



Etude survie raie bouclée (7d) post-capture en senne danoise

Contexte et objectifs du projet

- FIP Raie Bouclée intègre les engins suivant : chalut de fond, filet et **senne danoise**
- Absence d'estimation du taux de survie des rejets de raie bouclée pêchés au moyen de senne danoise
- Benchmark (stock 4, 3a, 7d) Mars 2023 (catégorie 3 => catégorie 2) => apport de données



Objectifs

- Dans le cadre du FIP** : Amélioration des données sur les activités de pêche pour soutenir la stratégie de gestion.
=> Améliorer l'estimation de la survie des rejets de raie bouclée après capture au moyen d'une senne danoise

- Exemption survie sur les raies

Thornback ray (*Raja clavata*) in Subarea 4 and in divisions 3.a and 7.d (North Sea, Skagerrak, Kattegat, and eastern English Channel)

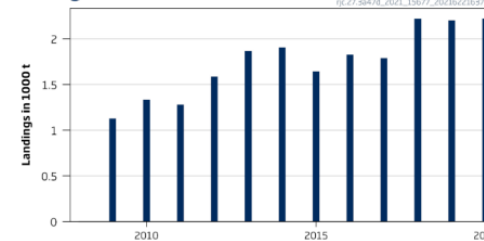
ICES advice on fishing opportunities

ICES advises that when the precautionary approach is applied, landings should be no more than 2446 tonnes in each of the years 2022 and 2023. ICES cannot quantify the corresponding catches.

Stock development over time

ICES cannot assess the stock and exploitation status relative to the maximum sustainable yield (MSY) and precautionary approach (PA) reference points because the reference points are undefined.

