceptation de l'équipage d'une augmentation du nombre de caméras, l'ajout de caméras supplémentaires posant nécessairement des questions de droit à l'image
- ② le temps de maintenance lié à la multiplication des caméras, et notamment le temps à dédier au nettoyage des projections d'eau avant et pendant la calée
- ③ le volume des enregistrements, qui est contraint par la capacité des disques durs et pourrait être également contraint à l'avenir par des limites de flux de données lorsque les enregistrements seront transmis par satellite (solution en cours de développement par Thalos)
- ④ le temps de visionnage par les observateurs électroniques, qui augmente avec le nombre d'enregistrements à visionner d'autant que l'ergonomie de la version actuelle du logiciel OceanLive ne permet pas facilement de passer d'une caméra à l'autre pour observer plus précisément un requin

Il est donc nécessaire de raisonner en termes de compromis entre ce qu'apporte une combinaison de caméras donnée et les contraintes qu'elle engendre. En complément des analyses présentées dans la [Partie 3](#) pour chaque caméra du pont prise séparément, ce qu'apportent différentes combinaisons de caméras à la détection des requins a été évalué (Tableau 26).

**Tableau 27 : Combinaison de caméras testées pour le pont.** La liste initiale de combinaisons proposée par l'IRD et ORTHONGEL a été affinée avec l'aide de CFTO.

Combinaison proposée	Intérêt de la combinaison
Nid de Pie 1 + Pupitre	Combinaison actuelle, référence avant les tests du projet SIDE0
Actuelle + Nid de Pie 2	Combinaison OceanLive <sup>2</sup> proposée par CFTO et Thalos pour disposer d'un angle d'observation large sur le pont
Actuelle + Cheminée	Pour compenser l'angle mort à tribord de la caméra <i>Pupitre</i>
Actuelle + Plateforme	Pour suivre les requins remontés du faux-pont qui sont manqués à la caméra <i>Pupitre</i>
Actuelle + Nid de Pie 2 + Cheminée	Pour faciliter la détection des requins à la <i>Nid de Pie 2</i> puis identifier l'espèce en étant plus proche à la <i>Cheminée</i>
Actuelle - Pupitre + Plateforme + Nid de Pie 2 + Cheminée	Pour évaluer l'intérêt de déplacer la caméra <i>Pupitre</i> en position <i>Plateforme</i> , plus basse et plus proche, qui pourrait faciliter l'identification de l'espèce des requins remontés du faux-pont
Actuelle + Nid de Pie 2 + Plateforme + Cheminée	Pour évaluer de manière théorique l'intérêt de cette combinaison même si elle ne paraît pas réaliste sur le plan technique

Comme précédemment, les indicateurs issus de la matrice de confusion ont été utilisés pour comparer les différentes combinaisons de caméras proposées entre elles. Pour cette analyse, la capacité des caméras à compenser les éventuels problèmes techniques, opérationnels et de maintenance a été

prise en compte. Ainsi, pour une combinaison de caméras donnée, lorsqu'au moins une des caméras de la combinaison fonctionnait de façon optimale pendant une calée (ni absence d'enregistrement, ni retard au déclenchement, ni arrêts intempestifs), la calée a été incluse dans les analyses.

Les résultats indiquent que toutes les combinaisons avec au moins un ajout de caméra par rapport à la configuration actuelle contribuent à une meilleure détection des requins sur le pont (Tableau 28). Les résultats diffèrent selon les combinaisons testées avec au minimum + 41,5% de requins détectés par le simple ajout de la caméra *Plateforme* et au maximum + 52,8% de requins détectés si les caméras *Nid de Pie 2*, *Cheminée* et *Plateforme* sont toutes ajoutées à la configuration actuelle.

**Tableau 28 : Indicateurs de la capacité des différentes combinaisons de caméras à détecter tous les requins, tous navires confondus.**

Combinaison	Fausse Absence OB uniquement		Vraie Présence OB et OE		Fausse Présence OE uniquement		Total N
	N	%	N	%	N	%	
Actuelle	259	0,659	134	0,341	0	0	393
Actuelle + Nid de Pie 2	69	0,173	324	0,810	7	0,018	400
Actuelle + Cheminée	52	0,119	373	0,848	15	0,034	440
Actuelle + Plateforme	100	0,232	325	0,756	5	0,012	430
Actuelle + Nid de Pie 2 + Cheminée	43	0,097	382	0,862	18	0,040	443
Actuelle - Pupitre + Plateforme + Nid de Pie 2 + Cheminée	41	0,093	384	0,867	18	0,041	443
Actuelle + Nid de Pie 2 + Cheminée + Plateforme	39	0,088	386	0,869	19	0,043	444

Les résultats obtenus permettent par ailleurs de mieux rendre compte de l'intérêt limité d'ajouter un grand nombre de caméras sur le pont, le gain en détection des requins étant faible par exemple entre la configuration *Actuelle + Nid de Pie 2 + Cheminée* et la configuration utilisant toutes les caméras testées dans le cadre du projet SIDE0 (+ 0,7% de requins détectés). Plutôt que l'ajout d'un grand nombre de caméras, des approches complémentaires pourraient être pertinentes comme la manipulation des requins dans le champ des caméras (voir section 5.3.3), un nettoyage plus fréquent des caméras (voir section 5.3.2), un tri plus précis sur le pont (voir section 5.3.2) ou encore une montée en compétence des observateurs électroniques (voir section 5.4.2).

Ces résultats doivent cependant être nuancés en tenant compte de la configuration des navires, l'apport d'une caméra ou d'une combinaison de caméras donnée n'étant pas rigoureusement identique pour les combinaisons 1 à 3 (Tableau 29). Pour l'Avel Vad par exemple (configuration 1), l'ajout des caméras *Nid de Pie 2* et *Cheminée* permet certes d'améliorer la détection des requins mais les performances atteintes restent moins importantes que pour les navires des configurations 2 et 3 (71,7% de détection contre plus de 91% pour les deux autres configurations. Cela tient notamment au champ plus réduit de la caméra *Nid de pie 2* que pour les deux autres configurations (Figure 12, section 3.4.2) et à une caméra *Cheminée* moins performante (section 3.4.2). Enfin, le déplacement de la caméra *Pupitre* en position *Plateforme* apporterait un léger gain en détection des requins (+ 2,7%). Cette modification pourrait être considérée pour ce navire, car même si les bénéfices restent modérés, toute amélioration du relativement plus faible taux de détection des requins peut être intéressante.

