

Projet REVERSE

Rapport des essais des panneaux REVERSE2 sur le chalutier CIRCE du 10 au 14 décembre 2018

Date	Révision	Auteur
22-02-2019	Version initiale	B Vincent
13-03-2019	Relecture partenaires	



1 Objectifs de la campagne

L'objet des essais sur le CIRCE était de mettre au point une paire de panneaux prototypes dans une nouvelle version, nommés REVERSE2, et de leur gréement. La taille de ces panneaux était adaptée au navire Circé de 24m.

Plus précisément nous avons cherché à :

1. Effectuer les réglages de braguet et de patte pour amener les panneaux à travailler à leur point nominal.
2. Mettre au point le gréement des panneaux prototypes, c'est-à-dire en fonction de la hauteur souhaitée au-dessus du fond, les longueurs et positions des fixations des pattes de panneaux.
3. Qualifier le comportement et la stabilité des panneaux.
4. Evaluer les performances en traînée (consommation d'énergie) et en portance (écartement) pour situer ces panneaux par rapports aux panneaux existants.
5. Comparer les niveaux de remise en suspension de sédiment dans le sillage des panneaux prototype et des panneaux de référence.

Par ailleurs, la remise en suspension liée aux chaînes-lest devait être comparée à la remise en suspension des bras acier standards.

2 Matériel / méthode

2.1 Mesure

Les grandeurs permettant de décrire le fonctionnement du train de pêche et de ses panneaux étaient mesurées avec les capteurs listés dans le Tableau 1. Les dynamomètres ont été vérifiés avec un banc test qui permet de comparer leurs mesures avec un dynamomètre de référence. L'opération a été faite avant et après la campagne d'essais. Les corrections apportées aux enregistrements sont données Tableau 2.

Une caméra légère montée sur une fune à proximité du panneau tribord permettait son observation en temps différé avec un angle d'observation constant.

Trois turbidimètres NKE STBD300-PR version radio ont été utilisés en mode « gamme NTU automatique » pour mesure la turbidité dans le sillage du panneau tribord. Les appareils mesurent un niveau de turbidité en NTU (Néphélobimétrie Turbidity Unit). La néphélobimétrie est une des techniques par photométrie de mesure de la teneur de particules en suspension ou de la turbidité d'un milieu. Ils ont été vérifiés avant les essais dans des solutions de formazine à 50 et 500 NTU. Chaque appareil a été protégé par une gaine en silicone souple de 30mm en prenant soin de ne pas réduire les dimensions de la fenêtre optique.

Un turbidimètre était fixé dans la partie supérieure du panneau tribord pour donner une référence d'eau sans remise en suspension liée au passage du panneau. Les deux autres turbidimètres étaient montés au milieu et à la fin d'une ligne PE de 40m. Une boule de 0.6l était montée à proximité de chaque capteur pour arriver à une flottabilité légèrement positive, afin d'assurer une distance au fond marin. Cette profondeur a été mesurée. La ligne était fixée à la jonction des pattes de panneaux pour ne pas modifier l'équilibre du panneau.

Trait	Début	Fin
1	10/12/2018 09h26	10h00
2	10/12/2018 11h00	11h48
3	10/12/2018 13h25	13h56
4	11/12/2018 08h46	09h20
5	11/12/2018 09h33	10h35
6	11/12/2018 11h50	13h00
7	11/12/2018 12h10	14h45
8	11/12/2018 15h00	16h24
9	12/12/2018 08h50	09h26
10	12/12/2018 09h38	11h24
11	12/12/2018 11h45	14h08
12	12/12/2018 14h10	16h00
13	12/12/2018 16h00	16h49
14	13/12/2018 08h25	09h10
15	13/12/2018 09h38	10h45
16	13/12/2018 11h45	13h53
17	13/12/2018 14h51	16h08
18	13/12/2018 17h15	18h42

Trait	T Braguet Td	T Braguet Bd	T Patte Td	T Patte Bd	T Aile Td	T Aile Bd	Prof panneaux MPT	Hauteur pann T.B.NKE	Dist. pann	OV	Sonde	Prof bourrelet	Angles MPT (4	Angles NKE Td	Vit CD Long/Tra	Vit GPS
1	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
2	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
3	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
4	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
5	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
6	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
7	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
8	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
9	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x		x
10	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x		x
11	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x		x
12	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x		x
13	x	x	x	x		x		x	x				x	x		x
14	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
15	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x
16	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x		x
17	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x		x
18	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x		x

Tableau 1 : capteurs disponibles pour chaque trait (MPT : Marport) Prof : profondeur interdite pour le capteur

Les mesures suivantes n'étaient pas disponibles à bord pendant ces essais: longueur filée, hauteur des panneaux au-dessus du fond par capteurs Marport. Les capteurs de profondeurs des panneaux, moins précis, ont été utilisés à la place.

De plus ce tableau fait apparaître certaines données manquantes :

- Pour les traits 1 2 et 3 (jour 1, panneaux LeBéon) : pas de donnée de profondeurs/hauteur et angles Marport car les capteurs du bord Scanmar ont été utilisés (fourreaux non compatibles Marport),
- Sonde: pas de sonde de référence enregistrable à bord.
- Profondeur bourrelet : pas d'enregistrement le jour 3.

