



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE

Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture
Sous-direction des pêches maritimes
Bureau de l'économie des pêches
Adresse : 3 place de Fontenoy 75700 PARIS 07 SP
Suivi par : Florence CLERMONT-BROUILLET
Tel : 01 49 55 82 41
Fax : 01 49 55 82 00
Réf. Interne:/
Réf. Classement :/

Date de mise en application : immédiate

Annule et remplace:/

Date limite de réponse:/

Nombre d'annexes : 6

CIRCULAIRE
DPMA/SDPM/C2008-9614

Date : 26 mai 2008.

Le Ministre de l'agriculture et de la pêche

à

Madame et Messieurs les préfets de région

Objet : Plan de sauvetage et de restructuration : dans le cadre de la phase de restructuration, mise en place des audits financiers et techniques des entreprises de pêche maritime

Bases juridiques :

- Règlement (CE) n° 659/1999 du Conseil du 22 mars portant modalités d'application de l'article 93 du traité CE ;
- Règlement (CE) n° 994/98 du Conseil du 7 mai 1998 sur l'application des articles 92 et 93 du traité instituant la communauté européenne à certaines catégories d'aides d'Etat horizontales ;
- Lignes directrices communautaires 2004/C-244/02 au JO du 1er octobre 2004, concernant les aides d'état au sauvetage et à la restructuration d'entreprises en difficulté ;
- Ordonnance n°45-2138 du 19 septembre 1945 portant institution de l'ordre des experts comptables et réglementant le titre et la profession d'expert comptable modifié par l'article 5 de l'ordonnance n°2004-279 du 25 mars 2004 ;
- Décret n°69-810 du 12 août 1969 relatif à l'organisation de la profession et au statut professionnel des commissaires aux comptes

- Circulaire n°1617 du 24 juin 1986 du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie relative à l'agrément des coopératives maritimes en qualité de groupements de gestion.
- Communication du 09 mars 06 de la Commission au Conseil et au Parlement européen : *Améliorer la situation économique au secteur de la pêche.*
- Circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006 de mise en place des audits financiers des entreprises de pêche maritime en difficulté, modifiée par la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 31 juillet 2006 et par la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9633 du 4 décembre 2006
- Circulaire DPMA/SDPM/C2006-9627 du 26 septembre 2006 portant sur le plan de sauvegarde des entreprises de pêche professionnelle modifiée par :
- Circulaire DPMA/SDPM/C2006-9634 du 4 décembre 2006 modifiant la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9627 du 26 septembre 2006
- Circulaire DPMA/SDPM/C2007-9602 du 28 février 2007, modifiant la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9627 du 26 septembre 2006
- Circulaire DPMA/SDPM/C2007-9609 du 19 avril 2007, modifiant la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9627 du 26 septembre 2006
- Circulaire DPMA/SDPM/C2007-9616 du 27 août 2007 sur le calendrier des mesures de sauvetage et modalités de remboursement dans le cadre du Plan de Sauvetage et de Restructuration des entreprises de pêche
- Circulaire DPMA/SDPM/C2007-9626 du 12 novembre 2007 définissant la procédure d'examen des plans de restructuration du Plan de Sauvetage et de Restructuration (PSR) et modification de la circulaire DPMA/SDPM/C2007-9617 du 27 août 2007.
- Circulaire DPMA/SDPM/C2007-9631 du 5 décembre 2007 relative à la mise en oeuvre financière de la circulaire DPMA/SDPM/C2007-9626 du 12 novembre 2007.

Destinataires

<u>Pour exécution :</u> Mme et MM. les Préfets de région MM. les directeurs régionaux des affaires maritimes MM. les directeurs départementaux des affaires maritimes M. le directeur des affaires maritimes	<u>Pour information :</u> Mmes et MM. les Préfets de département M. le Directeur de l'Établissement national des invalides de la marine M. le directeur du GE CFDAM
--	--

Résumé : La présente circulaire fixe les modalités d'examen des audits réalisés dans le cadre de la phase de restructuration, préalables à l'élaboration du plan de restructuration de chaque entreprise.

Mots clés : Pêche maritime, Plan de sauvetage et de restructuration, audits, phase de restructuration, Commission Régionale d'Attribution des Aides.

