



Évaluation des systèmes d'amortissement de roulis sur les bateaux de pêche semi-hauturière du Québec

Par Francis Coulombe, Marie-Hélène Fournier, Aurem Langevin
et Michel Tremblay

13 janvier 2015

- Carte des ports de pêche du Québec maritime : MPO région du Québec



- La professionnalisation est une histoire récente : fin des années 1960, début 1970
- Actuellement, les débarquements sont basés sur trois espèces principales, en volume et *valeur*, exemple pour 2012 : crevette nordique (18 111 T; 34,5 M\$, homard américain (3983 T; 40M\$) et crabe des neiges (13 528 T; 62,8 M\$). Source : <https://portail.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/Peche/Pages/DanaInfo=www.mapaq.gouv.qc.ca+Peche.aspx>

La pêche semi-hauturière au crabe des neiges



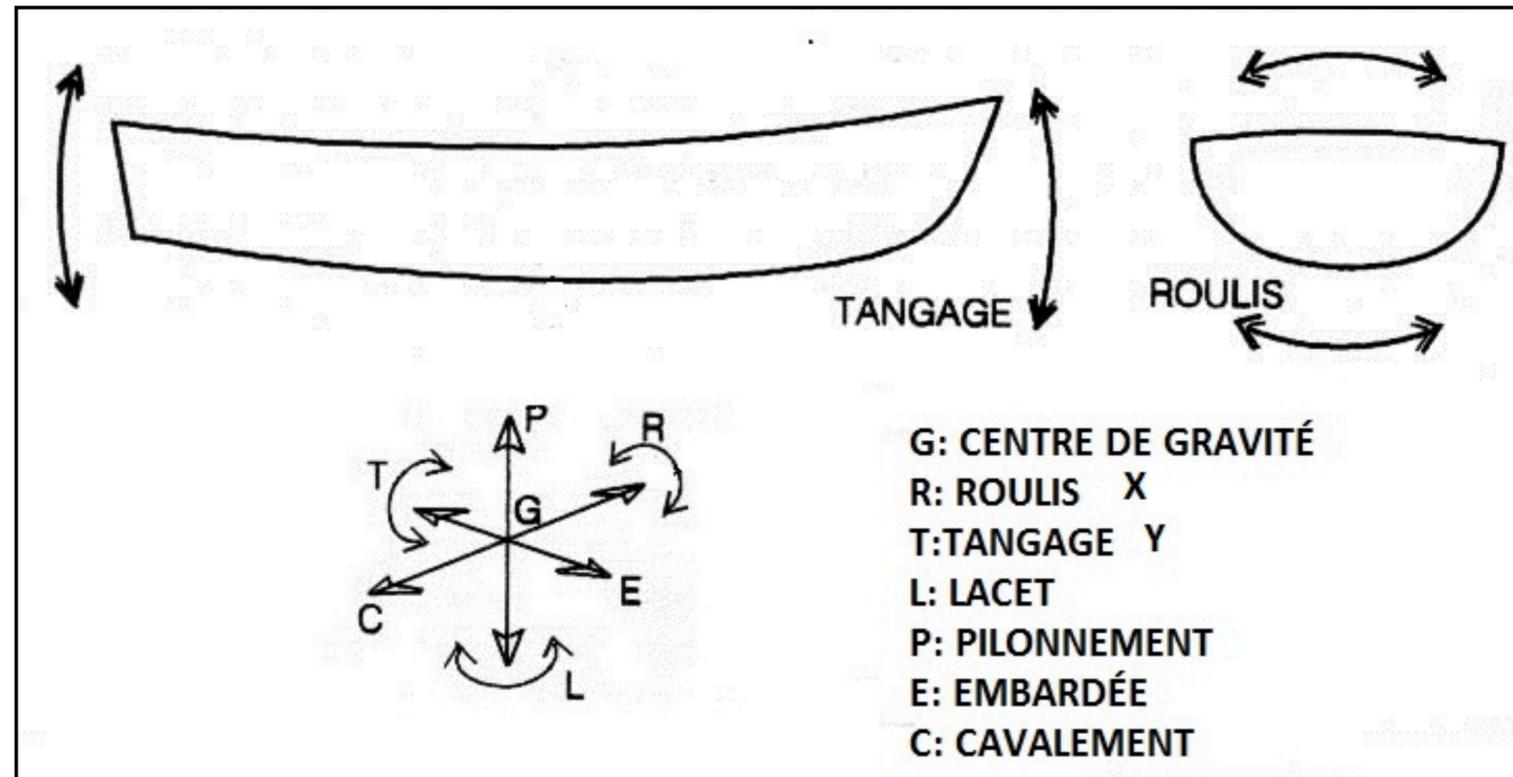
Objectif général :