Repérage des capteurs d'angle NKE :

Panneau tribord : Angle 1 + : assiette/pitch avant (- assiette arrière) Angle 2 + : roulis intérieur

Panneau bâbord : pas de capteur NKE

Dynamomètre SN	Correction (tension en fonction de la mesure m)
53802	1.0278m+62.2
33004	0.9478m+17.72
33005	0.9541m+48.71
33006	0.9723m-7.6
23004	1.0020m+10.595
23005	1.1017m+9.86

Tableau 2 : corrections des dynamomètres NKE SF10

3 Matériel

3.1 Chalut

Le chalut de fond utilisé pour tous les essais est un 46/56 m à 4 faces avec des maillages de 60 à 20 mm de côté (plan Figure 1).

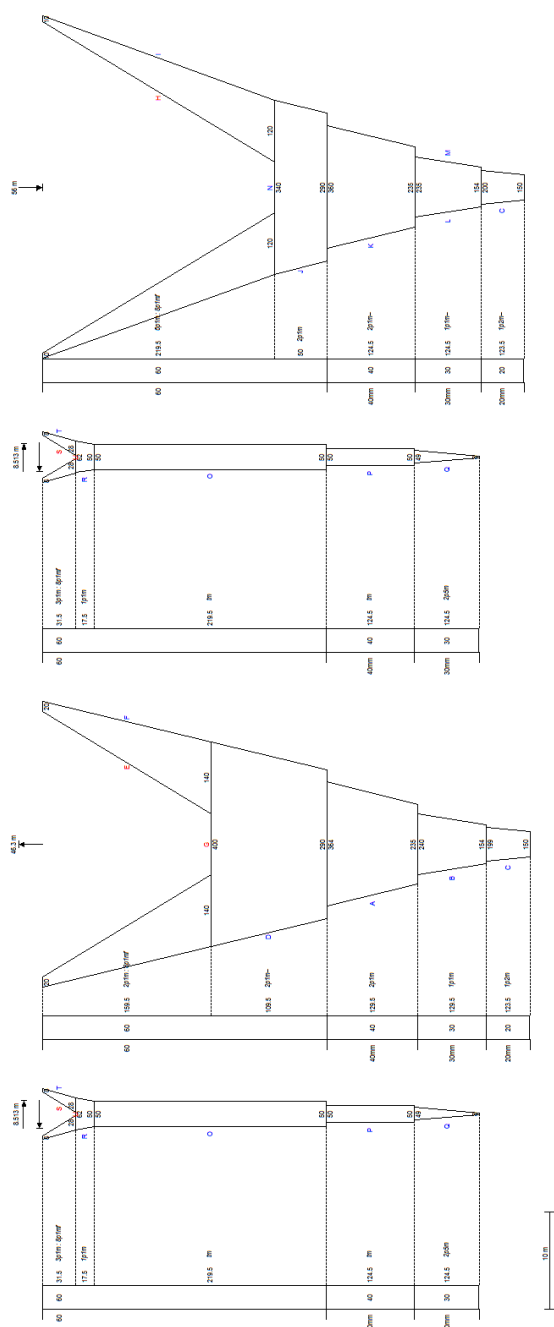


Figure 1 : plan du chalut de fond utilisé

3.2 Gréement

Le gréement pour les essais en chalutage à panneaux fond est constitué, du panneau vers les ailes : des pattes de 4 m, de maillette de 100m en 28mm de diamètre, d'entremises de 50m en acier de 14 et 16mm.

Le gréement pour les essais en chalutage à panneaux décollés est constitué, du panneau vers les ailes : des pattes de 4 m, d'un bras de 30m en câble acier de 16mm, d'une chaîne de 34.4 m de 8.74 kg/m, de maillette de 100m en 28mm de diamètre, d'entremises de 50m en acier de 14 et 16mm.

3.3 Panneaux

Panneaux de référence : Le Béon : 1.3m x 2.5m de 3m², masse 750 kg

Panneaux prototype Reverse2 : 2.3m x 1.2m de 2.8 m², masse 565 kg sans lest et 605 kg avec lest. Les panneaux ont toujours été utilisés avec leur lest.



Photo 1 : Panneaux Le Béon Hydrostable et panneau prototype Reverse 2

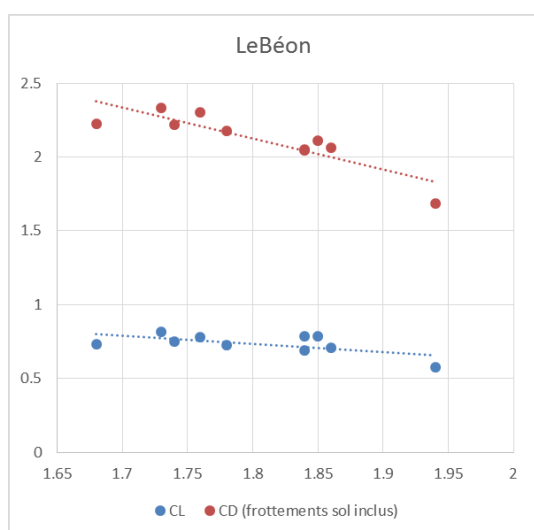
4 Résultats

4.1 Performance des panneaux

4.1.1 Par la mesure

Nous utilisons la méthode utilisée et détaillée dans le rapport REVERSE du 13 juillet 2018 (essais sur le NO Europe).