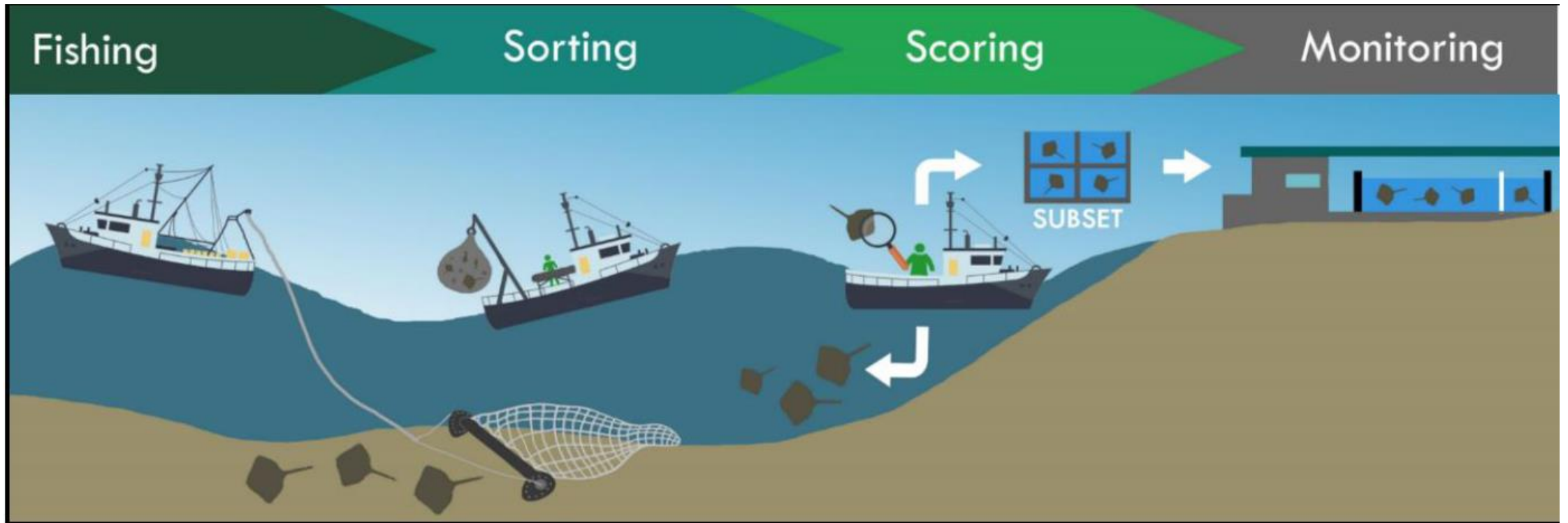
Landings



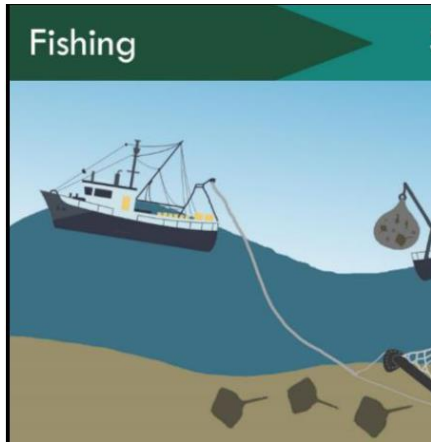
Stock size indicator



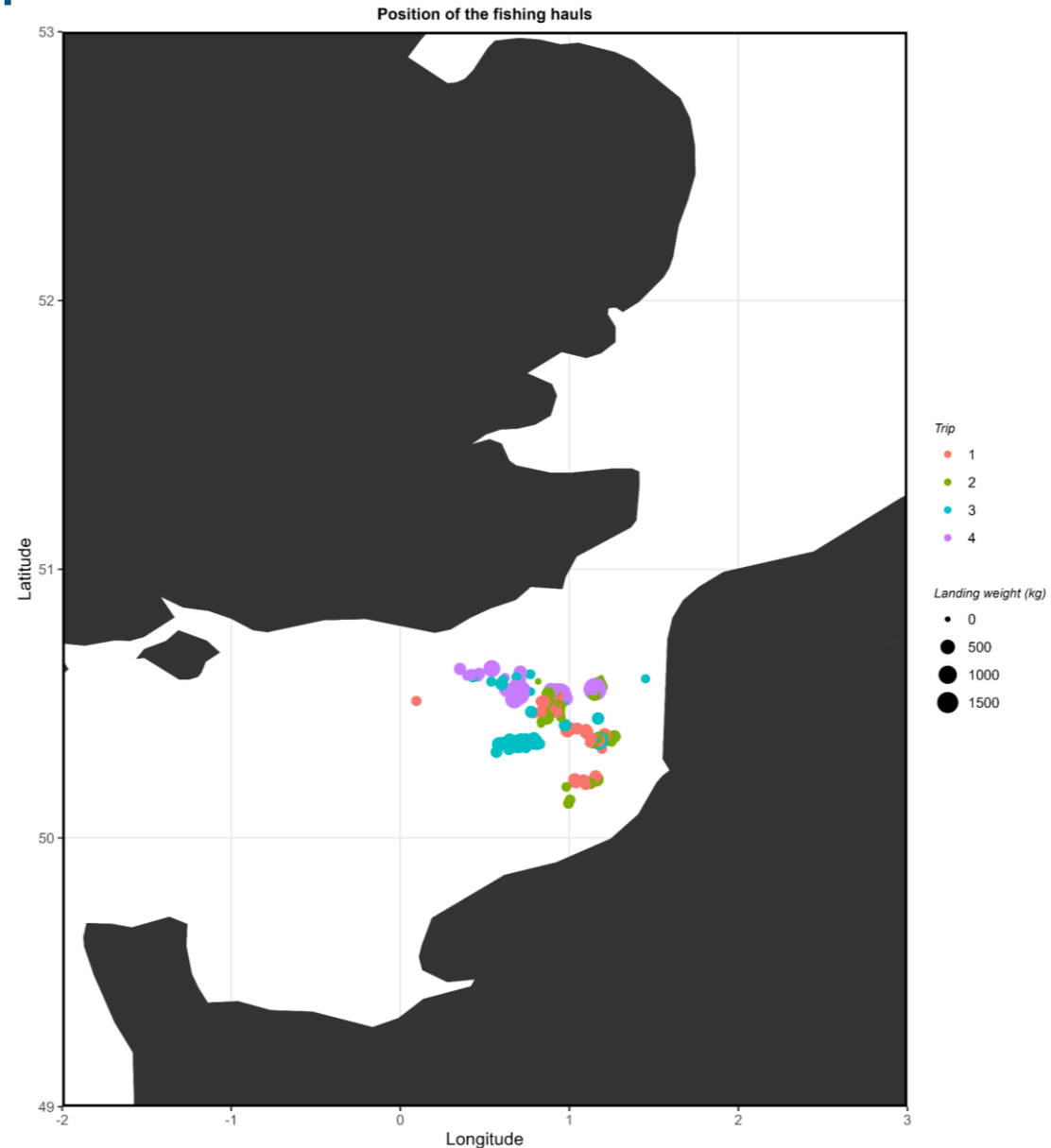
Le protocole : les principales étapes



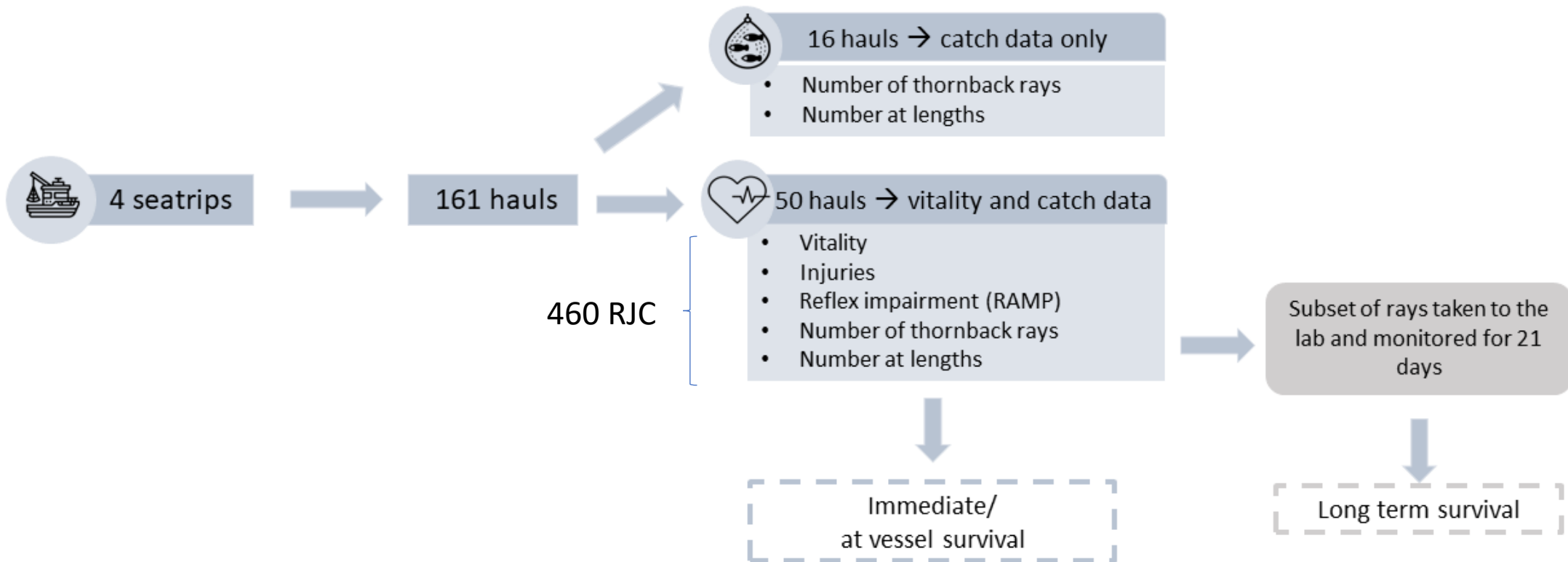
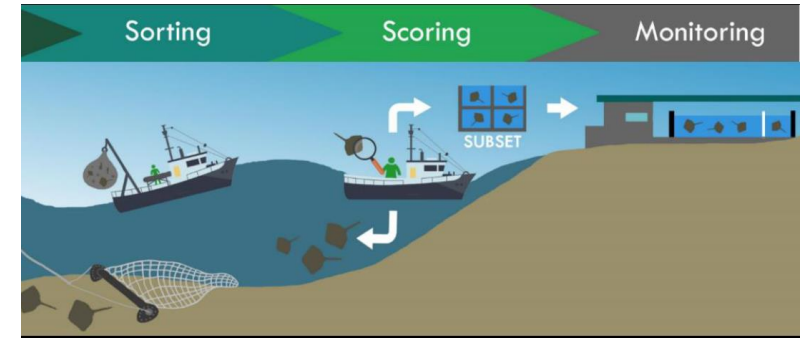
Le protocole : les principales étapes



- ❑ 4 marées expérimentales - Juin à Septembre 2022
- ❑ 1 senneur (30 m)
- ❑ Maillages utilisés : 80 - 110 mm
- ❑ Opérations de pêche de 30 à 50 minutes
- ❑ Poids moyen par trait (toutes espèces) : 314,8 kg



Le protocole : les principales étapes



Le protocole : mesurer la vitalité

Score	State	Description
A	Excellent	Vigorous body movement, no or minor external injuries only
B	Good/fair	Weak body movement, reponds to touching/ prodding, minor external injuries
C	Poor	No body movement but can move spiracle opening, minor or major external injuries
D	Dead	No movement of body or spiracle opening (no response to touching or prodding)

-
- Minor injuries = minor bleeding/ minor tear of mouthparts or wing (<10% of diameter), or minor surface abrasion.
 - Major injuries= major bleeding, or major tear of mouthparths or wings, or

Le protocole : mesurer les réflexes ↔ RAMP Score

Reflex	Description	Unimpaired response
Tailgrab	Gently grab ray by the tip of the tail between thumb and indexfinger	Actively struggles free and swims away
Spiracles	Look at the opening and closing of the valves inside the spiracles	Spiracles close and open actively
Startle touch	Tap gently but firmly behind the eyes and spiracles using a fingertip	Actively closes and retracts its eyes
Bodyflex	Hold the ray by its anterior end of its disc in a horizontal, plane position, one hand on either side of the mid- line	Actively moving its pectoral fins, tail and body

Le protocole : mesurer les blessures

Quantifier l'étendue de surface couverte par les blessures, au niveau de :

- La tête
- Du corps
- La queue

Score	Description
--------------	--------------------

1	<10%
---	------

2	10-50%
---	--------

3	>50%
---	------

Injury type	Description
--------------------	--------------------

Bleeding head	Point bleeding and/or bruising of the head
---------------	--------------------------------------------

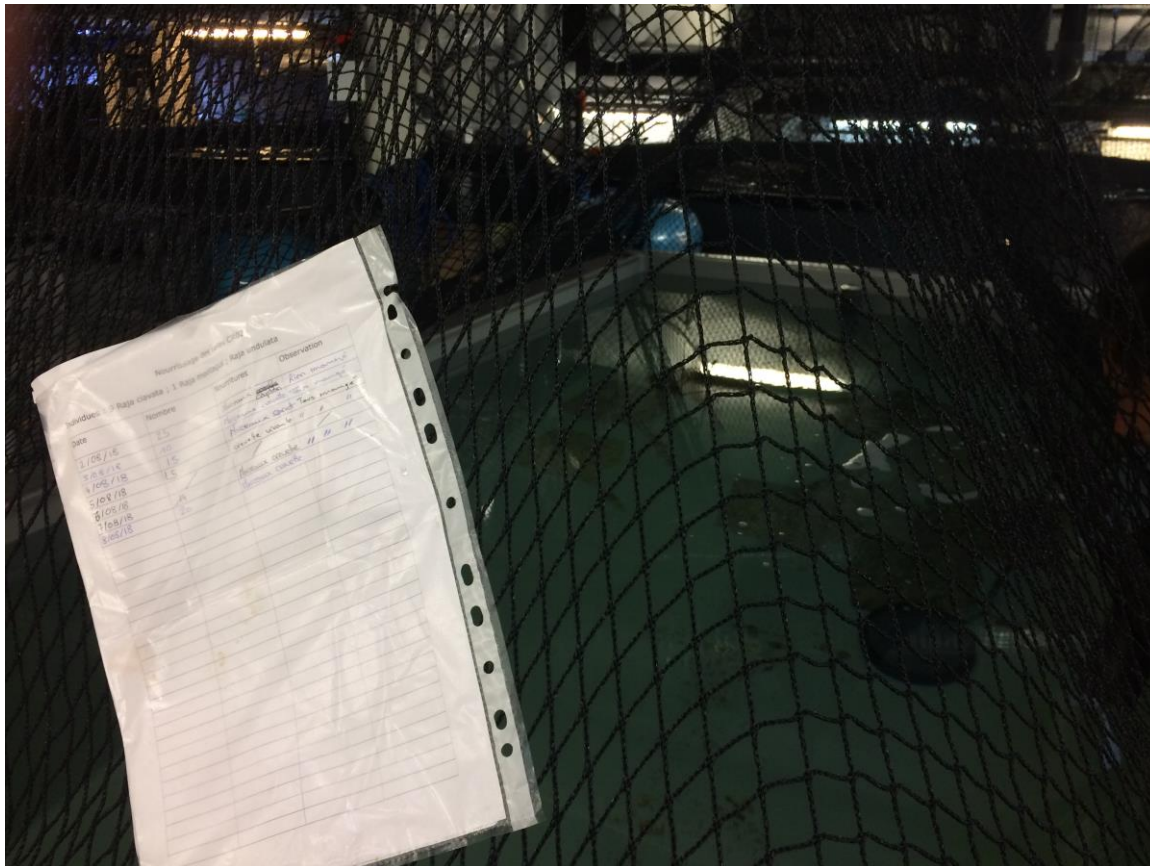
Bleeding body	Point bleeding and/or bruising of the body
---------------	--------------------------------------------

Bleeding tail	Point bleeding and/or bruising of the tail
---------------	--------------------------------------------

Open wounds	Areas where skin was removed and underlying tissue can be observed
-------------	--------------------------------------------------------------------

Fin damage	Area of the fin that were damaged and/or split
------------	------------------------------------------------

Le protocole : dans les bassins de Nausicaá



Analyse de données : quelques définitions



- ❑ **La survie immédiate** : la proportion de raies vivantes = classes de vitalité A, B et C par rapport au total de raies évaluées pour la vitalité à bord du senneur (c.-à-d. 460 individus).

- ❑ **La survie différée** :
 - Les moyennes marginales estimées d'un modèle de régression logistique à effets mixtes
 - Inclut un effet aléatoire sur la marée
 - Inclut une correction de proportion entre l'échantillonnage à bord et le sous échantillonnage ensuite réalisé pour le monitoring
 - Représentation : courbes non paramétriques de Kaplan-Meier

❑ **La survie totale**

$$\text{Total survival} = 1 - (\text{Immediate mortality} + (1 - \text{Immediate mortality}) * \text{Delayed Mortality})$$

- ❑ **Au total, 24 raies sont mortes pendant le monitoring : 13 à bord et 11 à Nausicaá.**
 - En raison de la mortalité élevée à bord, **les estimations de la survie différée et totale ont été calculées en incluant ou non cette mortalité à bord.**

Analyse de données : Modèles

Des **modèles de régression logistique à effets mixtes ajustés** à l'état de survie immédiat et différé pour différentes variables techniques, environnementales individuelles + **inclusion d'un effet aléatoire sur la marée**.

Ces modèles sont utilisés pour explorer **quelles variables** conduisent à des **différences significatives** dans la **probabilité de survie immédiate et différée** des raies échantillonnées et monitorées.