Évaluation du système antiroulis à ailerons à charnières au regard de la sécurité des bateaux, du confort des équipages et de la performance sur le plan de l'efficacité énergétique

Sous-objectifs :

1. Inventorier les systèmes d'amortissement du roulis des navires de pêche semi-hauturière en opération au Québec
2. Réaliser une enquête pour mesurer le degré de satisfaction des pêcheurs qui utilisent les ailerons à charnières comme système d'amortissement du roulis en matière d'opération et de sécurité
3. MAJEUR : Procéder à des tests comparatifs de performance en mer de deux crabiers jumeaux équipés des deux systèmes d'amortissement du roulis – un à paravanes et l'autre à ailerons à charnières, les plus utilisés sur les bateaux de pêche semi-hauturière

Les mouvements d'un navire en fonction de l'état de la mer



Les systèmes de réduction du roulis (SRR)

Paravanes



Partie immergée



Ailerons à charnières



Citerne de compensation



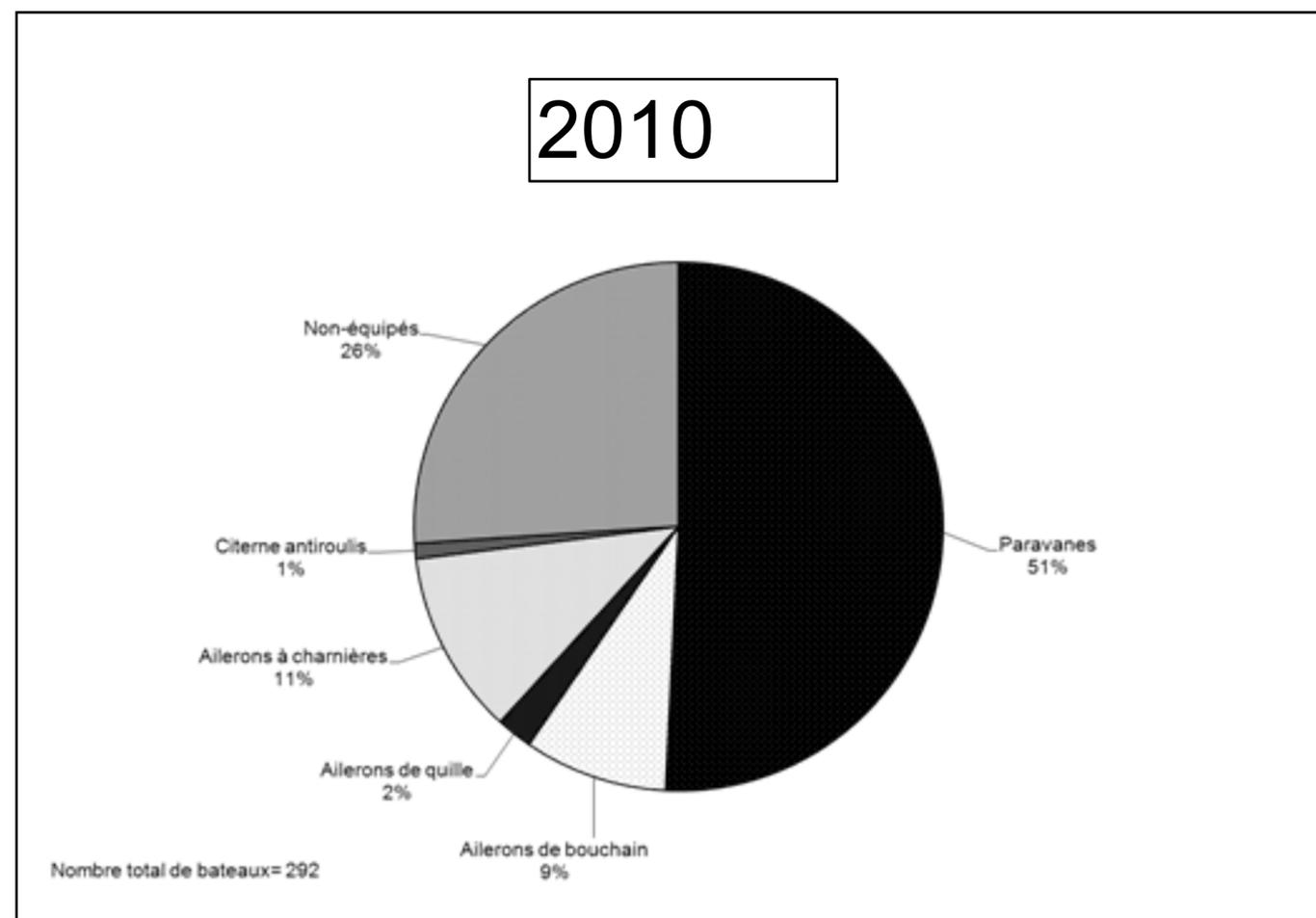
Aileron de bouchain



Aileron de quille



- **Inventaire** : Tournée photographique des principaux ports
 - Rivière-au-Renard
 - Grande-Rivière
 - Sainte-Thérèse-de-Gaspé
 - Newport
 - Gascons
 - Cap-aux-Meules
 - Sept-Îles
- **Les systèmes d'ailerons à charnières** : Enquête sur la satisfaction des pêcheurs
 - 16 capitaines sur 30 ont été rencontrés, au moins une saison de pêche, navire équipé d'ailerons à charnières
 - Un guide technique détaillé d'entrevue
 - Huit questions : satisfaction générale, déploiement, manœuvre du navire, consommation de fuel, conditions de travail à bord