Les panneaux habituels du bord ont été testés le premier jour pour avoir une situation de référence.

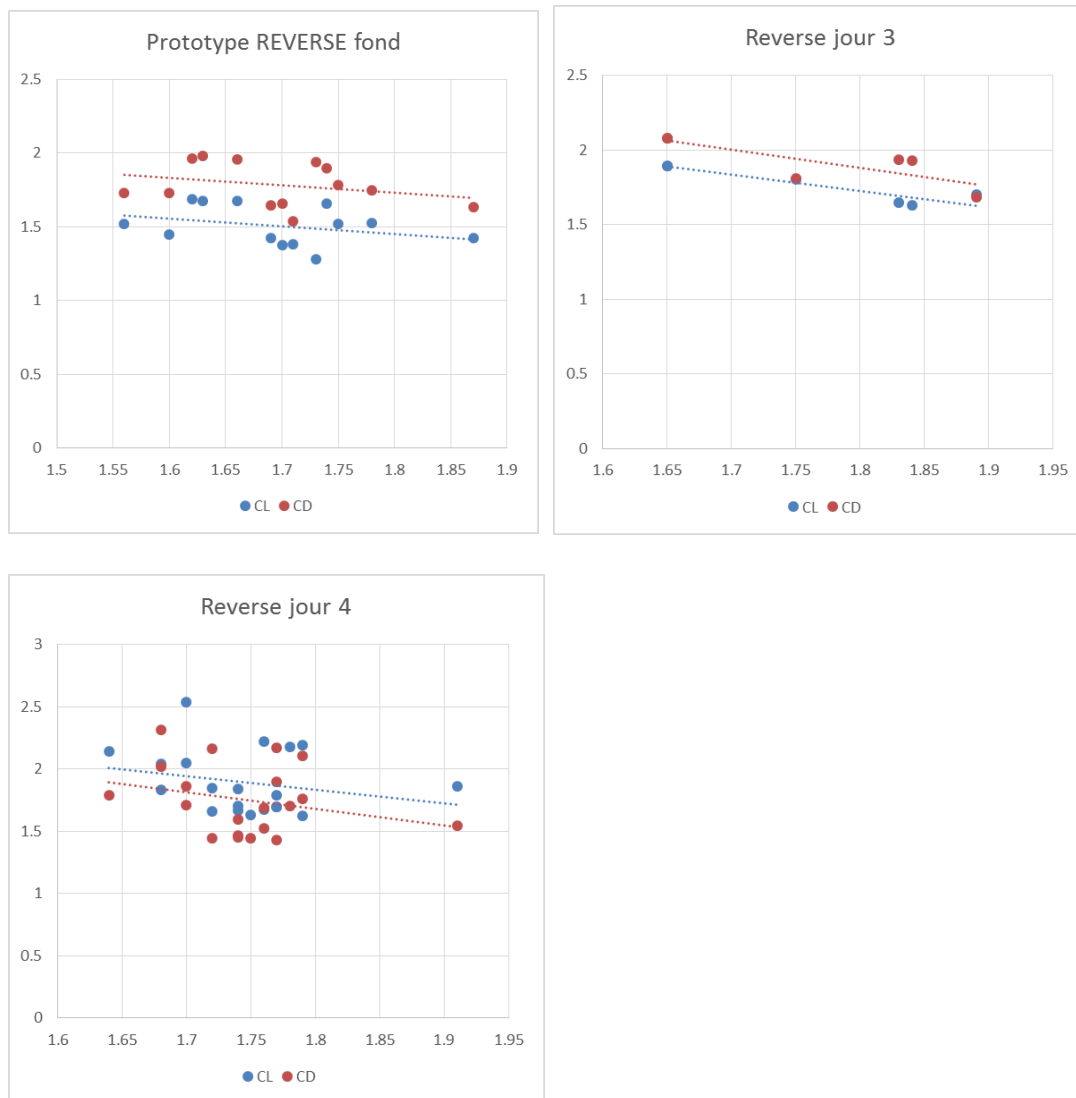


Graphiques 1 : coefficient de traînée et de portance obtenus par la mesure en fonction de la vitesse en m/s (LeBéon)

Les coefficients paraissent en deçà des attentes : une valeur de 1.1 en écartement et 0.9 en traînées, voir les performances mesurées en bassin en annexe 2. L'état des panneaux est peut être en cause. Les nombreuses plaques d'anode soudées sur les panneaux et leur état général augmentent probablement significativement la traînée.

Noter de plus que le CD est largement amplifié par le frottement au sol du panneau.