Analyse inclut les 24 événements de mortalité (à bord et à Nausicaá) + l'effet du temps passé à bord (réservoirs) et les conditions de l'eau à bord (réservoirs) => pour déterminer si significatif dans l'occurrence de la survie différée à bord.
(= mortalité alors dû aux conditions exp. et non à l'act. de pêche)

Enfin, **sélection de modèles avancés** utilisant les niveaux de significativité des variables individuelles (valeur de p) pour **identifier le « meilleur » modèle** pour **prédire la probabilité de survie immédiate et différée**. Cela a été fait par sélection de modèle ascendant = nouvelles variables incluses étape par étape dans le modèle.

4 marées en 7d

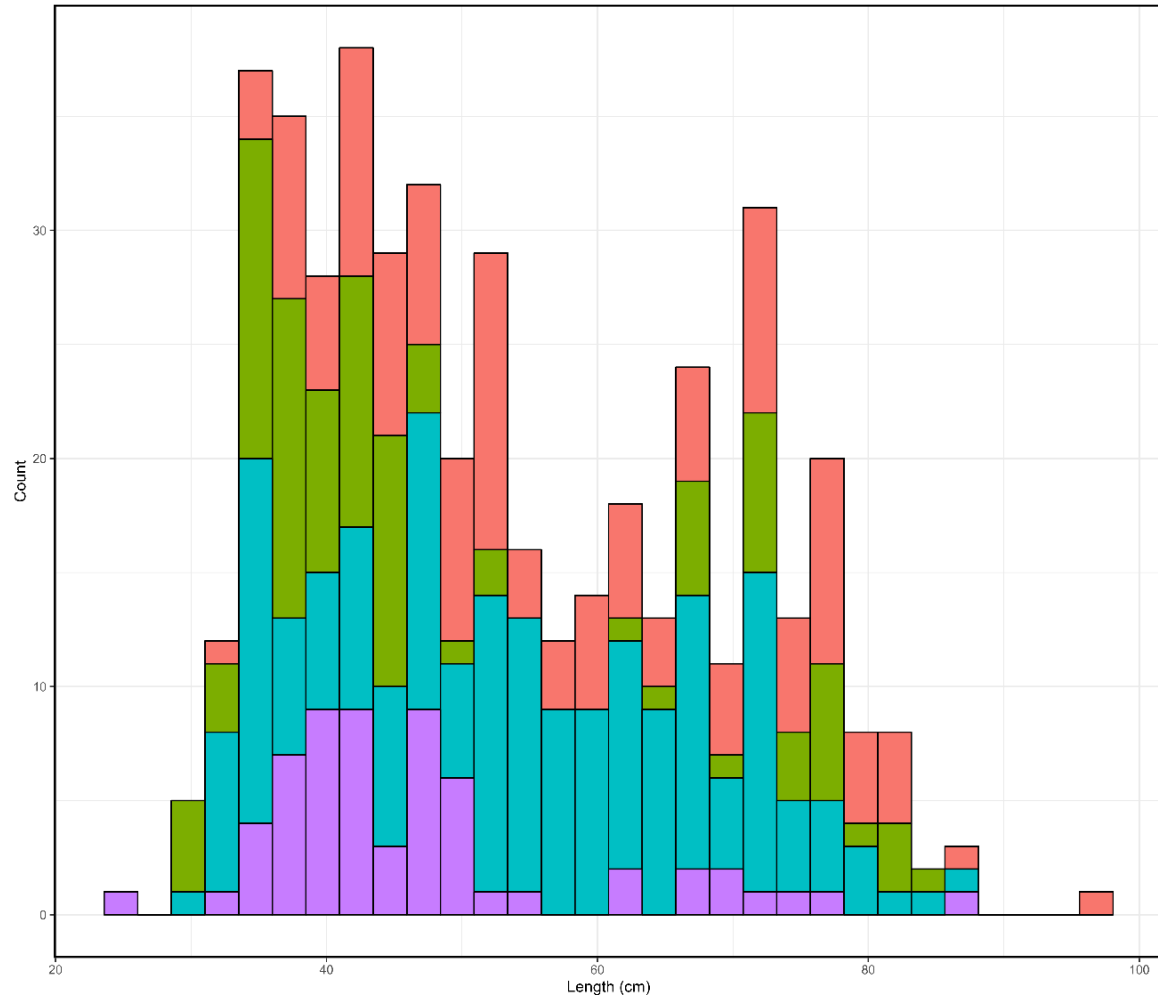
**460 individus échantillonnés
(données survie)**

**80 ind. sélectionnés pour le
monitoring**

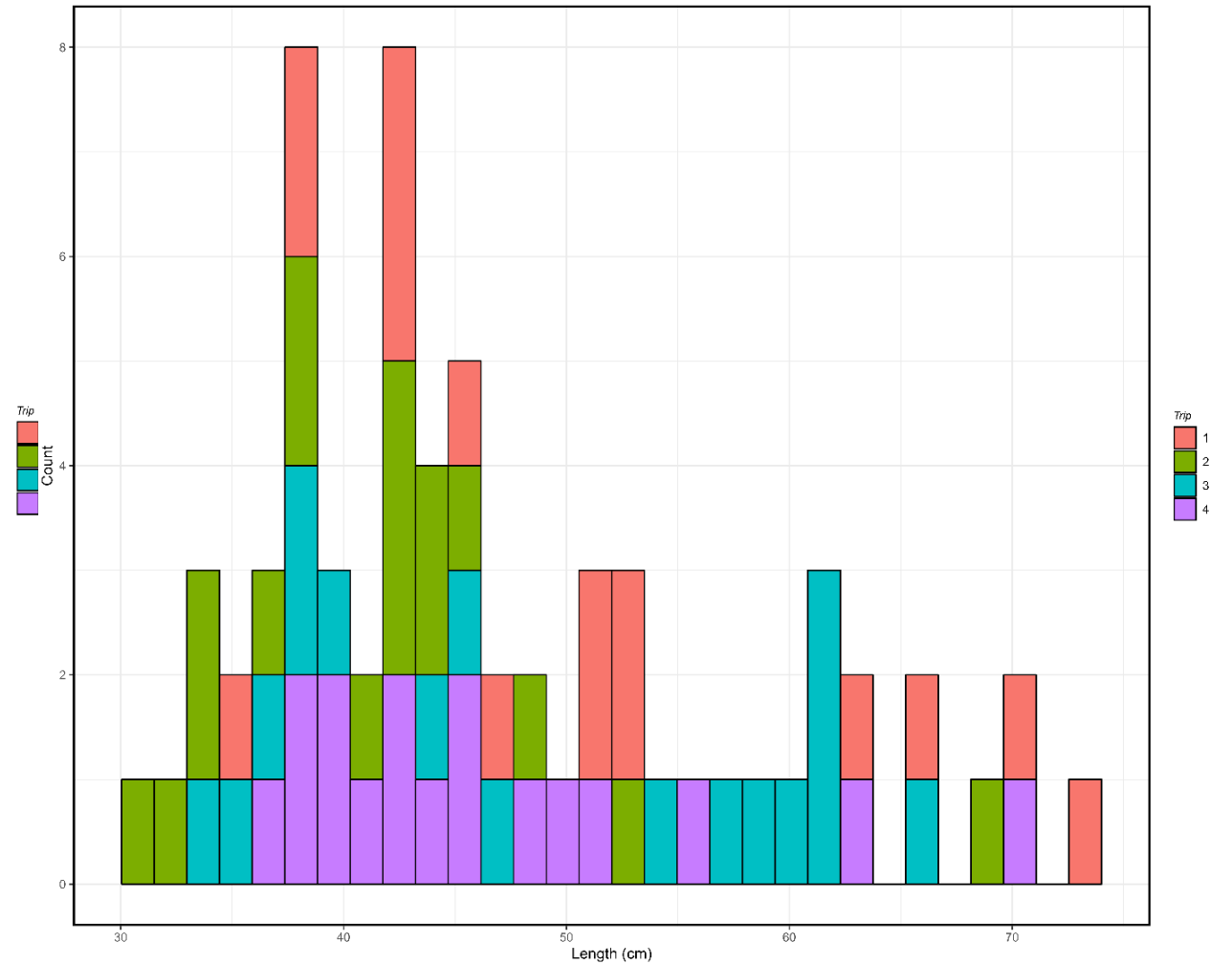
**13 mortalités à bord donc
67 individus monitorés à Nausicaá**

11 mortalités à Nausicaá

La distribution des tailles

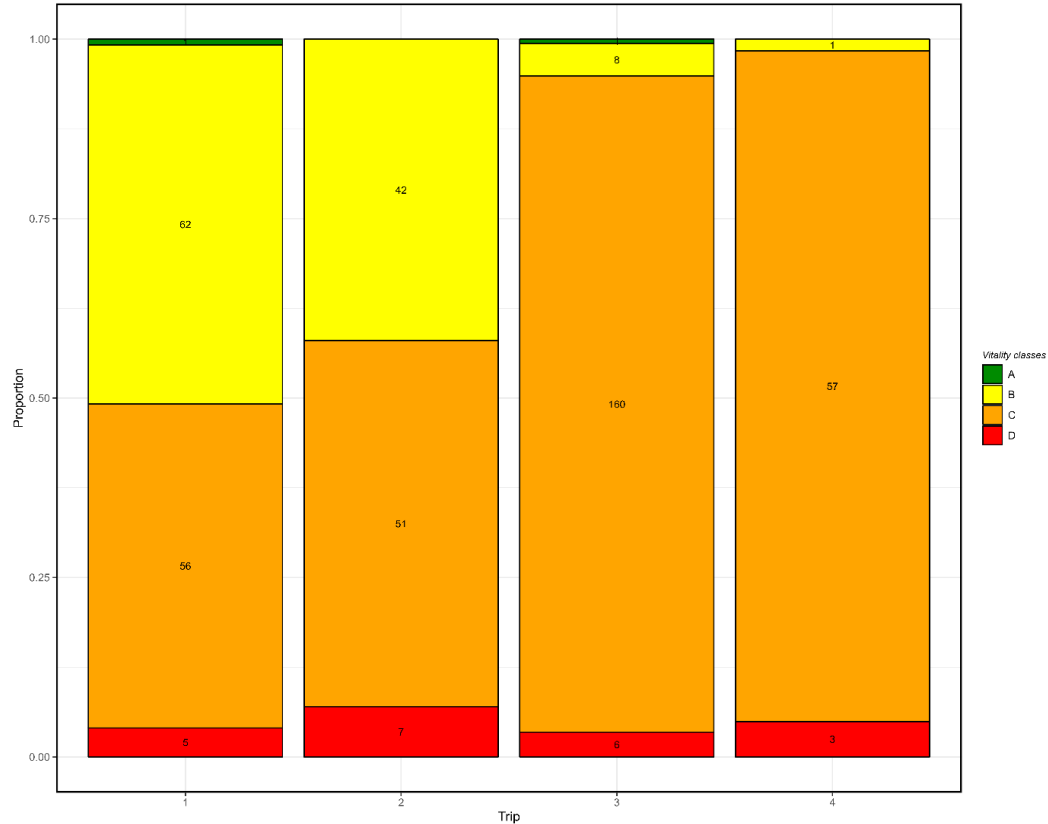


Overview of lengths measured as measured at sea, for the 460 thornback rays measured over the project.