**Tableau 29 : Taux de Vraies Présences de requins sur le pont pour les combinaisons de caméras les plus pertinentes, par configuration de navire.**

Combinaison	Configuration ①	Configuration ②	Configuration ③
Actuelle	0,541	0,318	0,248
Actuelle + Nid de Pie 2 + Cheminée	0,717	0,913	0,918
Actuelle - Pupitre + Plateforme + Nid de Pie 2 + Cheminée	0,744	0,913	0,913

### 5.2.2 Recommandations pour une combinaison optimale pont et faux-pont

Dans la **Partie 4**, l'apport potentiel de la caméra *Convoyeur* à la détection des requins a été évalué. Pour rappel, cette caméra, qui enregistre les opérations de mise en cuve du poisson n'est actuellement visionnée qu'en mode accéléré par les observateurs électroniques de BVLR (vitesse x5). Dans le cadre du projet SIDE0, un visionnage détaillé a été réalisé et comparé à la caméra *Rejets* et les résultats ont indiqué la possibilité de détecter 49,7 % des requins présents dans le faux-pont avec cette caméra.

L'utilisation de la caméra *Convoyeur* pour le dénombrement des requins pose cependant la question d'un potentiel risque de double comptage des requins du fait de l'absence de recouvrement entre le champ de la caméra *Convoyeur* et de la caméra *Rejets* (Figure 9 et 10). En effet, contrairement au pont, il n'est généralement pas possible d'établir le lien entre deux observations du même requin sur deux caméras distinctes. Un requin détecté sur le convoyeur a plusieurs devenir possibles selon qu'il est remis à l'eau à l'aide du tapis de rejets (détection à la caméra *Rejets*), remis à l'eau depuis le pont (détection par l'observateur électronique d'un marin transportant le requin jusqu'à l'escalier menant au pont) ou que le flux de poisson est trop intense pour retirer le requin du convoyeur (requin placé accidentellement en cuve détecté à la caméra *Convoyeur*). Afin d'éviter les doubles comptages de requins, il convient donc de faire les recommandations suivantes :

① **Pour** les requins remis à l'eau depuis le pont, l'observation se fait en toute logique avec les caméras du pont. On pourra recommander à l'observateur de regarder successivement les caméras les plus éloignées du pont (*Nid de pie 1, Nid de pie 2, Pupitre*) pour détecter le requin et suivre sa mise à l'eau puis celles plus proches (*Cheminée, Plateforme*) pour compléter les informations et notamment l'espèce

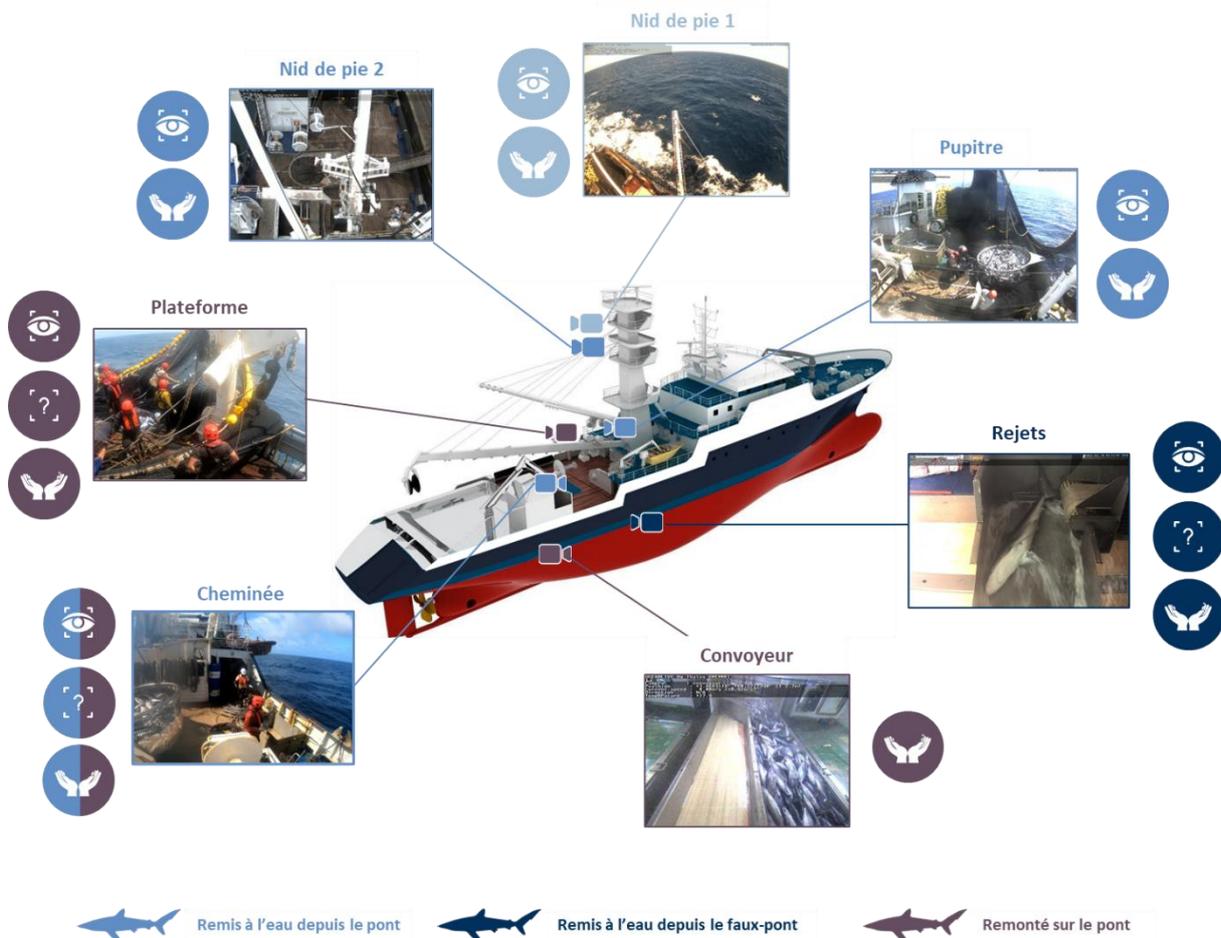
② **Pour** les requins descendus dans le faux-pont, comptabiliser uniquement les requins remis à l'eau depuis le faux-pont, c'est-à-dire uniquement ceux placés et détectés sur la caméra *Rejets* et n'utiliser la caméra *Convoyeur* que pour suivre la manipulation des requins par l'équipage, lorsque les manipulations utilisées sont détectables.