Les panneaux prototype ont été utilisés en panneaux de fond avec le gréement de référence le jour 2 avec braguet sur le trou avant. Ils ont été testés le jour 3 en panneaux décollés avec le braguet sur le trou milieu et le jour 4 avec braguet sur le trou avant. Au cours du jour 4, des essais de gréement inversés ont été faits et explique la dispersion des points. Les Graphiques 2 et le Tableau 3 montrent les résultats obtenus.



Graphiques 2 : coefficients de traînée et de portance obtenus pas la mesure en fonction de la vitesse en m/s (reverse) pour chaque type d'essai.

	C Lift	C Drag
Panneaux Le Béon (jour 1)	0.74	2.12
Panneau Reverse2 fond (jour 2) braguet trou avant	1.51	1.79
Panneau Reverse2 décollés (jour 3) braguet trou milieu	1.76	1.92
Panneau Reverse2 décollés (jour 4) braguet trou avant	1.89	1.75

Tableau 3 : synthèse des performances mesurées pour les différents types essais.

Là encore pour les panneaux Reverse2, les traînées sont nettement plus fortes qu'attendues. Les meilleurs coefficients de traînée obtenus avec les panneaux Reverse1 testés sur le NO

Europe était de 1.50 en moyenne. On peut supposer que l'augmentation de la cambrure des panneaux Reverse2 a participé à augmenter leur traînée (16 % observé). Le matériel installé sur les panneaux (2 logements de balises acoustiques, un capteur d'angle NKE, les racks à lest) réduisent les performances par rapport aux mesures en bassin.

4.1.2 Par simulation

On cherche à retrouver par simulation les caractéristiques mesurées. On est donc amené à optimiser les valeurs de Cd et Cl pour arriver aux tensions moyennes avant et après les panneaux et pour retrouver l'écartement des panneaux. Le tableau suivant donne les résultats obtenus pour un couple sonde/vitesse donné observé le jour 4.

	Mesuré	Simulé
Vitesse (nœuds)	3.38	3.38
Sonde moyenne (m)	91.2	91.2
Tension moyenne braguet (daN)	2470	2449
Tension moyenne pattes	1649	1608
Distance panneaux (m)	96	96.7

Les valeurs des coefficients hydrodynamiques obtenus sont $CL=1.60$ et $CD=1.50$

4.2 Stabilité des panneaux

Les vidéos enregistrées au cours de la dernière journée, lorsque les réglages étaient optimaux, montrent des panneaux stables en plein eau.