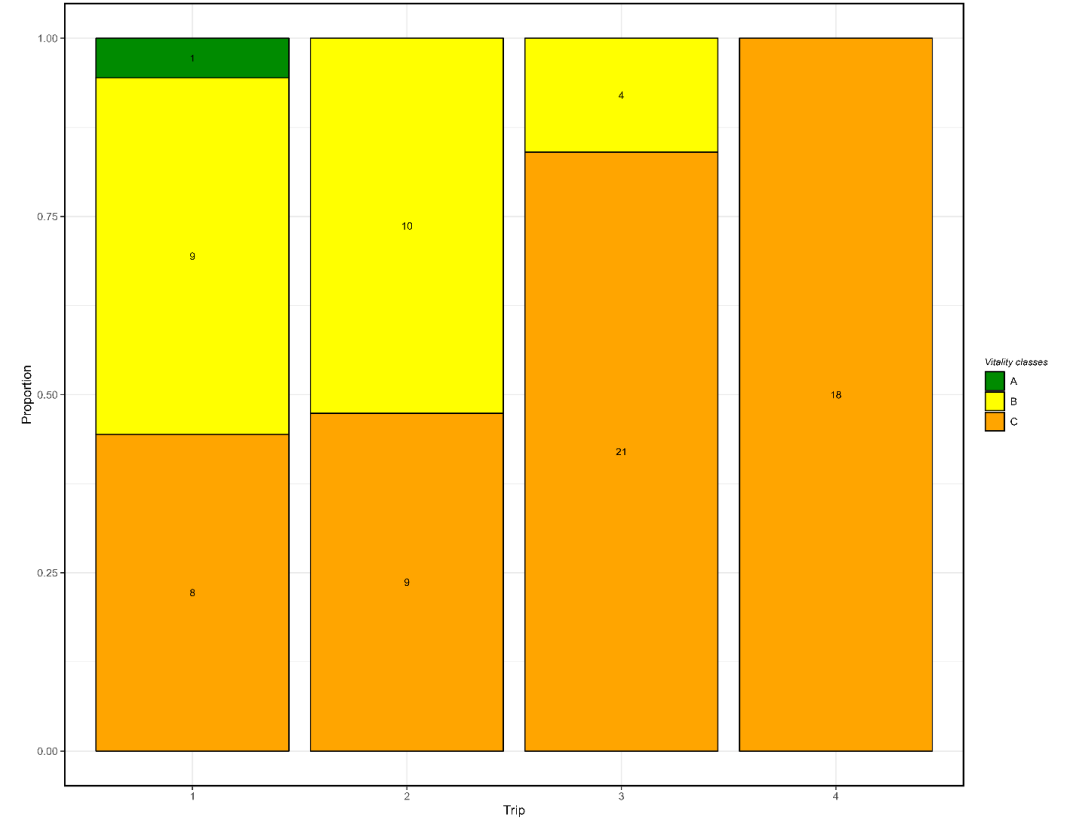


Overview of lengths, measured on the thornback rays that were brought to the captive holding facilities for survival monitoring.

Classes de vitalité et mortalité immédiate



Overview of vitality score proportion of all scored thornback rays caught during the four trips.

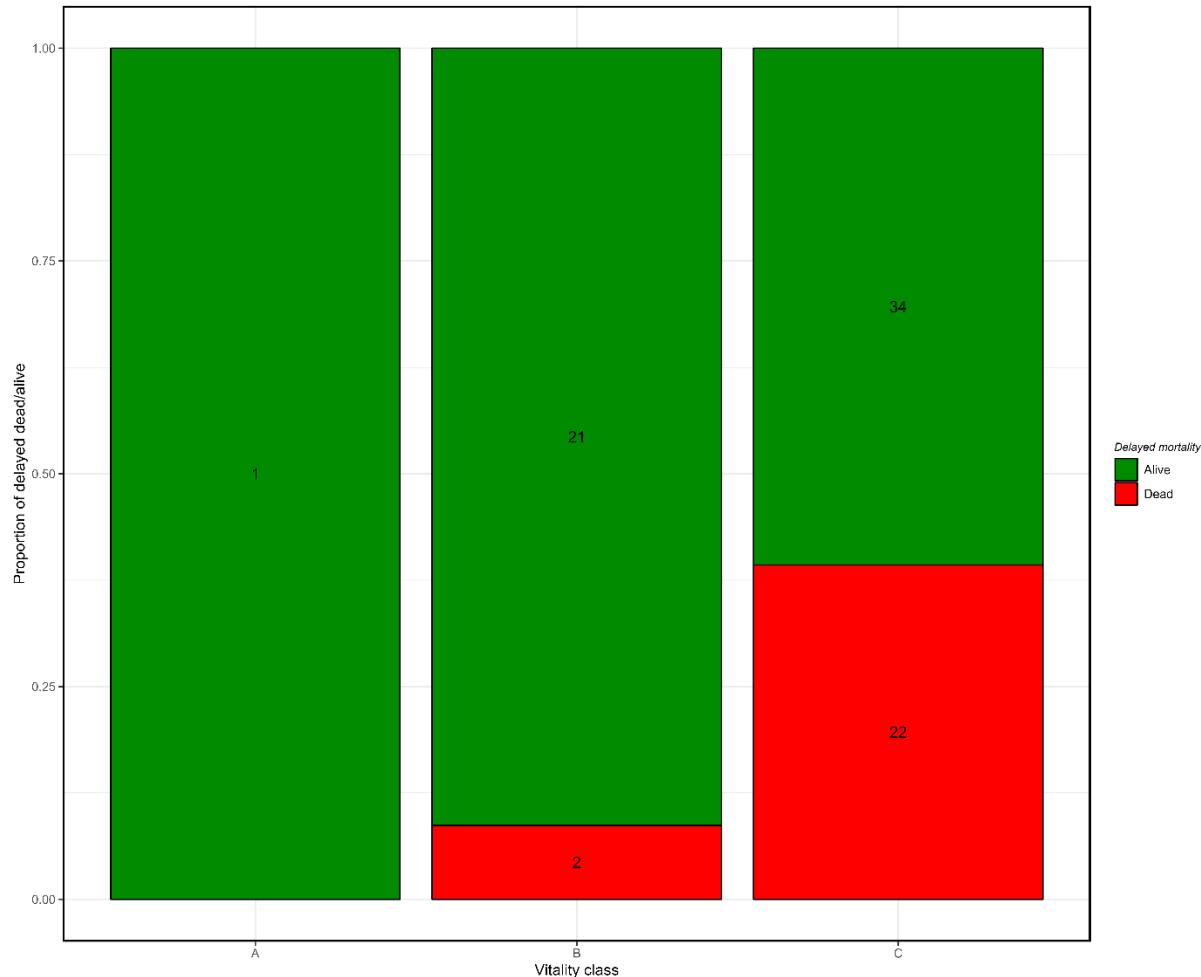


Overview of vitality score proportion of thornback rays monitored onboard and in captive holding facilities for delayed survival.

Vitalité	A	B	C	D
460 (total)	2	113	324	21
%	0,43%	24,57%	70,43%	4,57%

Mortalité immédiate = 4,57 % ⇔ Survie immédiate = 95,43%

Survie différée (= Delayed Survival)