**Tableau 30 : Modes de remise à l'eau des espèces sensibles. Formulaire F.**

Mode de libération	Caméra d'observation
Depuis le pont	Caméras du pont
Depuis le tapis de rejet ou le vide déchets	Caméra <i>Rejets</i>
Remonté du faux-pont et rejeté depuis le pont	Remise à l'eau : caméras <i>Convoyeur</i> et <i>Rejets</i> Dénombrement et espèce : caméra <i>Rejets</i>

Cette approche signifie que l'optimisation des caméras du pont est clé également pour les requins descendus dans le faux-pont et remontés pour être mis à l'eau sur le pont. Il est essentiel pour ces individus qu'ils soient visibles dans le champ des caméras du pont et cela peut nécessiter d'ajuster les pratiques des équipages (voir section 5.3.3).

D'autre part, ces recommandations ainsi que les choix techniques qui seront réalisés à l'issue du projet SIDE0 modifieront nécessairement le protocole des observateurs électroniques. La Figure 25 résume les recommandations qui peuvent être formulées dans le cas général. Ces recommandations devront être adaptées à la configuration des navires et aux pratiques de leurs équipages et il sera nécessaire de s'assurer du bon niveau d'information des observateurs électroniques (voir section 5.4.2).



**Figure 25 : Recommandations pour une combinaison optimale de caméras sur le pont et dans le faux-pont et informations à collecter pour chaque devenir possible d'un requin.** La caméra *Plateforme* est proposée en alternative de placement à la caméra *Pupitre* pour le navire de la configuration 1 uniquement. La caméra *Nid de pie 1* est proposée principalement pour le suivi du virage du filet mais elle peut contribuer au suivi sur le pont au cours des étapes suivantes de la calée.

### 5.3 Recommandations pour des enregistrements de l'OE de qualité optimale

#### 5.3.1 Recommandations pour un paramétrage optimal des caméras

##### Déclenchement des caméras

Lors de l'analyse du fonctionnement des caméras (voir sections 3.3 et 4.2), des retards au déclenchement et des arrêts intempestifs ont été signalés pour les caméras OceanLive<sup>2</sup>. Dans le cas des déclenchements tardifs, des questions se sont posées sur ces signalements pour les caméras *Nid de pie 2* et *Pupitre* avec des doutes sur l'interprétation faite par les observateurs électroniques.

En théorie, ces caméras devraient se déclencher simultanément sur la base de la vitesse du navire (ralentissement en fin de virage du filet, Tableau 31) et de l'heure (uniquement de jour). Elles devraient donc permettre d'observer le début du virage du filet (Figure 6), afin de détecter les requins maillés dans la senne. Cependant, les échanges entre les partenaires du projet SIDEO ont indiqué des perceptions différentes de ce qui devraient être considéré comme un déclenchement tardif des caméras et de la qualification de ces déclenchements retardés en dysfonctionnements. Même si l'observation des requins pendant le virage est importante, la décision a donc été prise de corriger les déclenchements tardifs signalés par les observateurs électroniques lorsque la première salabarde était observable sur la caméra *Pupitre* ou la caméra *Nid de pie 2*, afin de ne pas supprimer un nombre trop important de calées des analyses (section 3.3, Tableau 12).

**Tableau 31 : Modalités de déclenchement des caméras OceanLive**

Caméra	Modalité de déclenchement
Nid de pie 1	Du lever au coucher du jour
Toutes les autres caméras OceanLive	Vitesse < 4 kn pendant plus de 30 minutes

Cette approche répond cependant à un besoin ponctuel dans le cadre du projet SIDEO et la question des déclenchements tardifs nécessite d'être investiguée plus en détail à l'issue du projet. En effet, les signalements de déclenchements tardifs des caméras *Nid de pie 2* et *Pupitre* pour respectivement 16,0% et 43,8% des calées semblent correspondre à de réels cas de retard de déclenchement des caméras, c'est-à-dire pour lesquels au moins la première salabarde n'a pas pu être observée (voir section 3.3). A ce stade, les réflexions menées dans le projet SIDEO ne permettent pas d'apporter un diagnostic complet mais les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- ① une analyse complémentaire est nécessaire pour évaluer la part de requins qui pourraient être manqués si la caméra n'enregistre qu'à partir du salabardage.
- ② un travail sur la configuration des déclencheurs des caméras pourrait être utile, de manière à garantir de ne manquer aucun requin sur le pont, quelle que soit la fréquence de présence de requins maillés avant le salabardage, surtout pour les espèces de requins les plus rares où l'exhaustivité de la donnée est clé pour les évaluations de stock.
- ③ pendant la marée, une vérification du bon déclenchement des caméras pourrait être effectuée à bord, afin d'informer au plus vite l'armement et le fournisseur d'OE Thalos en cas de difficulté.
- ④ la formation des observateurs électroniques mérite d'être renforcée sur ce point, afin de lever les doutes sur les interprétations des retards au déclenchement signalés.

### Synchronisation des heures sur les caméras

L'heure n'est pas synchronisée entre toutes les caméras OceanLive<sup>2</sup>. Cette absence de synchronisation rend plus complexe l'analyse des enregistrements de l'OE et notamment le passage d'une caméra à une autre pour s'assurer d'identifier correctement l'espèce d'un requin ou de suivre intégralement la séquence de manipulations utilisées pour le remettre à l'eau.

Dans le cadre du projet SIDE0, afin de pallier cette difficulté, à laquelle s'est ajoutée l'utilisation de caméras GoPro dont les enregistrements n'étaient pas visionnables directement dans le logiciel OceanLive, il a été demandé aux observateurs électroniques de visionner salabarde par salabarde la séquence de caméras *Nid de pie 1 – Nid de pie 2 – Pupitre – Cheminée – Plateforme* sur le pont. Cette technique a été utilisée pour s'assurer d'observer le même requin d'une caméra à l'autre, l'utilisation de l'heure fournie par les différentes caméras n'étant pas possible du fait de l'absence de synchronicité entre caméras.

Cette particularité du protocole a considérablement allongé le temps de visionnage des enregistrements et a dans certains cas de figure engendré des problèmes de compréhension et de respect du protocole qui ont nécessité un second visionnage et retardé l'analyse des données. Il est important par la suite que les caméras soient synchronisées, d'autant plus si de nouvelles caméras sont ajoutées sur le pont pour afin de faciliter l'analyse des enregistrements.

### Paramétrage des caméras

Au cours des marées test, les caméras *Cheminée* et *Plateforme* ont montré de meilleures performances que les caméras OceanLive<sup>2</sup> pour l'identification de l'espèce des requins (voir section 3.5.2). Cela tient à leur placement, plus proche des zones de manipulation des requins sur le pont mais également à la haute résolution des images de ces caméras (Tableau 32) qui permet de zoomer sur l'image pour identifier le requin sans en perdre la qualité.