Taux de satisfaction	Satisfaction générale	Facilité de mise en position	Manœuvre en pêche	Manœuvre au port	Manœuvre en route	Consommation de carburant	Amélioration des conditions de travail	Appréciation
1						1		
2						1		1
3	1			2		1		
4	4	1	3	4	3	4	4	7
5	11	14	13	10	13	8	12	8

Évaluation de la satisfaction des pêcheurs naviguant sur des bateaux équipés d'ailerons à charnières

Degré de satisfaction (1= nulle 2=faible 3=moyen 4=bonne 5=excellente)

- Le navire réagit mieux à la gouverne, la gite est très limitée lors des virements de bord et ils sont plus rapides (manoeuvre en route). *Capitaine du bateau no1*
- Trouve les paravanes plus efficaces dans certaines conditions, mais il ne reviendrait pas à ce système. *Capitaine du bateau no2*
- Par contre, beaucoup plus facile et sécuritaire à mettre en œuvre comparativement aux paravanes. *Capitaine du bateau no3*

- Les essais en mer
 - les crabiers jumeaux
 - les conditions expérimentales
 - les essais en mer
 - acquisition et traitement des données



Crabiers jumeaux

Conditions expérimentales

Condition météo (vitesse du vent)

- Temps calme, moins de 10 nœuds (X)
- Temps modéré, 10-20 nœuds (Y)
- Temps agité, 20 nœuds et plus (Z)

Position des systèmes antiroulis

- Relevés, en position verticale (1)
- Espars seulement ou 1 seul aileron déployé (2)
- Déployés - paravanes à l'eau et 2 ailerons déployés (3)

Vitesse du navire

- Arrêt (A)
- Vitesse moyenne (6 nœuds) (B)
- Vitesse élevée (9-10 nœuds) (C)

Orientation du bateau par rapport au vent dominant

- Vent de face
- Vent de travers
- Vent arrière

21 essais appariés de 15 minutes / jour ouvrable / 3 jours



A. Enregistreur intégrateur

Variables mesurées en B et C plus le torque transmis à l'hélice¹ pour dérivation de l'énergie consommée