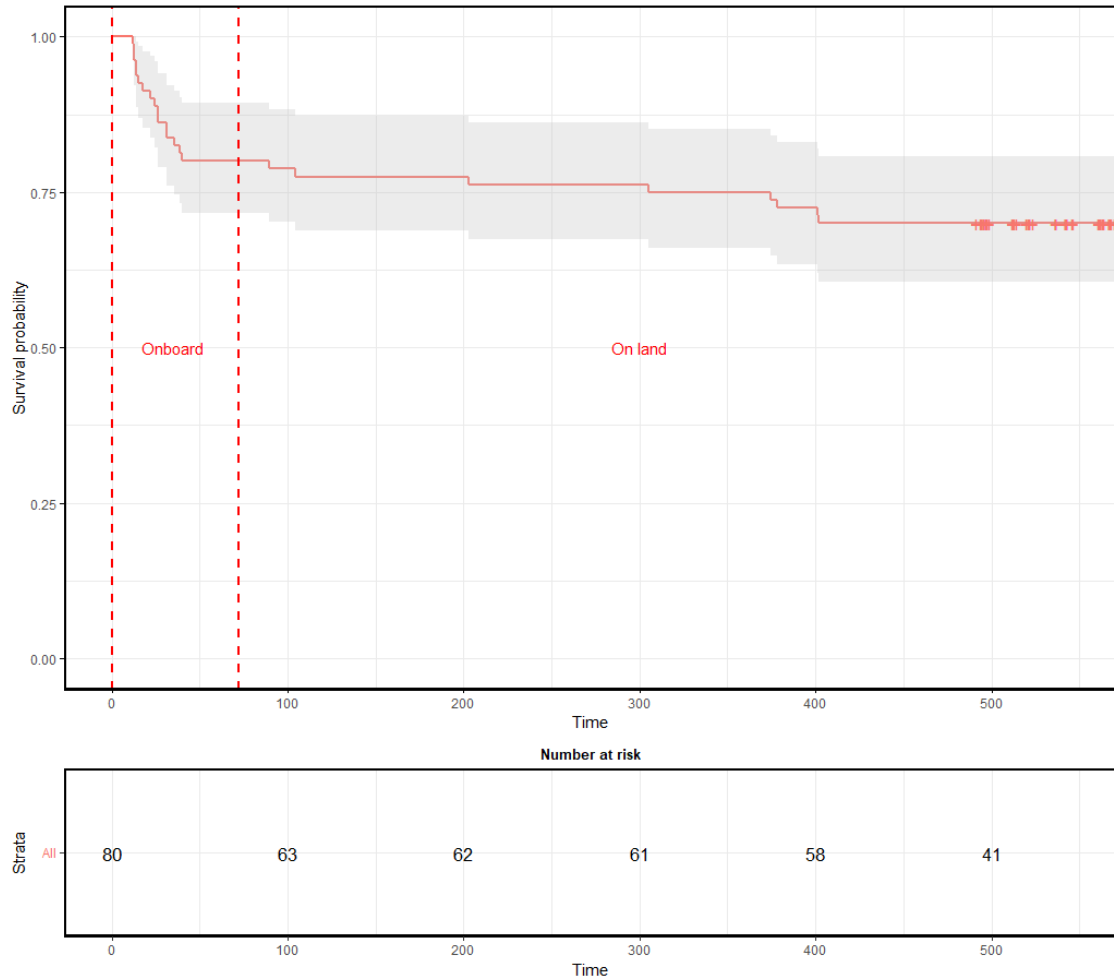
Overview of the relation between vitality class and delayed mortality events (onboard and during the 21-day monitoring period).

Pas de mortalité raies témoins

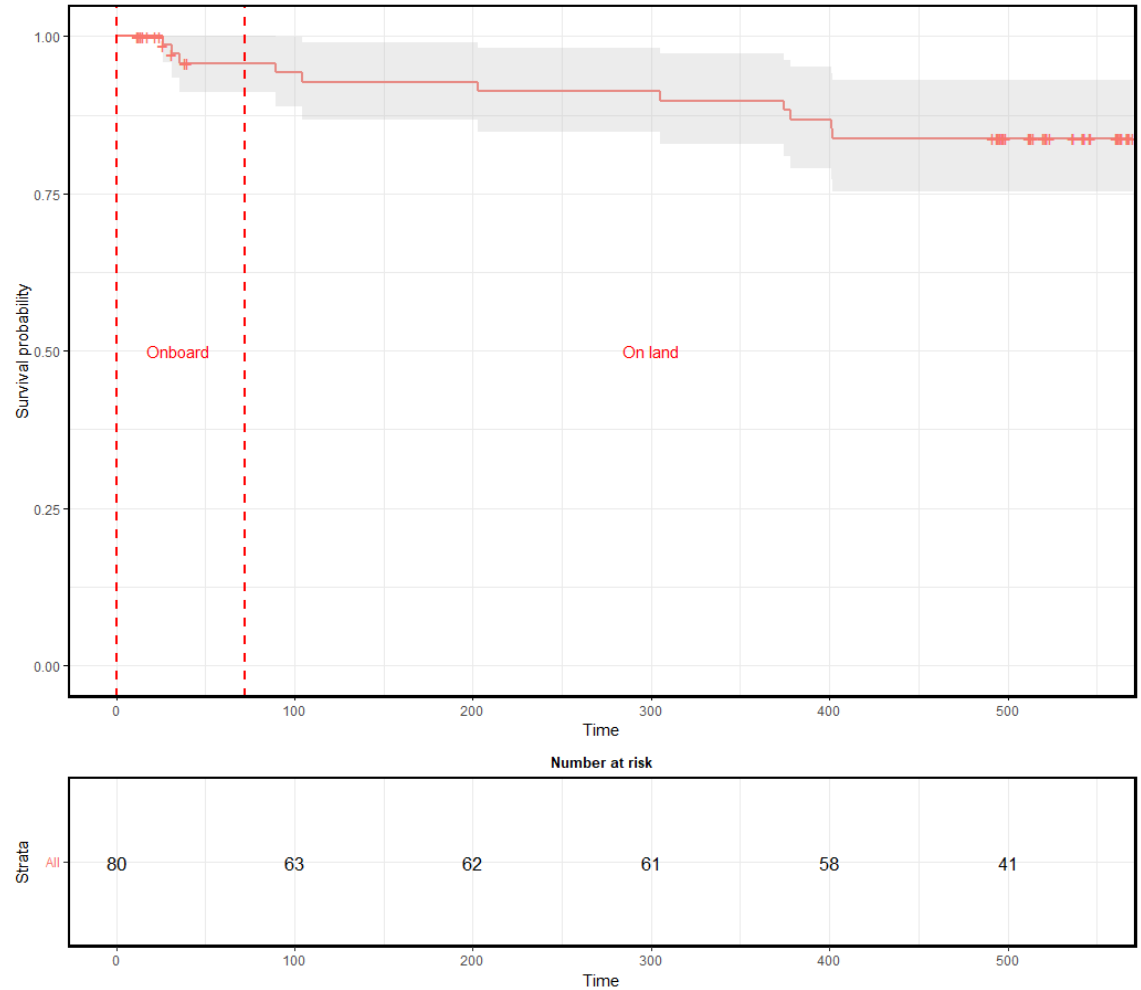
Marées	1	2	3	4
Mortalités à bord (13)	2	2	8	1
Mortalités à Nausicaa (11)	0	2	5	4
Mortalités totales (24)	2	4	13	5

Mortalité totale variation entre marée : 47,3 à 87,49%
 SImt mortalités à Nausicaa: 77, 78% à 100%

Probabilité de survie sur l'ensemble des marées



Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback ray (RJC) over the hours of monitoring, considering all 24 mortality events. Pooled across all vitality classes and trips. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

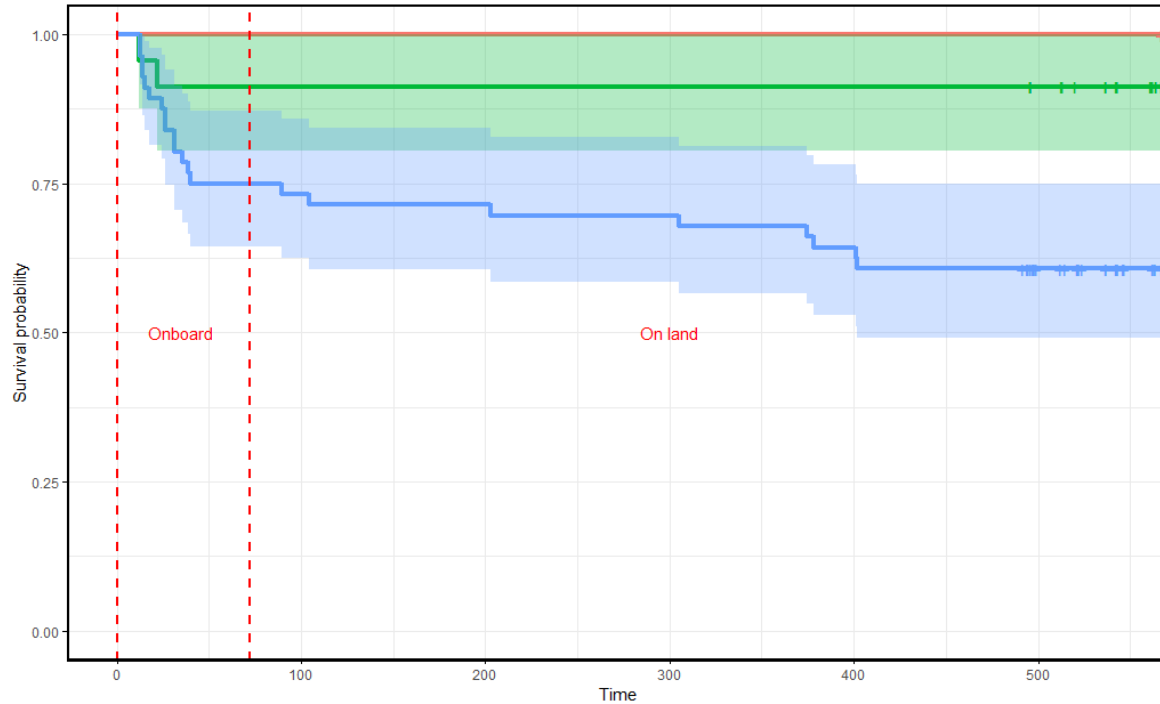


Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback ray (RJC) over the hours of monitoring, considering onboard mortality events as censored. Pooled across all vitality classes and trips. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

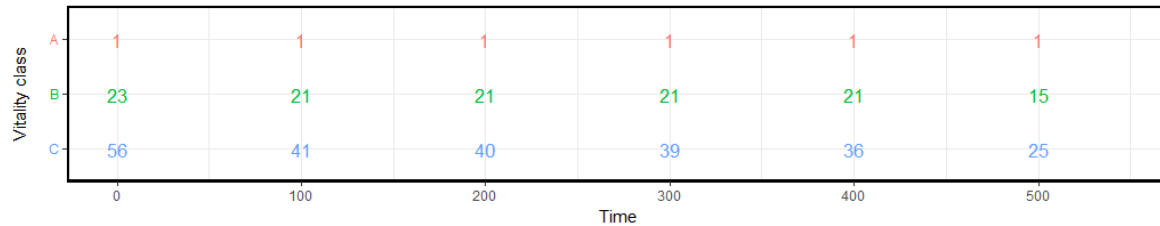
Probabilité de survie par classe de vitalité