1 NATURE DE L'AUDIT A EFFECTUER AU TITRE DE LA PHASE DE RESTRUCTURATION	4
2 BENEFICIAIRES	4
3 MISSIONS DE LA COMMISSION REGIONALE DE RESTRUCTURATION : COMMISSION REGIONALE D'ATTRIBUTION DES AIDES (CRAA) ELARGIE	4
3.1 Composition de la CRAA	4
3.2 Rôle de la CRAA	5
3.2.1 1ère phase : analyse de la situation financière et comptable des entreprises.	5
3.2.2 2ème phase : réalisation d'un audit technique des entreprises : élaboration du plan de restructuration.	5
3.2.3 Rapports mensuels	6
4 CONDITIONS D'INTERVENTION	6
4.1 Choix des structures habilitées à réaliser l'audit	6
4.2 Cahier des charges à respecter par les structures d'audit	6
4.3 Utilisation des informations contenues dans les audits	7
4.4 Modalités de financement des audits	7
5 FINANCEMENT	8
5.1 Enveloppe budgétaire	8
5.2 Engagement et paiement	8
ANNEXE I : CRITERES D'AUDIT	
ANNEXE II : DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT D'UN AUDIT FINANCIER	
ANNEXE IV : ECHANGE D'INFORMATIONS	
ANNEXE V : DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT	
ANNEXE VI : DEMANDE GROUPEE D'ENGAGEMENTS COMPTABLES	

Le ministère de l'agriculture et de la pêche a mis en place un « Plan de Sauvetage et de Restructuration » (PSR) dont les modalités s'inscrivent dans le cadre des lignes directrices établies par la communication de la Commission européenne du 9 mars 2006 susvisée.

La présente circulaire précise les modalités de mise en œuvre, au titre de la phase de restructuration, d'audits préalables à l'élaboration des plans de restructuration des entreprises. Ces audits d'entreprise, de nature financière et technique, permettront à une Commission régionale de restructuration de déterminer les mesures de restructuration et d'accompagnement à mettre en œuvre pour chaque entreprise.

La Commission régionale de restructuration sera constituée par la Commission régionale d'attribution des aides (CRAA) dont la composition sera élargie, pour l'examen de ces audits et des plans de restructuration, aux collectivités locales, notamment les conseils régionaux, et à OSEO.

1 Nature de l'audit à effectuer au titre de la phase de restructuration

L'audit vise à déterminer l'ampleur et la nature des difficultés rencontrées par l'entreprise et établir une recommandation sur le dispositif de restructuration et d'accompagnement de l'entreprise à mettre en œuvre.

Ces audits s'appuieront sur les audits réalisés dans le cadre de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006 modifiée relative à la mise en place des audits financiers des entreprises de pêche maritime en difficulté.

Ils seront complétés par un audit technique comportant, entre autres, un diagnostic énergétique.

Les audits sont réalisés à la demande du chef d'entreprise par des structures habilitées et indépendantes.

2 Bénéficiaires

Pour bénéficier du financement de l'audit au titre de la phase de restructuration, une entreprise doit s'être engagée dans la démarche du PSR c'est-à-dire avoir réalisé un audit financier préalable conformément à la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006.

Les entreprises qui ne se seraient pas engagées préalablement dans la démarche du PSR peuvent y adhérer. Dans ce cas, elles doivent respecter les conditions suivantes :

- être propriétaire d'au moins un navire actif au fichier flotte, à titre professionnel, et en vue de la commercialisation des produits, ou exploiter au moins un navire affrété dans les mêmes conditions
- être constitué en entreprise individuelle, en société de pêche artisanale ou en société
- avoir un excédent brut d'exploitation (EBE) inférieur ou égal à 15 % du chiffre d'affaires (CA) (situation 2007 ou projection 2008)
- déposer un audit effectué d'après les critères proposés en annexe I et le proposer à la Commission Régionale d'Attribution des Aides (CRAA) (cf. point 3.2.1. ci-dessous).

Les DRAM signaleront à la DPMA les entreprises qui souhaiteraient entrer dans le PSR et dont le ratio EBE/CA serait supérieur à 15%.