¹ Torquemètre Binsfield



B. Centrale inertielle-timonerie

- accélération (a_x , a_y , a_z)
- déplacement (angulaire)
- direction et vitesse GPS par rapport au fond (sol)



Anémomètre

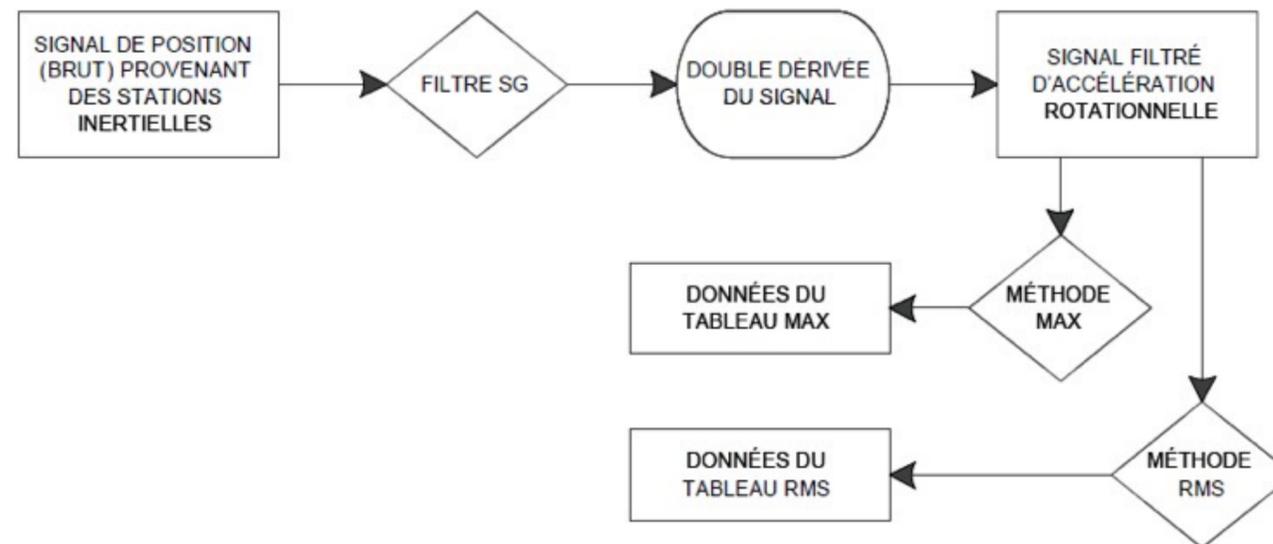
- vitesse et direction relatives du vent

Les instruments de mesure :
fréquence 4 Hz

Les données de mouvements :

La valeur efficace (Méthode RMS pour Root Mean Square)

La moyenne des 20 valeurs maximales (Méthode MAX)



Graphiques cartésiens des positions angulaires ou des accélérations appariées du Rudy L1 vs Danie Martine en roulis comme en tangage

$$\text{Consommation d'énergie} = \int_{t=0}^{15 \text{ min}} P * dt \quad \text{où} \quad P = \tau * \omega$$

P : Puissance à l'arbre (Watts)