Incl. Mortalités à bord

Vitality class A B C



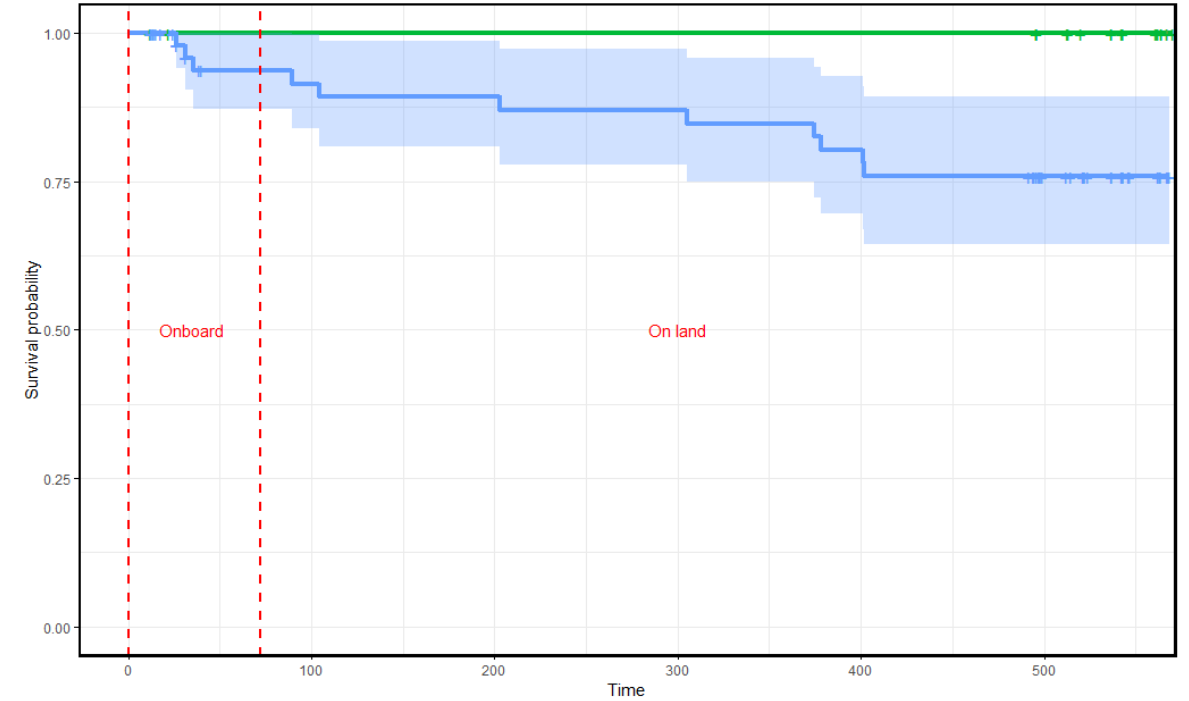
Number at risk



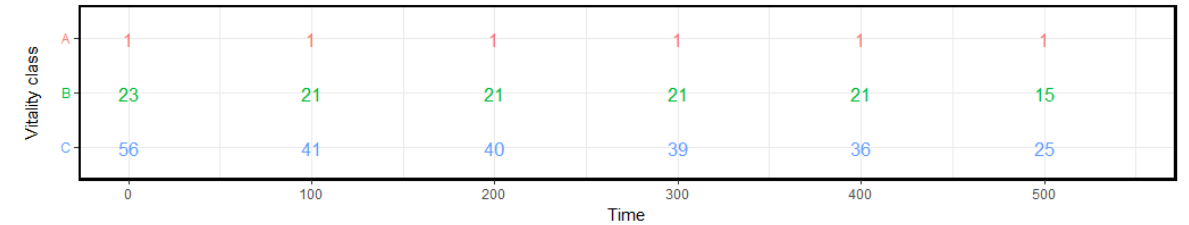
Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback rays (RJC) over the hours of monitoring for each vitality class, considering all 24 mortality events. Pooled across all trips. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

Sans Mortalités à bord

A B C



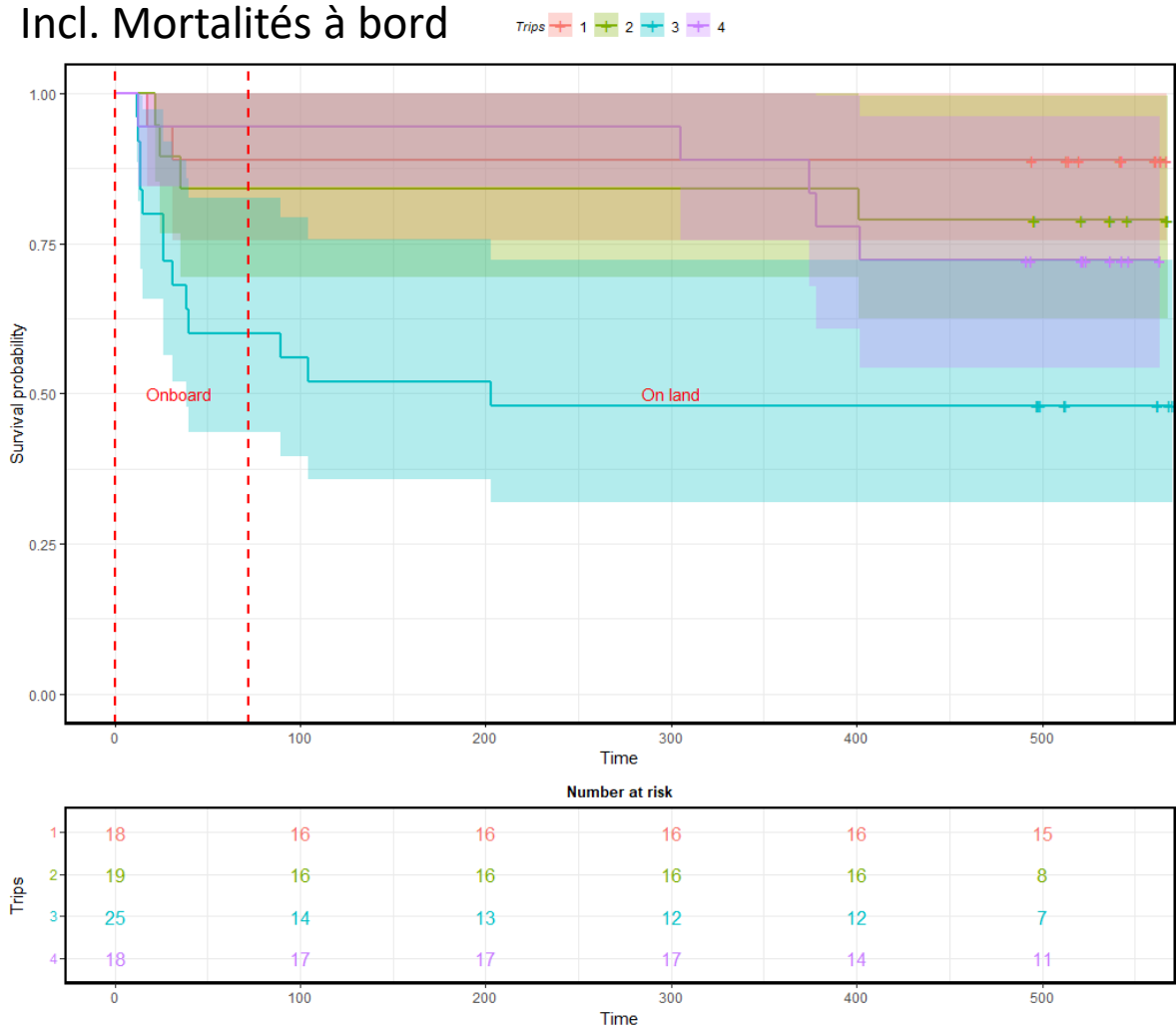
Number at risk



Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback rays (RJC) over the hours of monitoring for each vitality class, considering onboard mortality events as censored. Pooled across all trips. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