**Tableau 32 : Paramétrage des caméras OceanLive et GoPro**

Type de caméra	Résolution	Images / s
OceanLive	1024 x 768	2 i/s
GoPro	1440 x 1080	24 i/s

Comme pour l'ajout de caméras, l'augmentation de la résolution des images des caméras peut poser des difficultés de stockage ou de transmission des enregistrements, du fait de leur volume plus important. L'utilisation de caméras paramétrées en Full HD comme dans le cadre du projet SIDE0 n'est donc pas nécessairement envisageable et il convient de s'assurer si les caméras *Cheminée* et *Plateforme* ont permis de mieux identifier l'espèce des requins du fait de leur positionnement ou du fait de la résolution de l'image.

A titre d'exemple, la Figure 26 montre la qualité de détection que l'on pourrait obtenir en utilisant la résolution actuelle OceanLive<sup>2</sup> en comparaison de la résolution Full HD utilisée dans le cadre du projet SIDE0 (résolution d'image réduite de 25%). Si les requins restent détectables, on note en dehors de toute difficulté éventuelle de projection d'eau ou de saturation un risque de perte en identification de l'espèce des requins. Si la caméra *Cheminée* devait être installée à l'avenir, il serait préférable qu'elle soit configurée avec la meilleure résolution possible.



Figure 26 : Exemple d'un requin détecté sur les caméras Cheminée et Plateforme de l'Avel Vad (configuration 1). La qualité de l'image des GoPro (en haut) a été dégradée pour simuler une image de résolution similaire aux caméras OceanLive2 (en bas).

5.3.2 Recommandations pour la maintenance des caméras et des équipements à bord

Avant la réalisation des marées en double observation, les équipages ont été rencontrés pour discuter les objectifs du projet, le placement des caméras GoPro et le travail qui serait réalisé par les observateurs à bord et les observateurs électroniques. Pour améliorer la collecte des données, les consignes suivantes ont été données aux équipages :

- ① renforcer la vérification de la propreté des caméras et le nettoyage des projections d'eau, afin de garantir une qualité d'image de la meilleure qualité possible
- ② renforcer le tri des requins sur le pont, afin d'améliorer la survie des individus comme recommandé dans le cadre des Bonnes Pratiques, mais également afin de réduire les risques de double comptage entre le pont et le faux-pont et les éventuels bouchons sur les tapis de rejets.

Nettoyage des caméras

En complément des problèmes techniques, opérationnels et de maintenance, les observateurs électroniques ont indiqué en début de visionnage de la calée si les caméras avaient été nettoyées avant la calée par l'équipage (caméras OceanLive<sup>2</sup>) ou par l'observateur à bord (caméras GoPro). Dans l'ensemble, les caméras OceanLive<sup>2</sup> ont été nettoyées avant la calée par les équipages, avec cependant quelques défauts de nettoyage à bord du Talenduic sur le pont et à bord du Trévignon dans le faux-pont (Tableau 33). De façon plus surprenante, le nettoyage des caméras GoPro aurait parfois mérité d'être renforcé, bien que cette tâche ait été confiée aux observateurs à bord.

**Tableau 33 : Proportion de calées pour lesquelles l'observateur électronique a constaté un nettoyage de la caméra avant la calée.** Le nettoyage de caméras était confié à l'équipage pour les caméras OceanLive<sup>2</sup> et à l'observateur à bord pour les caméras GoPro.

Caméra	Configuration ①	Configuration ②		Configuration ③
	Avel Vad	Drennec	Trévignon	Talenduic
Nid de pie 1	0,983	1,000	1,000	0,783
Nid de pie 2	1,000	1,000	1,000	0,400
Pupitre	0,967	1,000	1,000	0,600
Cheminée	0,982	1,000	0,500	0,980
Plateforme	0,982	1,000	0,750	0,980
Convoyeur	0,962	0,909	0,000	0,776
Rejets	0,962	1,000	0,000	0,714

Même si le nettoyage des caméras a été fréquemment été réalisé en début de calée, l'analyse des données collectées par les observateurs électroniques indique des difficultés récurrentes de projections d'eau en cours de calée. Les recommandations suivantes peuvent être formulées pour s'assurer en continu de la qualité des enregistrements de l'OE :

- ① une vérification quotidienne de la propreté des caméras est nécessaire
- ② des alertes automatiques caméras sales à terre et à bord pourraient contribuer à renforcer le nettoyage des caméras. Elles sont en cours de développement par Thalos.

### 5.3.3 Recommandations pour la manipulation des requins par l'équipage

Même avec l'ajout de nouvelles caméras sur le pont, des problématiques d'angles morts ou de caméras distantes des zones de manipulation pourront persister sur le pont. Une approche possible pour pallier ces difficultés serait de recommander à l'équipage de privilégier la remise à l'eau côté tribord sur le pont, dans le champ de la caméra *Cheminée* si celle-ci est installée. Cela permettrait à la fois d'améliorer la détection et l'identification des requins remis à l'eau depuis le pont. Néanmoins, dans le cas des requins remontés du faux-pont pour être rejetés depuis le pont, cela pourrait demander des changements de pratiques importants pour l'équipage, qui rejette la plupart du temps les requins remontés du faux-pont à bâbord. Plus de distance serait à parcourir sur le pont, dans une zone généralement encombrée. Cette recommandation est donc à discuter avec les équipages et à adapter en fonction de sa praticité.

Dans le cas du faux-pont, les résultats indiquent qu'un tri renforcé sur le pont permettrait d'éviter diverses difficultés dans le faux-pont comme la formation de bouchons sur le convoyeur et le tapis de rejets du fait de la présence de grands individus bloquant le flux de poisson ou comme la difficulté à observer les manipulations des requins à l'arrière du champ de la caméra *Convoyeur*. Bien que les plus petits requins ne soient pas nécessairement détectés dans la salabarde avant d'être déversés dans la goulotte menant au faux-pont (Wain and Maufroy, 2023), cela permettrait à la fois une meilleure détection des requins en utilisant les caméras du pont plutôt que celles du faux-pont et une amélioration des chances de survie des requins remontés à bord (Poisson et al., 2012). Un travail de formation continue des équipages aux Bonnes Pratiques est actuellement mené en routine par ORTHONGEL, il pourrait être l'occasion de discuter ces recommandations avec les équipages.