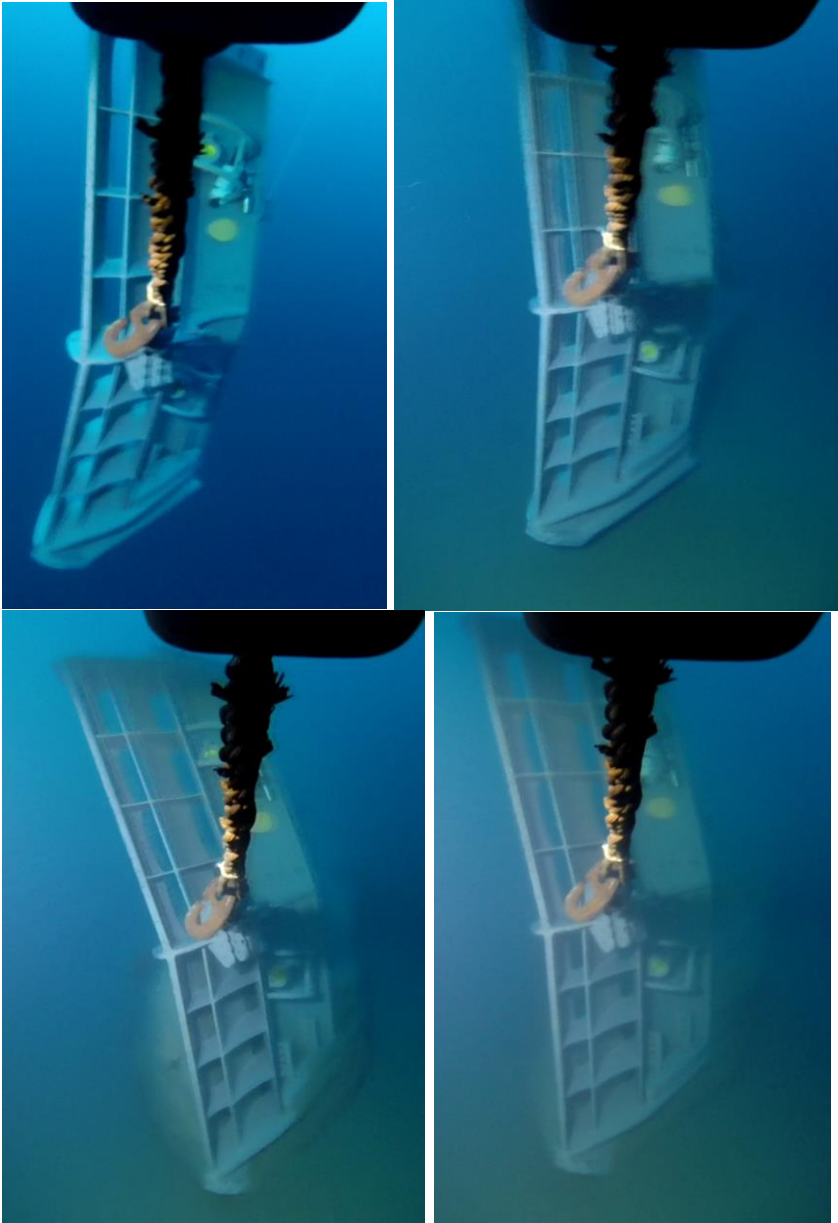


Photo 2 : Les angles de gîte et de tangage du panneau tribord sont assez constants en pleine eau (photos du haut) ou sur un fond meuble avec un contact d'intensité faible (photos du bas)

L'amplitude du roulis et le tangage du panneau, observés à partir des vidéos en pleine eau ou sur un fond meuble avec un contact modéré, sont faibles (de l'ordre de 5°).

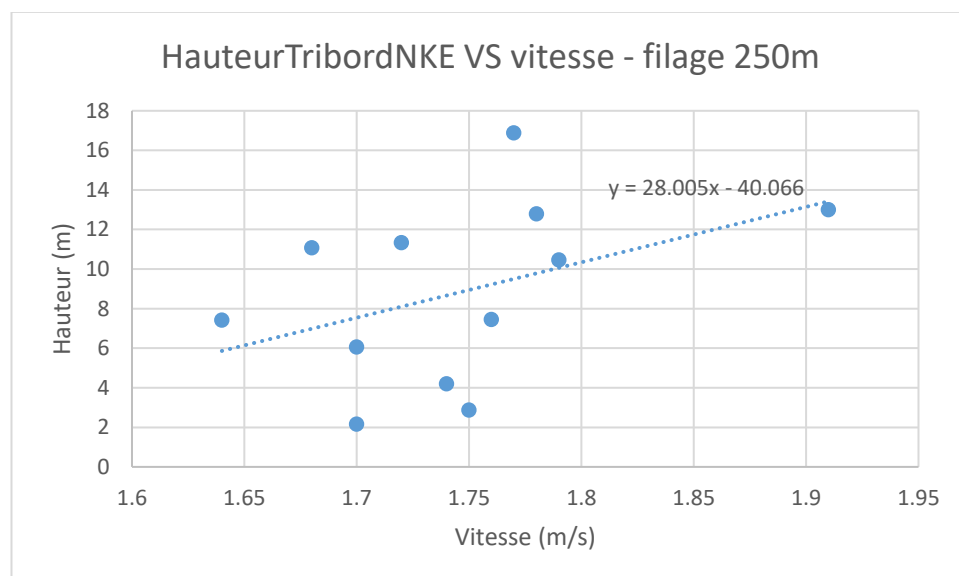
L'amplitude moyenne mesurée du mouvement vertical du panneau tribord sur une durée d'une minute est de l'ordre de 0.5 m.

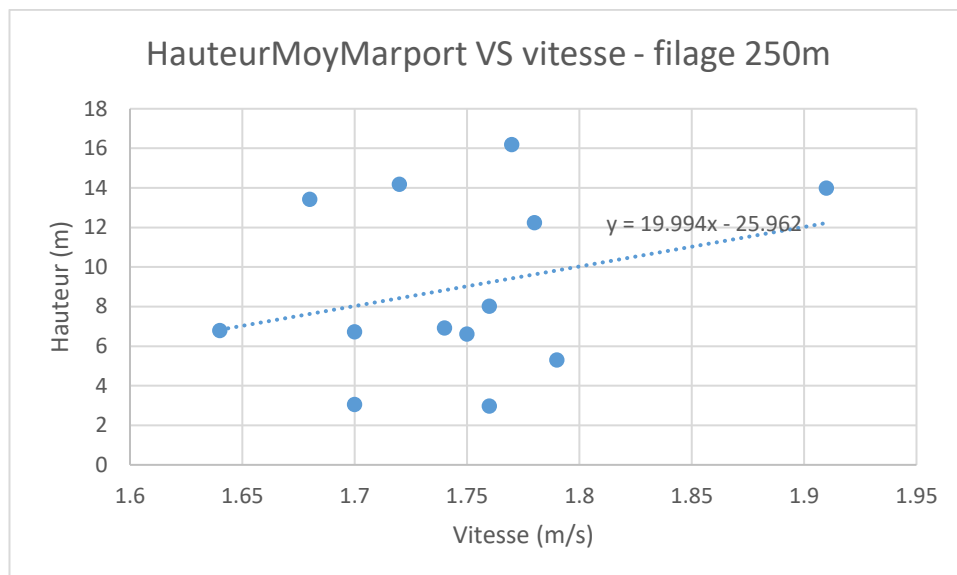
Les problèmes de stabilité observés lors des essais réalisés sur le panneau Reverse1 à bord du NO Europe n'apparaissent plus. Le réglage du braguet en particulier et des pattes en étaient la cause.