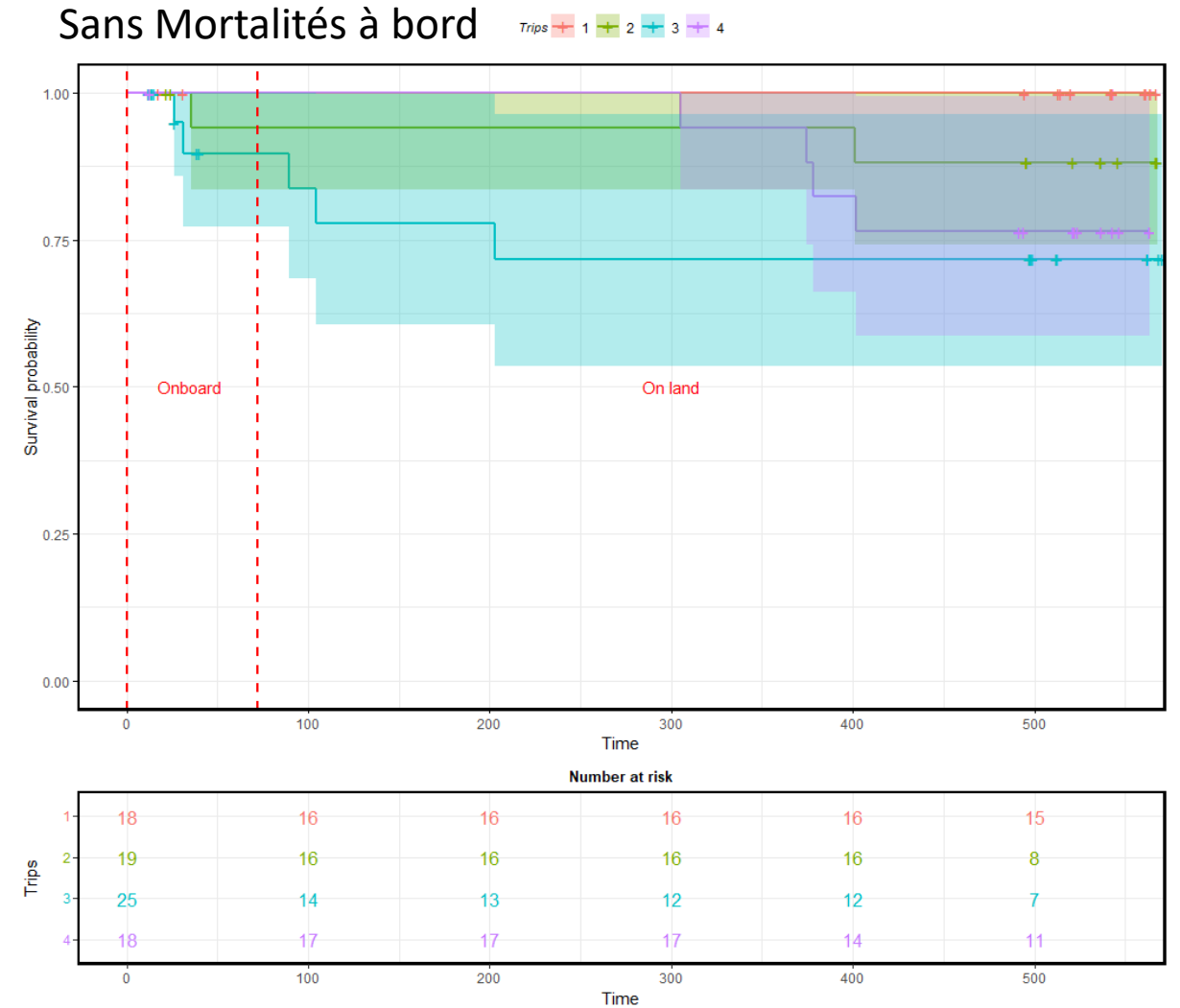
Probabilité de survie par marée

Incl. Mortalités à bord



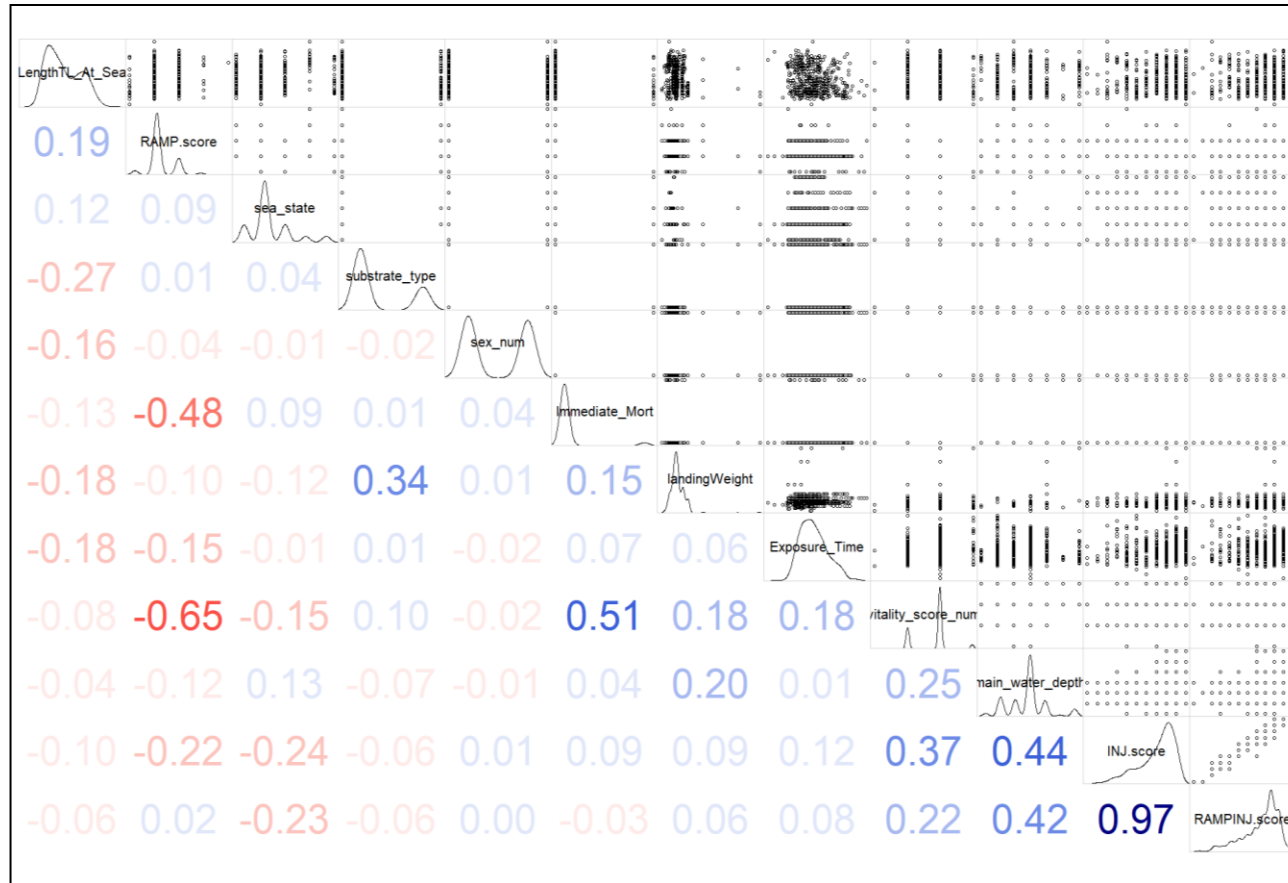
Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback rays (RJC) over the hours of monitoring for each of the four trips, considering all 24 mortality events. Pooled across all vitality classes. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

Sans Mortalités à bord



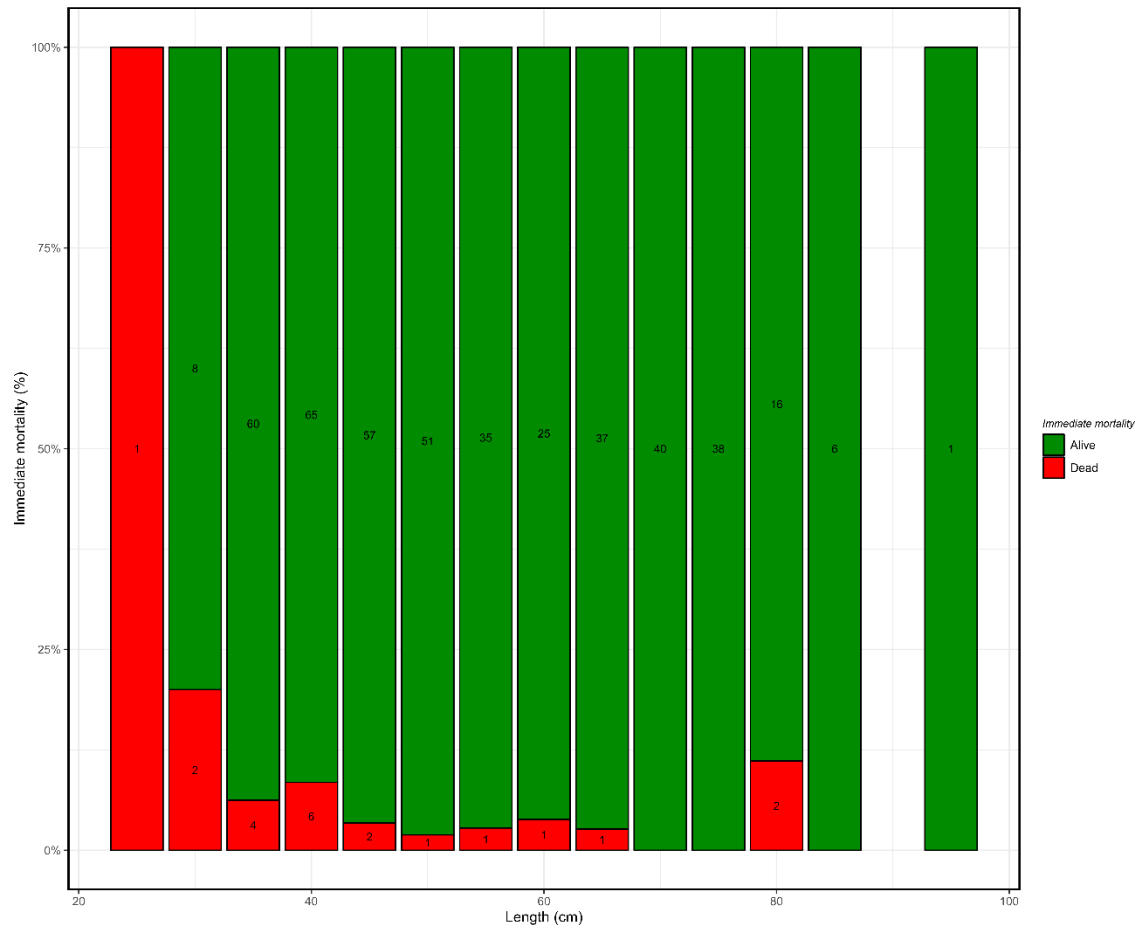
Nonparametric Kaplan Meier survival curves of thornback rays (RJC) over the hours of monitoring for each of the four trips, considering onboard mortality events as censored. Pooled across all vitality classes. The red dotted lines represent the start and end of the onboard monitoring. Crosses represent censoring (end of monitoring period while fish is still alive). The shaded area represents the 95% confidence interval around the estimated survival probability at each time-step.