## 5.4 Recommandations pour une analyse optimale des enregistrements de l'OE

### 5.4.1 Recommandations pour l'ergonomie du logiciel

Détecter et identifier les requins nécessite de pouvoir passer simplement des enregistrements d'une caméra donnée à une autre. Le visionnage des enregistrements du projet SIDE0 a permis de souligner des besoins d'amélioration de l'ergonomie du logiciel OceanLive :

- 1 la synchronisation des heures sur les caméras (voir 5.3.1) qui faciliterait le suivi d'un requin d'une caméra à une autre et notamment de la détection du requin de son arrivée à bord à sa remise à l'eau sur le pont
- 2 une amélioration de la capacité à naviguer sur le chronogramme d'une marée, de manière à pouvoir retrouver plus facilement un requin détecté à une heure donnée sur une caméra sur les autres caméras
- 3 une amélioration de la capacité à passer d'une caméra à une autre en conservant la même heure d'observation, le passage d'une caméra à une autre ne permettant pas de rester à la même heure dans la version actuelle du logiciel

### 5.4.2 Recommandations pour la formation des observateurs électroniques

En septembre 2022, pour répondre aux difficultés de recrutement des observateurs électroniques dans le cadre du programme OCUP, des observateurs à bord du programme ont été formés à l'observation électronique pour les besoins d'OCUP et de SIDE0. Ces observateurs nouvellement formés se sont vu confier le visionnage des marées test du projet SIDE0 pour leur première marée d'observation pour ne pas retarder le déroulement du projet. La prise en main de l'OE et de son

protocole est évidemment complexe et le protocole du projet SIDE0 avec ses multiples caméras n'a pas simplifié cette prise en main.

Comme indiqué précédemment, des difficultés de compréhension et d'application du protocole ont donc été rencontrées au cours du projet et un second visionnage des enregistrements de l'OE du pont a été nécessaire pour collecter des données permettant de comparer les performances des caméras entre elles. Ces difficultés donnent cependant une opportunité de comparer les résultats obtenus par deux observateurs visionnant les mêmes enregistrements (Tableau 34). Les résultats indiquent des différences parfois importantes dans le nombre de requins comptabilisés par les observateurs électroniques pour le même visionnage, qui pourraient s'expliquer par de multiples raisons : la compréhension du protocole par les observateurs électroniques, leur prise en main des outils de l'OE ou encore leur capacité à détecter les requins et à ne pas les confondre avec d'autres espèces.

**Tableau 34 : Comparaison du nombre de requins observés entre les deux visionnages des caméras du pont**

Marée	Avel Vad marée 2		Drennec		Talenduc marée 1		Talenduc marée 2	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Obs. OE	YE	GW	FK	HT	FK	FK	FK	IK
Nid de pie 1	3	5	0		3	6	1	0
Nid de pie 2	NA	72	75	74	161	204	112	93
Pupitre	82	78	10	14	27	61	25	16
Cheminée	105	102	56	54	199	200	131	132
Plateforme	106	103	6	5	154	184	114	117

Ces résultats soulignent la nécessité d'apporter aux observateurs électroniques une formation continue qui pourrait s'appuyer sur plusieurs outils :

① des échanges en temps réel avec l'équipe d'observateurs électroniques et l'équipe de coordination et les partenaires scientifiques du programme OCUP et de sa composante Œil Électronique. Ces échanges informels permettraient de répondre rapidement aux questionnements des observateurs électroniques afin d'éviter des problèmes d'interprétation et d'application du protocole comme rencontré pendant le projet SIDE0

② des débriefings des observateurs électroniques, selon un rythme adapté à l'OE et une vérification systématique de la qualité de la donnée collectée et du respect du protocole. Cette approche est en cours de développement dans le cadre du programme OCUP – OE

③ une évaluation annuelle des besoins en formation complémentaire pour les observateurs électroniques qui pourrait s'appuyer sur un test commun entre les observateurs électroniques.

Ce test pourrait prendre la forme suivante :

- 10 calées seraient sélectionnées et analysées par les partenaires du programme OCUP – OE
- chaque observateur électronique visionnerait les calées et le résultat serait comparé à celui obtenu par les partenaires du programme OCUP – OE ainsi qu'aux autres observateurs.

Cette approche permettrait d'apporter un complément de formation personnalisé pour chaque observateur et d'évaluer la précision de la donnée collectée par l'équipe d'observateurs électroniques dans son ensemble.



## Références bibliographiques

- Briand, K., Bonnieux, A., Dantec, W.L., Couls, S.L., Bach, P., Maufroy, A., Relot-Stirnemann, A., Sabarros, P.S., 2018. Comparing electronic monitoring system with observer data for estimating non-target species and discards on French tropical tuna purse seine vessels. [https://www.iccat.int/en/pubs\\_CVSP.html](https://www.iccat.int/en/pubs_CVSP.html), Collect. Vol. Sci.Pap. ICCAT 74, 3813–3831.
- Briand, Karine, Sabarros, P., Maufroy, A., Relot-Stirnemann, A., Couls, S., Goujon, M., Bach, P., 2018. Improving the sampling protocol of electronic and human observations of the tropical tuna purse seine fishery discards.
- Emery, T., Noriega, R., Williams, A., Larcombe, J., Nicol, S., Williams, P., Smith, N., Pilling, G., Hosken, M., Brouwer, S., Tremblay-Boyer, L., Peatman, T., 2018. The use of electronic monitoring within tuna longline fisheries: implications for international data collection, analysis and reporting. *Rev. Fish Biol. Fish.* <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9533-2>
- Forget, F., Muir, J., Hutchinson, M., Itano, D., Sancristobal, I., Leroy, B., Filmlalter, J., Martinez, U., Holland, K., Restrepo, V., Dagorn, L., 2021. Quantifying the accuracy of shark bycatch estimations in tuna purse seine fisheries. *Ocean Coast. Manag.* 210, 105637. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105637>
- Goujon, M., Maufroy, A., Relot-Stirnemann, A., Moec, E., Bach, P., Cauquil, P., Sabarros, P., 2017. Collecting data onboard French and Italian tropical tuna purse seiners with common observers: results of ORTHONGEL's voluntary program OCUP (2013-2017) in the Indian Ocean (No. IOTC-2017-WPDCS13-22\_Rev1).
- Maufroy, A., Bonnieux, A., Denoize, A., Godefroy, R., Goujon, M., Lebranchu, J., Le Couls, S., Moëlo, P., Pinault, L., Querné, B., Wain, G., Yon, A., Briand, K., 2021. Developing Electronic Monitoring System (EMS) standards to collect scientific data: learning from experience with French and associated fleets of the Indian Ocean (No. IOTC-WGEMS-06).
- Monteagudo, J.P., Legorburu, G., Justel-Rubio, A., Restrepo, V., 2015. Preliminary Study About the Suitability of an Electronic Monitoring System to Record Scientific and Other Information From the Tropical Tuna Purse Seine Fishery. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 71, 440–459.
- Piasente, M., Stanley, B., Timmiss, T., McElderry, H., Pria, M.J., Dyas, M., 2012. Electronic onboard monitoring pilot project for the eastern tuna and billfish fishery (Australian Fisheries Management Authority, No. 48), FRDC Project. Fisheries Research and Development Corporation.
- Poisson, F., Vernet, A.-L., Séret, B., Dagorn, L., 2012. Good practices to reduce the mortality of sharks and rays caught incidentally by the tropical tuna purse seiners.
- Ruiz, J., Krug, I., Gonzales, O., Gomez, G., Urrutia, X., 2015. Electronic Eye: Electronic Monitoring Trial on a Tropical Tuna Purse Seiner in the Atlantic Ocean | Bycatch Management Information System (BMIS). [http://www.iccat.es/Documents/CVSP/CV071\\_2015/n\\_1/CV071010476.pdf](http://www.iccat.es/Documents/CVSP/CV071_2015/n_1/CV071010476.pdf).
- Sabarros, P.S., 2020. Manuel à l'usage des observateurs embarqués à bords des thoniers senneurs tropicaux: Instruction pour la collecte de données (No. Version 2.1). IRD, Sète, France.
- Ting, K.M., 2017. Confusion Matrix, in: Sammut, C., Webb, G.I. (Eds.), *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*. Springer US, Boston, MA, pp. 260–260. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7687-1\\_50](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7687-1_50)
- Wain, G., Maufroy, A., 2023. An update on Best Practices onboard French tropical tuna purse seiners of the Atlantic Ocean (No. SCRS/2023/077).
- Wain, G., Maufroy, A., Goujon, M., 2022. An update on Best Practices onboard French and Italian tropical tuna purse seiners of the Atlantic and Indian Oceans : outcomes and ongoing projects (No. IOTC-2022-WPEB18-23).
- Yon, A., Wain, G., 2021. Protocole Oeil Electronique v 2.0. BVLR.