4.3 Capacité à réguler la hauteur du panneau au dessus du fond

Le CIRCE ne dispose pas de mesure de la longueur filée. Des marques tous les 50 m servent de repères. Par ailleurs, les sondeurs de panneaux qui indiquent leur hauteur au-dessus du fond ne fonctionnaient pas. Il est donc difficile pour ces essais de construire une relation précise, comme lors des essais à bord du NO Europe, entre hauteur des panneaux et filage.

L'effet de la vitesse est montré sur les graphes ci-dessous à partir d'une mesure de la profondeur des panneaux, moins précise qu'une mesure directe de la hauteur. Les conditions de courant, parfois fort et très variable, peuvent expliquer la dispersion des points. Le rapport entre vitesse et hauteur (de l'ordre de 20 à 28) est 1.5 à 2 fois plus grand de celui évalué sur le NO Europe. Le fait d'avoir une tension de remorquage plus importante (environ le double) que sur l'Europe montre que la chaîne était sous dimensionnée. Cependant cela n'a pas affecté la capacité à régler la hauteur des panneaux au-dessus du fond. Une meilleure stabilité de la hauteur serait apportée par une chaîne plus lourde ou plus longue.





Graphiques 3 : Relation entre la hauteur du panneau tribord (haut) ou la hauteur moyenne des panneaux (bas) et la vitesse du navire, à fiage constant de 250m. A partir du capteur NKE Tribord et en moyenne à partir des capteurs Marport

4.4 Remise en suspension de sédiment

4.4.1 Par les panneaux

Les valeurs indiquées par le turbidimètre de référence du panneau pour chaque essai étaient inférieures à 5 NTU. Il n'en est donc pas tenu compte pour l'analyse des résultats.

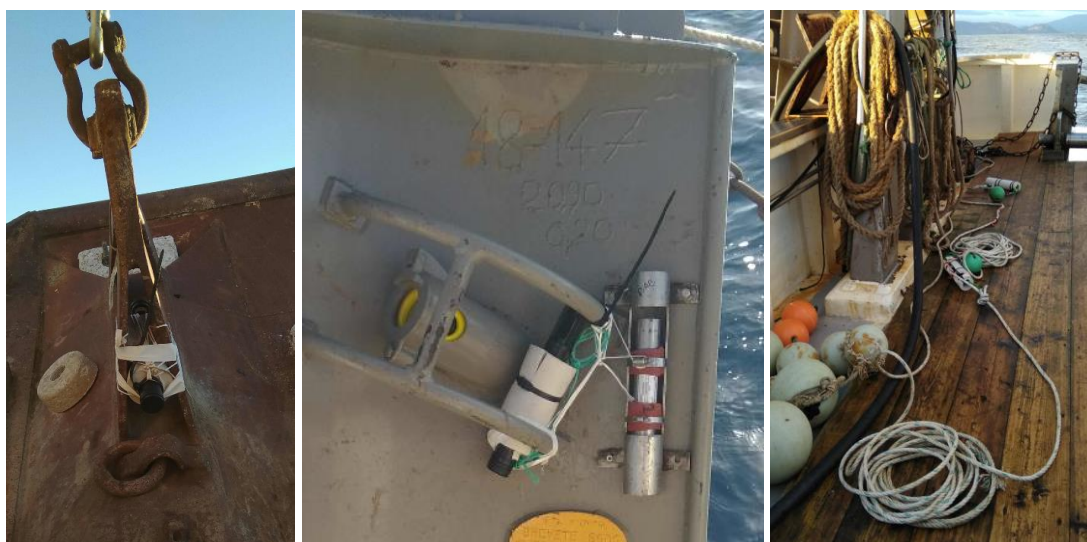


Photo 3 : montage des turbidimètres : sur un panneau (Le Béon puis Reverse2) et deux sur la ligne remorquée à partir de la jonction des pattes.

Les mesures moyennes suivantes (moyennage pour plusieurs traits) ont été obtenues

	NTU à 20m du panneau	NTU à 40m du panneau
Panneaux Le Béon	229	111
Panneaux Reverse2 au fond	140	31
Panneaux Reverse2 décollés	<8 *	<8 *

Tableau 4 : niveaux de turbidité derrière les panneaux. *cette valeur étant constante sur plusieurs traits, elle pourrait donc être assimilée à un offset du capteur (salissures sur la fenêtre optique ?), ce qui signifierait qu'il n'y a pas de turbidité significative mesurée.

Lorsque les panneaux décollés sont à une distance faible (de l'ordre de 1 m) du fond, il est très probable qu'ils provoquent une faible remise en suspension. En l'absence d'une mesure fine de cette distance par sondeur de panneaux, on ne peut pas conclure.

Les panneaux Reverse utilisés au fond remettent moins de sédiment en suspension du fait de recirculations et turbulences plus faibles que sur un panneau rudimentaire comme le Le Béon. Les panneaux suffisamment décollés ne remettent pas en suspension une quantité mesurable de sédiment.