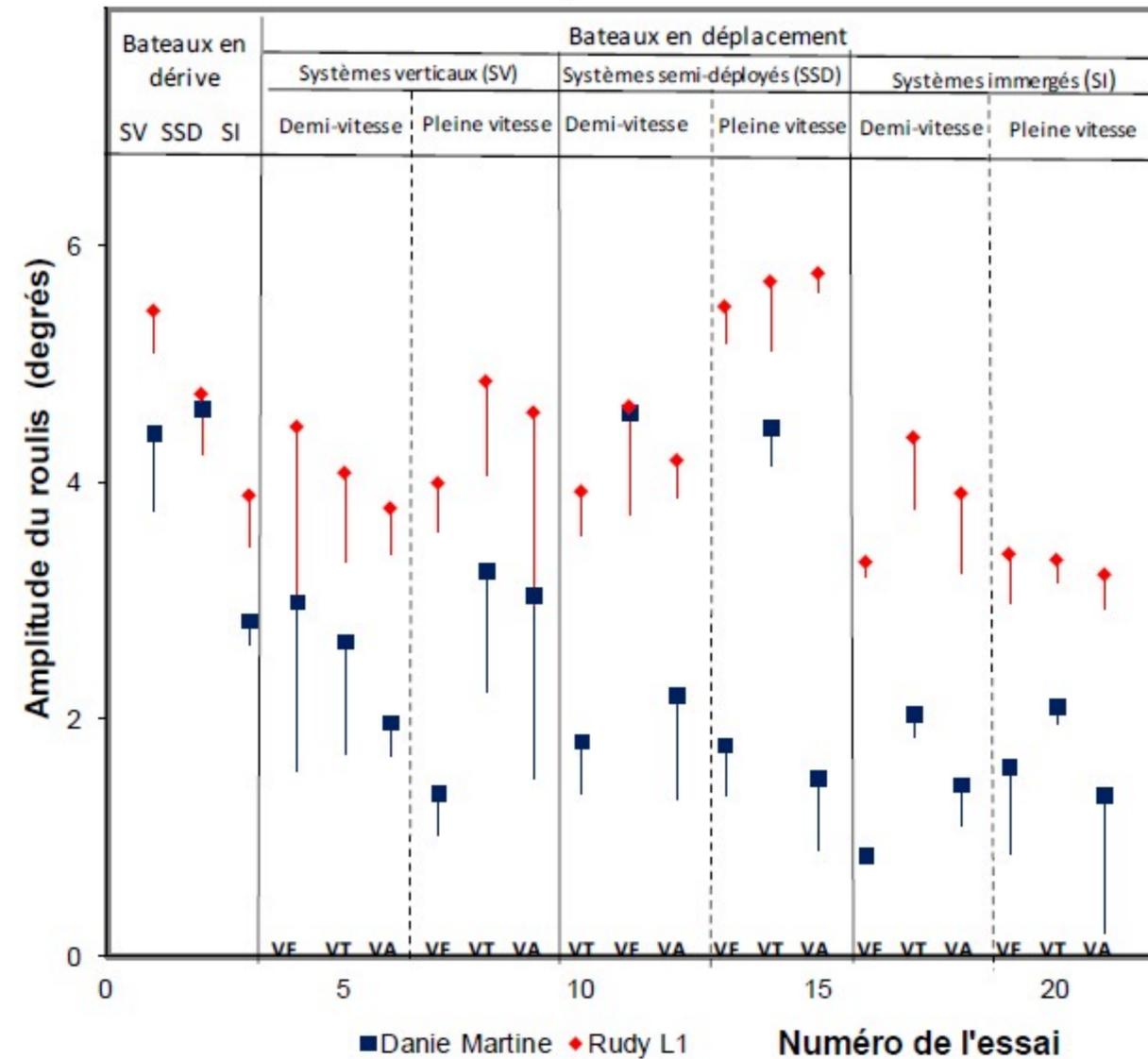
τ : Couple à l'arbre (shaft torque) (Newton * mètre)

ω : Vitesse angulaire de l'arbre (radians/seconde)

Évaluation et comparaison expérimentale du comportement et des performances en mer