## Ateliers avec les marins et les partenaires de l'OE

Date	Objet de l'atelier	Participants
14/12/21	Lancement du projet SIDEO	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
12/01/22	Etat des lieux	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
08/02/22	Solutions à tester	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
12/04/22	Choix des caméras	ORTHONGEL, CFTO, Thalos
15/04/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage du Trévignon
02/05/22	Recrutement des observateurs OE	ORTHONGEL, BVLR, CFTO
03/05/22	Comité de pilotage	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
23/05/22	Formation des observateurs à bord	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
24/05/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage de l'Avel Vad
24/05/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage du Talenduic
31/05/22	Formation des observateurs à bord	ORTHONGEL, BVLR
16/06/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage du Drennec
20/07/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage de l'Avel Vad
20/07/22	Analyse des données collectées	ORTHONGEL, IRD, CFTO
22/07/22	Atelier avec les marins	ORTHONGEL, CFTO, équipage du Talenduic
02/08/22	Comité de pilotage	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
01/09/22	Formation des observateurs OE	ORTHONGEL, BVLR
05/10/22	Debriefing des observateurs OE	ORTHONGEL, IRD, BVLR
23/01/23	Analyse des données collectées	ORTHONGEL, IRD, CFTO
03/04/23	Formation des observateurs OE	ORTHONGEL, IRD, CFTO
30/05/23	Atelier recommandations	ORTHONGEL, IRD, BVLR, CFTO, Thalos
19/06/23	Rédaction du rapport	ORTHONGEL, IRD, CFTO
27/06/23	Bilans financier	ORTHONGEL, CFTO

### Publication scientifique de rang A

Une publication de rang A est en cours de rédaction et sera soumise en septembre 2023.

#### **Optimizing electronic monitoring systems configuration of tropical tuna purse seiners to improve the observations of sharks observation in the Indian Ocean.**

Karine Briand<sup>1,2,\*</sup>, Alexandra Maufroy<sup>3</sup>, Gwenaelle Wain<sup>3</sup>, Antoine Duparc<sup>1,2</sup>, Philippe S. Sabarros<sup>1,2</sup>, Antoine Bonnieux<sup>4</sup>, Sarah Le Couls<sup>4</sup>, Julien Lebranchu<sup>1,5</sup>

#### **Abstract**

Monitoring oceanic sharks bycaught by tuna purse seiners is of major importance for an appropriate assessment and management of these sensitive species. Electronic monitoring system (EMS) offers an opportunity to complement onboard observation for shark's species monitoring, provided that cameras are well configured to count and identify individuals on the deck. This study is evaluating the sharks' observation gain of new cameras placed at strategic places (Funnel, Platform, Crow's nest 2) onboard 4 equipped vessels with 3 different configurations. Six mixed trips were performed and EM shark's data were compared to on board observation to evaluate camera performance and their benefit to the initial EMS configuration (Desk camera, Crow's nest 1). Results shows that each additional camera increases shark's observation compared the Desk camera. The Funnel camera was found the best camera in terms of counting and identifying the individuals at species level for all vessel configurations. The Crow's nest 2 significantly increase observation of sharks on deck but is not able to identify species due to the distance. The Platform camera efficiency varies with vessel configuration and seems less powerful in terms of shark observation as it is located on the port side of the vessel where less sharks are released. The final analysis shows that one ideal option for optimizing sharks counting and identification on the upper deck would be to add both Crow's nest 2 and Funnel cameras to the Desk camera with a higher resolution.

#### **Keywords**

Electronic monitoring system | Tuna purse seine fishery | Observation program | Bycatch | Sharks estimates |

#### **Contents**

1. Introduction
2. Material and methods
  - 2.1 Camera configuration and overview of discarding areas
  - 2.2 Mixed fishing trips and observation protocols
  - 2.3 Comparison between EMS and onboard shark observation data
    - 2.3.1 Evaluation of EMS quality for counting sharks
    - 2.3.2 Evaluation of EMS quality for shark species identification
3. Results
  - 3.1 Cameras performance for the detection of sharks on the upper deck
    - 3.1.1 Performance of cameras for counting sharks
    - 3.1.2 Influence of vessel configuration
  - 3.2 Cameras performance to identify sharks on the upper deck
    - 3.2.1 Performance of cameras for identifying sharks
    - 3.2.2 *Influence of vessel configuration*
  - 3.3 Best combination of cameras for the observation of sharks
4. Discussion

### Communications orales

#### A la CTOI

Les objectifs du projet SIDE0 ont été présentés au Groupe de Travail sur la Collecte des Données et les Statistiques de la Commission Thonière de l'Océan Indien novembre 2021.

Maufroy, A., Bonnieux, A., Denoize, A., Godefroy, R., Goujon, M., Lebranchu, J., Le Couls, S., *et al.* 2021. Developing Electronic Monitoring System (EMS) standards to collect scientific data : learning from experience with French and associated fleets of the Indian Ocean. IOTC-WGEMS-06.

Les résultats du projet seront présentés à ce groupe de travail en novembre 2023.

#### Au groupe de travail de coordination de l'observation des thoniers senneurs tropicaux de l'UE

Les résultats préliminaires ont par ailleurs été présentés aux partenaires scientifiques et à la DG Mare durant le RCG-LP Purse seine observers coordination ISSG en avril 2023 à San Sebastian.