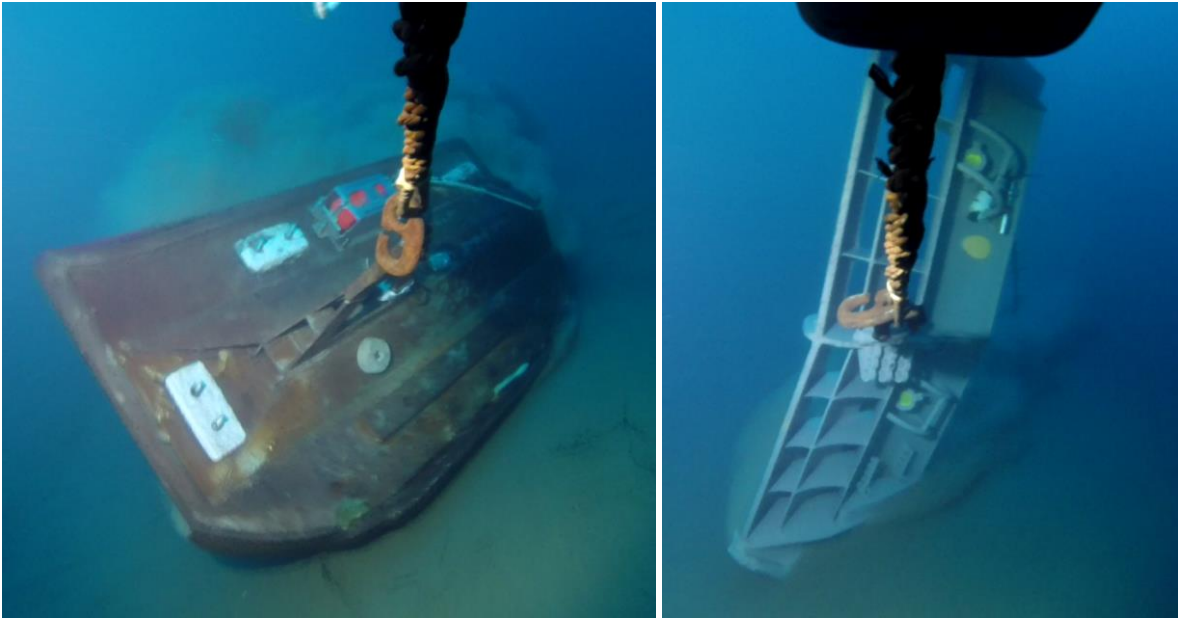


Photo 4 : les panneaux de référence produisent un nuage de sédiment plus haut et plus large que le panneau Reverse2 utilisé en panneau de fond.

4.4.2 Par la chaîne lest

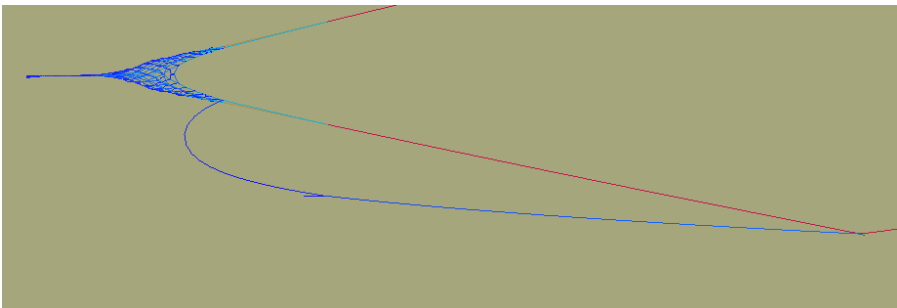


Figure 2 : simulation du montage d'une ligne pour disposer un turbidimètre dans le sillage de la chaîne lest

Une ligne textile flottée a été fixée entre le panneau et l'aile du chalut de façon à pouvoir placer un turbidimètre dans le sillage de la chaîne (Figure 2). Deux essais sans l'instrument se sont soldés par un échec : la ligne remontait enroulée autour de la chaîne. Cet objectif est abandonné pour le projet.

4.5 Angle d' incidence des panneaux

L'angle d'incidence ou d'attaque des panneaux (angle de la corde du panneau par rapport à son vecteur vitesse, supposé dans une eau calme ou par rapport au courant d'eau relatif au panneau) est une donnée de base pour obtenir un bon réglage et un fonctionnement au point nominal. Il n'existe pas à ce jour de système permettant de mesurer cet angle, sauf par

observation des rayures sur les semelles. Cependant, ces rayures indiquent un angle par rapport au sol, et non par rapport à l'eau, de plus les mouvements de roulis/tangage du panneau à l'approche du sol gênent l'interprétation.