Construction du modèle : Les corrélations

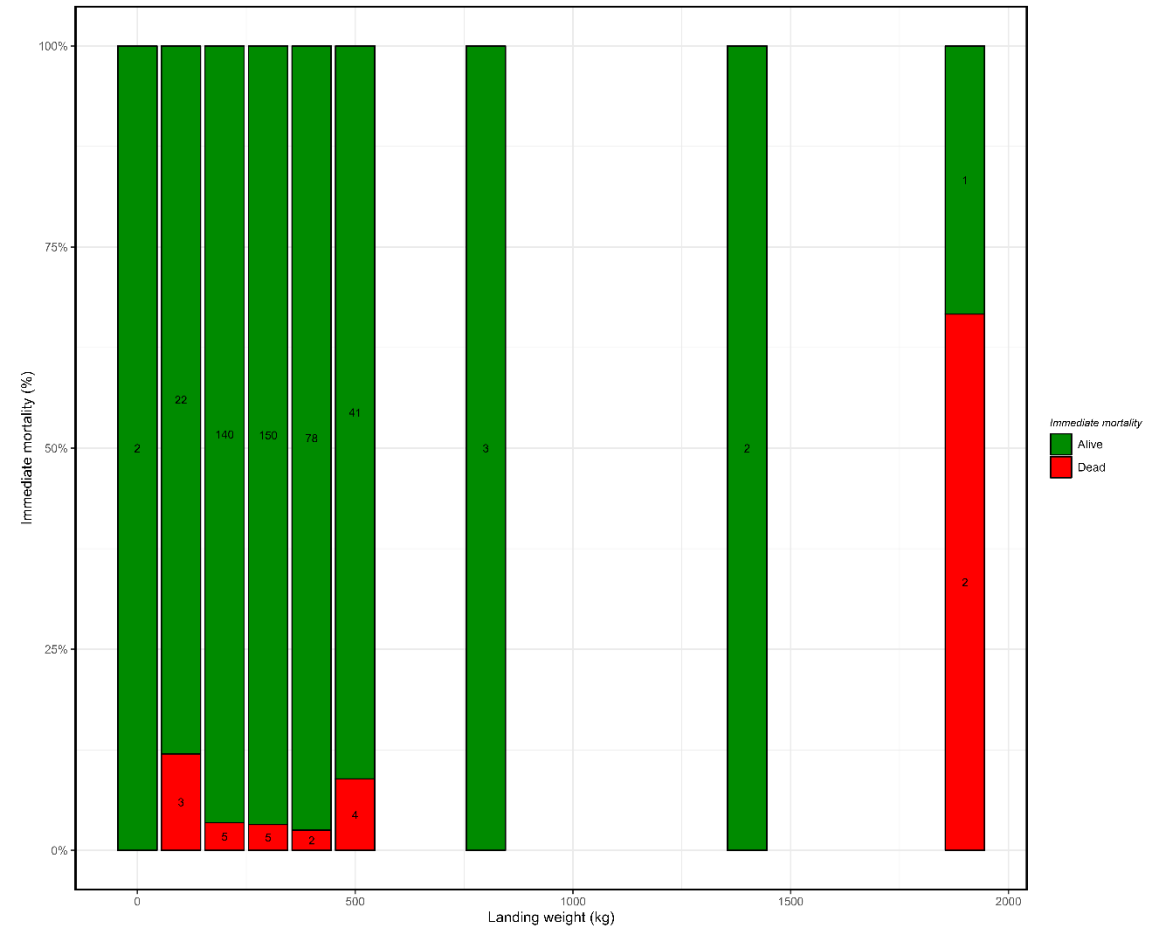


Correlation plot for all fish caught between immediate mortality status (Immediate_Mort), vitality (vitality_score_num), injury (INJ.score), reflex impairment (RAMP.score), RAMPINJ.score, length (LengthTL_at_Sea), total landed weight per haul (landingWeight), substrate type (substrate_type), sea state and depth (main_water_depth).

Effet de la taille et du poids du volume débarqué à bord (par trait) sur la mortalité immédiate

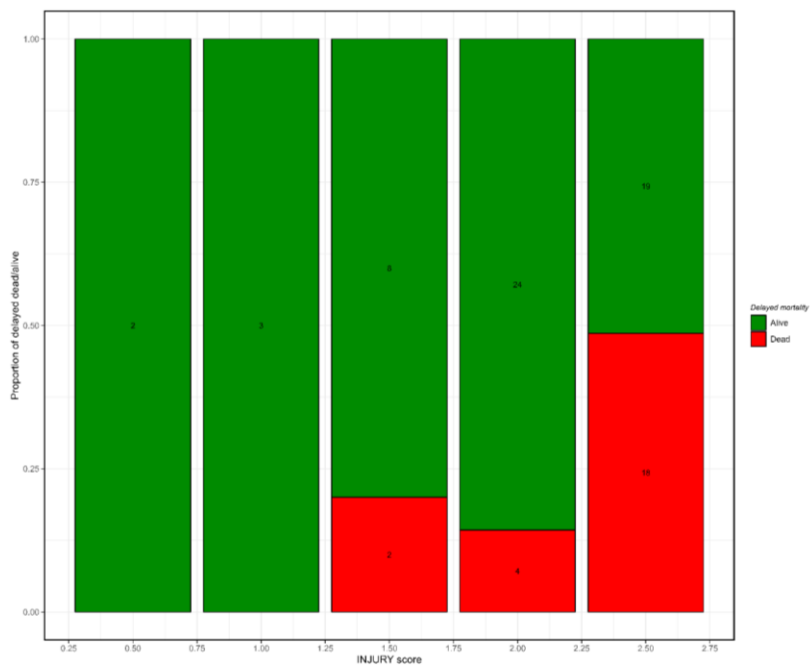


Overview of the effect of length on the immediate mortality of individual rays.

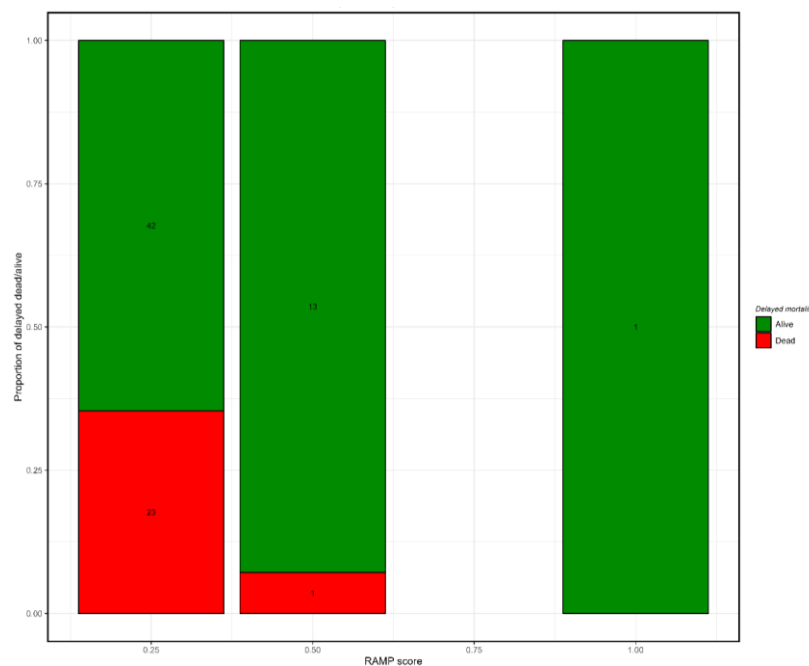


Overview of the effect of total landed weight of the haul on the immediate mortality.

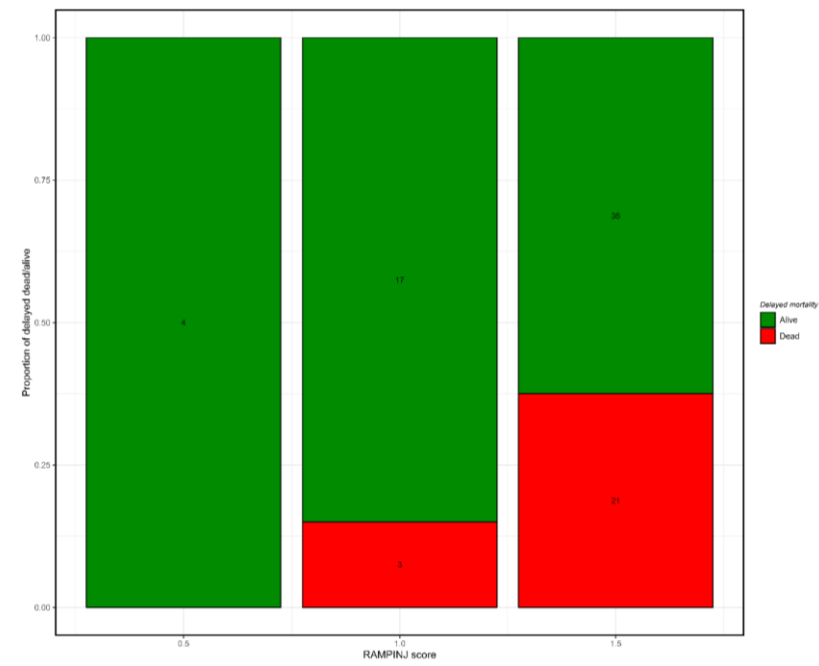
Effet des blessures sur la survie différée



Overview of the effect of injury score on the delayed mortality.



Overview of the effect of the RAMP- score on the delayed mortality.



Overview of the effect of the RAMPINJ score on the delayed mortality.

Modèle final de prédiction

Model	AIC	Variables	Estimate	p-values
Immediate mortality status ~Length+ Sea state+ Injury score+ Landing weight+ (1 Trip)	160.1905	Length	-0.477	0.01743 *
		Sea state	0.67	0.00334 **
		Injury score	1.39	0.04198 *
		Landing Weight	0.001	0.03374 *
Delayed Mortality status ~ Injury score+ (1 Trip)	92.96251	Injury score	2.3147	0.00845 *

Résumé et discussion

*Total survival = 1 - (Immediate mortality + (1 - Immediate mortality) * Delayed Mortality)*

	Survie immédiate	Survie différée	Survie totale
Senne danoise (incl. mortalités à bord)	95,43%	73,06%	69,73%
Senne danoise (sans mortalité à bord)	95,43%	91,57%	87,40%
Trémail	96%	93,35%	99,34%
Chalut à Perche	95,71%	56,9%	54,46%
Chalut à Panneaux	93,56%	76,5%	71,56%