Briand and Maufroy, 2023. EMS for French and Italian purse seiners of the Indian Ocean: OCUP, SIRCEO and SIDE0. PS observers coordination meeting, 27-28 April 2023.

## LES QUESTIONS POUR THALOS

- Quelles solutions aux problèmes techniques ? (absence enregistrements, déclenchement tardifs, arrêt intempestifs)
- Possibilité d'installer une caméra plus proche du lieu de remise à l'eau des requins pour l'identification des individus ? (de préférence côté tribord)
- Possibilité d'avoir une bonne résolution pour cette caméra proche ? → faire des tests pour trouver le meilleur compromis distance/reconnaissance à l'espèce/volume de données
- Possibilité de couvrir la zone de remontée des requins du faux pont sur le pont ?
- Possibilité d'améliorer la configuration dans le faux-pont ? Par exemple, avoir une vue la plus étendue sur le convoyeur dans le faux pont pour savoir la destinée du requin ( tapis rejet, remonté sur le pont, cuve) et éviter les doubles comptages
- Possibilité d'améliorer l'ergonomie du logiciel et de synchroniser les caméras pour passer facilement d'une caméra à l'autre ? Pour suivre un individu afin de la reconnaître à l'espèce avec une autre caméra et suivre l'ensemble des bonnes pratiques



## LES QUESTIONS POUR BVLR et les observateurs électroniques

- Comment faire monter en compétence les observateurs ?
  - OB habitués au logiciel, habitués au protocole et à l'identification des requins
  - Débriefings
  - Formation continue au protocole
  - ...
- Comment contribuer ensemble à améliorer le protocole ?
  - Ordre de visualisation des caméras
  - Améliorations des formulaires (champ manquant « absence enregistrement », ID requin, ID salabarde, etc) → impact sur temps d'analyse
  - ...



## LES QUESTIONS POUR CFTO et les marins

- Comment contribuer à la qualité des vidéos ?
  - Repositionner caméras
  - Nettoyer les caméras
  - Lumière
  - Obstruction du champ
  - Meilleur tri pour éviter les bouchons
  - Tri sur le pont pour faciliter le suivi (que deux caméras, plus d'angles mort, double comptage dans le faux pont) et éviter les bouchons sur le tapis
  - Connaissance des installations et des analyses pour faire passer les requins remontés du faux pont vers une caméra du pont proche qui puisse les identifier (caméra cheminée côté tribord de préférence)
  - ...



FIGURE 1 : TAUX DE COUVERTURE DES NAVIRES FRANÇAIS DE LA CFTO DANS L’OCEAN INDIEN PAR PROGRAMME D’OBSERVATION SCIENTIFIQUE (2013-2022) .....	5
FIGURE 2 : SCHEMA D’INSTALLATION DES CAMERAS A BORD DES THONIERSENNEURS DE LA CFTO SUR LE PONT (CAMERAS EXTERIEURES EN BLEU FONCE) ET DANS LE FAUX PONT (CAMERAS INTERIEURES EN BLEU CLAIR). DES EXEMPLES DE VUES ASSOCIEES A CHACUNE DES CAMERAS SONT PRESENTES AVEC LEUR ROLE RESPECTIF DANS LE SUIVI DE L’OBSERVATION ELECTRONIQUE. SUR LE PONT, LES CAMERAS <i>NID DE PIE 2</i> ET <i>PLAGE AVANT</i> AJOUTEES DANS LA CONFIGURATION <i>OCEANLIVE<sup>2</sup></i> SONT PRESENTES AVEC UN ASTERISQUE.....	6
FIGURE 3 : SCHEMA GENERAL DE FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME OCUP – OE .....	7
FIGURE 4 : SYNTHESE DES QUESTIONNEMENTS ABORDES DANS LE CADRE DU PROJET SIDE0. OBJECTIFS POUR L’AMELIORATION DE L’OBSERVATION DES REQUINS A L’OE (1-2-3) ET FACTEURS AFFECTANT LA CAPACITE A OBSERVER LES REQUINS (A-B-C).....	9
FIGURE 5 : CALENDRIER DE REALISATION DU PROJET SIDE0 (DECEMBRE 2021 – JUIN 2023). DES DIFFICULTES AYANT ETE RENCONTREES LORS DE L’ANALYSE DES ENREGISTREMENTS DE L’OE, LE CALENDRIER INITIAL DE REALISATION DU PROJET (DECEMBRE 2021 – AVRIL 2023) A ETE ALLONGE DE DEUX MOIS.....	10
FIGURE 6 : DEROULEMENT D’UNE CALEE ET CAMERA D’OBSERVATION. LES CAMERAS DU PONT SONT PRESENTES EN BLEU CLAIR ET LES CAMERAS DU FAUX-PONT EN BLEU FONCE. ....	13
<b>FIGURE 7 : FACTEURS COMMUNS AFFECTANT LA CAPACITE A OBSERVER LES REQUINS A L’OE A LA CAMERA <i>NID DE PIE 1</i> POUR LES TROIS CONFIGURATIONS DE NAVIRE.</b> .....	13
FIGURE 8 : FACTEURS AFFECTANT LA CAPACITE A OBSERVER LES REQUINS A L’OE A LA CAMERA <i>PUPITRE</i> , PAR CONFIGURATION DE NAVIRE. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	14
FIGURE 9 : FACTEURS AFFECTANT LA CAPACITE A OBSERVER LES REQUINS A L’OE A LA CAMERA REJETS, PAR CONFIGURATION DE NAVIRE. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	15
FIGURE 10 : FACTEURS AFFECTANT LA CAPACITE A OBSERVER LES REQUINS A L’OE A LA CAMERA <i>CONVOYEUR</i> , PAR CONFIGURATION DE NAVIRE. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	16
FIGURE 11 : EMBLEMES DE CAMERAS A TESTER POUR AMELIORER LA DETECTION ET L’IDENTIFICATION DES REQUINS SUR LE PONT. EN BLEU : CAMERAS DE LA CONFIGURATION <i>OCEANLIVE<sup>1</sup></i> . EN VERT : APPORT POTENTIEL DES CAMERAS <i>NID DE PIE 2</i> (CONFIGURATION <i>OCEANLIVE<sup>2</sup></i> A VALIDER AVEC LE PROJET SIDE0), <i>CHEMINEE</i> ET <i>PLATEFORME</i> (EMPLACEMENTS PROPOSES DANS LE CADRE DE SIDE0). LES CAMERAS DE LA CONFIGURATION <i>OCEANLIVE<sup>2</sup></i> SONT INDIQUEES AVEC UN ASTERISQUE.....	17
FIGURE 12 : PLACEMENT DE LA CAMERA <i>NID DE PIE 2</i> A BORD DES NAVIRES SELECTIONNES POUR LE PROJET SIDE0 ET CONTRAINTES IDENTIFIEES. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	22
FIGURE 13 : PLACEMENT DE LA CAMERA <i>CHEMINEE</i> A BORD DES NAVIRES SELECTIONNES POUR LE PROJET SIDE0 ET CONTRAINTES IDENTIFIEES. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	23
FIGURE 14 : PLACEMENT DE LA CAMERA <i>PLATEFORME</i> A BORD DES NAVIRES SELECTIONNES POUR LE PROJET SIDE0 ET CONTRAINTES IDENTIFIEES. EN GRIS : LES DIFFICULTES COMMUNES AUX TROIS CONFIGURATIONS. EN BLEU (CONFIGURATION 1), JAUNE (CONFIGURATION 2) ET ROUGE (CONFIGURATION 3) : LES DIFFICULTES PROPRES A CHAQUE CONFIGURATION DE NAVIRE. ....	24
FIGURE 15 : FONCTIONNEMENT DES CAMERAS DU PONT PENDANT LES MAREES TEST DE SIDE0. TOUS NAVIRES CONFONDUS (A GAUCHE) ET PAR CONFIGURATION (A DROITE). POUR CHAQUE CONFIGURATION, LES DEUX PROBLEMES CAMERAS LES PLUS FREQUENTS SIGNALES PAR LES OBSERVATEURS ELECTRONIQUES SONT PRESENTES.....	31
FIGURE 16 : INDICATEURS ISSUS DE LA MATRICE DE CONFUSION POUR EVALUER LA CAPACITE DES CAMERAS A DETECTER LES REQUINS SUR LE PONT. LES INDICATEURS COMPARENT LES NOMBRES DE REQUINS IDENTIFIES A L’OB ET A L’OE ET LES CLASSENT EN VRAIES PRESENCES (VP), FAUSSES ABSENCES (FA) ET FAUSSES PRESENCES (FP). ....	32
FIGURE 17 : INDICATEURS ISSUS DE LA MATRICE DE CONFUSION POUR EVALUER LA CAPACITE DES CAMERAS A IDENTIFIER LES REQUINS SUR LE PONT. LES INDICATEURS COMPARENT LES ESPECES RENSEIGNEES A L’OB ET A L’OE.....	35
FIGURE 18 : OBSERVATION DU MEME REQUIN SUR LES DIFFERENTES CAMERAS DU PONT. EXEMPLE D’UN REQUIN SOYEUX (FAL) SUR L’AVEL VAD (CONFIGURATION 1). ....	38
FIGURE 19 : BILAN DES PRINCIPAUX QUESTIONNEMENTS ABORDES POUR L’OBSERVATION DES REQUINS SUR LE PONT ET RESULTATS OBTENUS. LE GAIN D’OBSERVATION POUR CHAQUE SOLUTION ENVISAGEE EST FOURNI EN COMPARAISON DE LA CAMERA <i>PUPITRE</i> .....	41
FIGURE 20 : VUES DES CAMERAS <i>CONVOYEUR</i> ET <i>REJETS</i> , EXEMPLE DU DRENNEC (CONFIGURATION 2). LE TAPIS DE <i>REJETS</i> EST PLACE AU-DESSUS DU <i>CONVOYEUR</i> , EN BOUT DE TAPIS ET LES VUES DES DEUX CAMERAS NE SE RECOUVRENT PAS. LE FLUX EST PLUS INTENSE SUR LE <i>CONVOYEUR</i> , NE FACILITANT PAS LA DETECTION DES REQUINS.....	43
FIGURE 21 : FONCTIONNEMENT DES CAMERAS DU FAUX-PONT PENDANT LES MAREES TEST DE SIDE0. TOUS NAVIRES CONFONDUS (A GAUCHE) ET PAR CONFIGURATION (A DROITE). POUR CHAQUE CONFIGURATION, LES DEUX PROBLEMES CAMERA LES PLUS FREQUENTS SIGNALES PAR LES OBSERVATEURS ELECTRONIQUES SONT PRESENTES.....	44