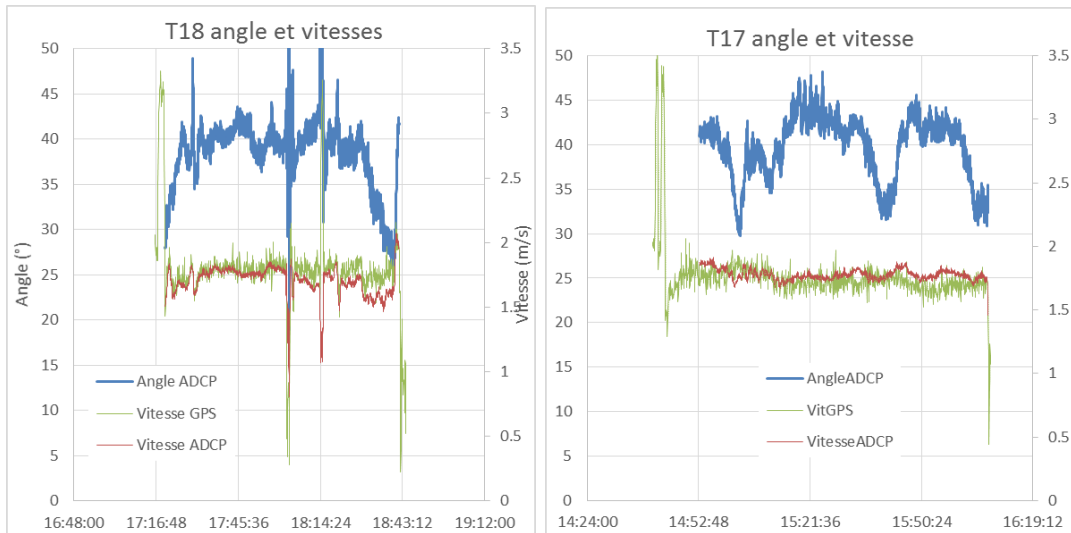


Photo 5 : montage de l'ADCP sur le haut du panneau, parallèlement à la corde.

L'angle d'incidence du panneau tribord a été mesuré pour les traits 13 à 18, alors que le panneau était à son meilleur réglage. Le Tableau 5 et les Graphiques 4 montrent une valeur moyenne pour la journée de 36 degrés avec des variations importantes autour de la moyenne.

Trait	Angle moyen [°]	Angle mini	Angle maxi
14	39	35	47
15	34	26	39
16	30	19	44
17	39	29	48
18	38	19	64
Moyenne	36		

Tableau 5 : angle d'incidence mesuré pour les traits de la dernière journée. Valeurs moyennes min et max.



Graphiques 4 : évolution de l'angle d'incidence et comparaison des vitesses de référence pour 2 traits.

La variation de l'angle ne reflète pas ce qu'on observe sur les vidéos. Les variations à « haute fréquence », interprétables comme un bruit, sont probablement liées au moyen de mesure. Par contre les variations se produisant avec une période de plusieurs dizaines de minutes montrent qu'il y a un réel et important changement d'angle d'incidence. Avec ce type de mesure on ne peut pas savoir si l'orientation en lacet du panneau est en cause (modification liée à des changements de tension dans le gréement), ou bien à un courant variable.

4.6 Energie

Une économie d'énergie importante a été observée par rapport aux panneaux de référence : - 10 l/hr soit plus de 10% de réduction. Cette économie a été accompagnée d'une ouverture horizontale de chalut nettement supérieure (au moins +50%). Si ces panneaux étaient adoptés par le CIRCE, ils seraient donc proposés avec une taille inférieure ce qui apporterait une réduction de consommation supplémentaire et un engin de pêche sensiblement dans les mêmes lignes.

4.7 Pêche

Il n'a pas été noté de diminution dans les captures. Cependant, le Circé ne pêche habituellement pas à cette période de l'année mais est le seul navire à pêcher dans cette zone.

5 Conclusions

- On note une économie d'énergie par rapport aux panneaux de référence (-10 l/hr soit plus de 10%) en obtenant une ouverture horizontale de chalut supérieure. Si ces panneaux étaient adoptés par le CIRCE, ils seraient donc proposés avec une taille inférieure ce qui apporterait une réduction de consommation supplémentaire.
- La chaîne lest était sous dimensionnée mais n'a pas empêché le réglage de la hauteur des panneaux.
- L'utilisation des panneaux décollés nécessitent l'utilisation de sondeurs de panneaux ou au moins de mesure de la profondeur en temps réel. C'est un frein potentiel à leur diffusion.
- L'angle d'incidence des panneaux a été mesuré pour la première fois avec un ADCP. On observe une variabilité assez importante (plus ou moins 8 degrés). Ce résultat est à mettre en relation avec les courants. La valeur moyenne de cette incidence est conforme à la valeur mesurée sur les semelles (environ 35°).
- La remise en suspension des panneaux suffisamment décollés est probablement nulle. La remise en suspension des panneaux Reverse utilisés en panneaux de fond est au moins 2 fois moins forte que pour les panneaux Le Béon (2 fois moins forte en NTU à 20m, 4 fois moins forte à 40m).
- Le gréement décollé ne semble pas réduire l'efficacité en pêche.
- Il demeure une forte incertitude sur les valeurs des coefficients de traînée (et portance dans une moindre mesure) des deux types de panneaux testés. Quelques éléments permettent d'expliquer une partie de la forte valeur de Cd. De même une dérive des caractéristiques d'un des dynamomètres (10%) au cours de la campagne, sans doute du fait d'un passage accidentel dans un réa, permet d'expliquer une partie seulement de l'incertitude. Les mesures de Cd CI seront à reconduire lors des prochains essais sur navire de 16m.