MÉTHODE RMS

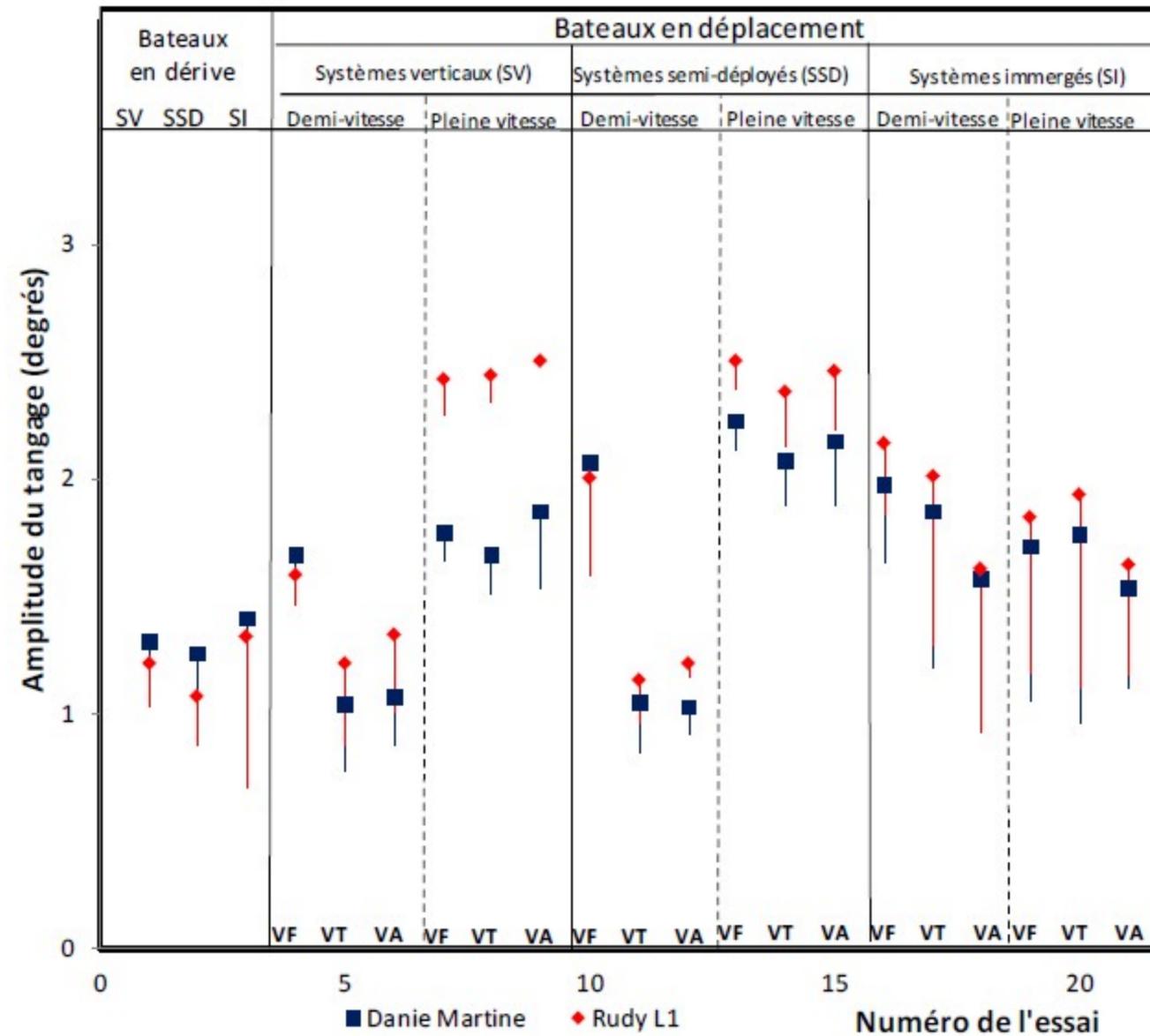


Effet sur le roulis

Évaluation et comparaison expérimentale du comportement et des performances en mer



MÉTHODE RMS



Effet sur le tangage

Évaluation et comparaison expérimentale du comportement et des performances en mer



Conditions de navigation			Consommation d'énergie		
Position du système d'amortissement	Vitesse du bateau	Direction du vent	Jour 1 (27 mai)	Jour 2 (1er juin)	Jour 3 (3 juin)
SV	Dérive				
SSD					
SI					
SV	Demi-vitesse	VA			
		VF			
		VT			
SSD		VA			
		VF			
		VT			
SI		VA			
		VF			
		VT			
SV	Pleine vitesse	VA			
		VF			
		VT			
SSD		VA			
		VF			
		VT			
SI		VA			
		VF			
		VT	n.d.		