**FIGURE 22 : NOMBRE MOYEN DE MANIPULATIONS OBSERVEES PAR REQUIN ET PAR CAMERA DU FAUX-PONT, TOUTES CONFIGURATIONS DE NAVIRES CONFONDUES..... 47**

FIGURE 23 : BILAN DES PRINCIPAUX QUESTIONNEMENTS ABORDES POUR L’OBSERVATION DES REQUINS DANS LE FAUX-PONT ET RESULTATS OBTENUS. LE GAIN D’OBSERVATION POUR CHAQUE SOLUTION ENVISAGEE EST FOURNI EN COMPARAISON DE LA CAMERA *REJETS*.49

FIGURE 24 : BILAN DES PRINCIPALES SOLUTIONS PROPOSEES A L’ISSUE DES MAREES TEST DU PROJET *SIDEO*. LE DIAGNOSTIC INITIAL EST PRESENTE EN VERT (VOIR PARTIE 2) ET LES SOLUTIONS ENVISAGEES POUR LE PONT (VOIR PARTIE 3) ET LE FAUX-PONT (VOIR PARTIE 4) SONT PRESENTEES EN BLEU CLAIR ET EN BLEU FONCE..... 51

FIGURE 25 : RECOMMANDATIONS POUR UNE COMBINAISON OPTIMALE DE CAMERAS SUR LE PONT ET DANS LE FAUX-PONT ET INFORMATIONS A COLLECTER POUR CHAQUE DEVENIR POSSIBLE D’UN REQUIN. LA CAMERA *PLATEFORME* EST PROPOSEE EN ALTERNATIVE DE PLACEMENT A LA CAMERA *PUPITRE* POUR POUR LE NAVIRE DE LA CONFIGURATION 1 UNIQUEMENT. LA CAMERA *NID DE PIE 1* EST PROPOSEE PRINCIPALEMENT POUR LE SUIVI DU VIRAGE DU FILET MAIS ELLE PEUT CONTRIBUER AU SUIVI SUR LE PONT AU COURS DES ETAPES SUIVANTES DE LA CALEE. .... 55

FIGURE 26 : EXEMPLE D’UN REQUIN DETECTE SUR LES CAMERAS *CHEMINEE* ET *PLATEFORME* DE L’*AVEL VAD* (CONFIGURATION 1). LA QUALITE DE L’IMAGE DES *GOPRO* (EN HAUT) A ETE DEGRADEE POUR SIMULER UNE IMAGE DE RESOLUTION SIMILAIRE AUX CAMERAS *OCEANLIVE2* (EN BAS). .... 58