Analyse comparative de la consommation d'énergie

SV : système vertical SSD : système semi-déployé SI : système immergé
 VA : vent arrière VF : vent de face VT : vent de travers (tribord ou bâbord)

-  Avantage ailerons à charnières – Rudy L1 (> 10 % de réduction)
-  Équivalent pour les 2 systèmes (± 10 %)
-  Avantage paravanes – Danie Martine (> 10 % de réduction)

CONCLUSIONS :

- **Aucun indicateur négatif face à la nouvelle technologie des ailerons**
 - Ailerons à charnières réduisent le roulis lorsqu'ils sont déployés
 - L'amplitude du roulis du Rudy L1 se situe dans un intervalle de valeurs acceptables alors que celle du tangage est comparable avec le Danie Martine
 - Le Rudy L1, avec ailerons, a montré des accélérations plus brusques qui pouvaient être ressenties plus fortement par les équipages, augmentant ainsi les **risques** potentiels de chute des membres d'équipage (de même niveau ou par-dessus bord)
 - En revanche, un redressement rapide du navire signifie qu'il peut être moins porté à chavirer par mer agitée, d'où plus de **sécurité**
 - Sur le plan de la consommation d'énergie, avec dispositif immergé, le Rudy L1 consommait moins à demi-vitesse, cas le plus fréquent en opération de pêche et de manière équivalente, en pleine vitesse, comme celle utilisée pour le déplacement entre le quai et les fonds de pêche
 - L'enquête auprès des capitaines a montré leur haut taux de satisfaction face à cette technologie en émergence
 - Tous s'accordent pour dire qu'elle est plus simple et **sécuritaire** à déployer

À noter : en 2010 : 30 bateaux de pêche ainsi équipés vs en 2014 : environ 100

PORTÉE DE L'ÉTUDE

- Étude limitée aux crabiers
- Conditions opérationnelles vécues durant l'expérimentation étaient moins extrêmes que celles parfois vécues par les pêcheurs; les bateaux naviguaient légers, c'est-à-dire sans cargaison ni ballast
- Ces deux facteurs ne nous ont pas permis de démontrer que le système d'amortissement du roulis à ailerons à charnières est supérieur, ou inférieur, à celui à paravanes

Pour plus de détails :

Évaluation de systèmes d'amortissement du roulis sur les bateaux de pêche semi-hauturière du Québec

Coulombe, Francis; Fournier, Marie-Hélène; Langevin, Aurem

Études et recherches / Rapport R-811, Montréal, IRSST, 2014, 67 pages.

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-811.pdf>

- Optimisation de l'hydrodynamisme des ailerons à charnières afin de passer d'une approche empirique à une approche expérimentale de conception basée sur des calculs de stabilité normalisés pour améliorer la technologie sur les divers plans abordés dans l'étude initiale
- Actuellement, Merinov a été approché par des partenaires français (Pôles Mer Atlantique, dont l'Institut maritime de prévention de Lorient, un armement de pêche, Écoles de génie de Nantes, Bureau Veritas, etc.)
- Le but est de réaliser cette étude, de concert avec le Chantier naval Forillon et l'Association des capitaines-propriétaires de la Gaspésie, au bénéfice du secteur de la pêche des deux côtés de l'Atlantique
- Les résultats devraient être intégrés dans un vaste programme de recherche relatif à l'éco et l'ergoconception du navire de pêche du futur du Québec

REMERCIEMENTS

• À LA RÉALISATION :

- Messieurs Alban Hautcoeur et Christian Lelièvre, capitaines-propriétaires et les membres d'équipage du Danie Martine et du Rudy L1
- M. Michel Tremblay de Merinov pour son expertise en matière de navigation et, un merci spécial, pour le soutien à la production du rapport
- Mme Suzanne Bourget pour sa collaboration lors des essais en mer et son dévouement pour l'illustration des données
- Mme Marie-France d'Amours de l'IRSST pour son encadrement
- Deux réviseurs anonymes et Mme Sophie De Serres, de l'IRSST, pour la révision du rapport

• AU FINANCEMENT :

- L'INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL
- LE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA VIA SON SOUTIEN AU PROGRAMME **STEP** (SERVICE TECHNOLOGIQUE EN PÊCHE)
- MARINEXPERT, LE CHANTIER NAVAL FORILLON INC. ET L'ASSOCIATION DES CAPITAINES PROPRIÉTAIRES DE LA GASPÉSIE