3 Missions de la Commission régionale de restructuration : Commission Régionale d'Attribution des Aides (CRAA) élargie

3.1 Composition de la CRAA élargie

La Commission Régionale d'Attribution des Aides (CRAA), qui a été créée dans chaque région en 2006, est composée des représentants de la Direction Régionale des Affaires Maritimes (services des Affaires économiques, des Gens de mer et de l'ENIM...) et des services placés sous l'autorité des Trésoriers Payeurs Généraux de Région.

Elle associe pour consultation des représentants professionnels de la pêche maritime (Comités régionaux des pêches maritimes et des élevages marins et comités locaux en tant que de besoin, organisations de producteurs), les établissements financiers représentatifs à

l'échelle régionale et d'autres structures sur proposition du Directeur Régional des Affaires Maritimes.

Elle est élargie, pour l'examen des présents audits et des plans de restructuration des entreprises, aux collectivités locales, plus particulièrement aux conseils régionaux, et à OSEO.

3.2 Rôle de la CRAA

3.2.1 1ère phase : analyse de la situation financière et comptable des entreprises.

Pour les entreprises déjà inscrites au PSR : la CRAA devra examiner le dossier de chaque entreprise inscrite au PSR. Chaque entreprise inscrite au PSR et toujours en activité, sera convoquée à une réunion de la CRAA.

Il lui sera demandé de présenter préalablement son audit financier, réalisé dans le cadre de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006, réactualisé sur la base des dernières données comptables et financières.

Pour les entreprises qui ne sont pas inscrites au PSR : les entreprises souhaitant s'engager dans la démarche du PSR devront déposer un audit conforme aux préconisations de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006.

Les entreprises candidates déposeront auprès des DDAM leur demande pour bénéficier de ce dispositif, en remplissant le formulaire prévu à l'annexe II, préalablement à la réalisation des audits financiers. Les dossiers de demande de financement d'audits financiers devront être déposés auprès des services des affaires maritimes **avant le 30 juin 2008**.

Pour toutes les entreprises : la CRAA doit, lors de l'examen de l'audit financier, déterminer avec les différents créanciers les possibilités de ré-échelonnement des dettes. Cet exercice ne conduira pas à l'octroi d'aides au sauvetage supplémentaires. Après avoir évalué ces possibilités, la CRAA devra déterminer si l'entreprise peut s'engager dans un plan de restructuration ou si la sortie du secteur semble la plus adaptée. La CRAA établira la liste des entreprises éligibles à l'aide prévue pour ces audits techniques.

3.2.2 2ème phase : réalisation d'un audit technique des entreprises : élaboration du plan de restructuration.

Les entreprises ayant des perspectives de retour à la viabilité économique déposeront, **dans un délai de deux mois après la notification de l'avis de la CRAA**, un audit technique qui propose des mesures de restructuration de l'entreprise et doit permettre à celle-ci de déposer son plan de restructuration.

Toutes les entreprises de pêche concernées devront avoir élaboré et déposé leur plan de restructuration avant le 30 octobre 2008.

La CRAA examinera cet audit et déterminera les possibilités d'accompagnement financier de cette restructuration.

L'avis de la Commission est intégré au dossier de demande de paiement de l'audit.

Les types de mesures de restructuration peuvent être proposées aux entreprises suite à la présentation de leur plan de restructuration (voir annexe III). Les aides permettant un appui à

la mise en œuvre de ce plan seront précisées par une circulaire complémentaire, modifiant la circulaire DPMA/SDPM/C2007-9626 du 12 novembre 2008.

3.2.3 Rapports mensuels

La CRAA établira deux rapports analytiques sur les résultats de ces deux phases. La Direction Régionale des Affaires Maritimes (DRAM) transmettra ces rapports à la DPMA (bep.dpma@agriculture.gouv.fr). **Le premier rapport devra parvenir à la DPMA au plus tard le 25 juillet 2008, le second au plus tard le 30 octobre.**

Ces rapports permettront notamment de mettre en œuvre les plans de sortie de flotte nécessaires.

La DRAM transmettra par ailleurs à la DPMA, mensuellement, la liste des entreprises inscrites à l'audit financier (en précisant le stade d'avancement) **et la liste des entreprises pour lesquels un audit technique est réalisé** (cf. annexe IV). Les rapports des mois de juillet et d'octobre seront transmis en même temps que les rapports analytiques de la CRAA.

4 Conditions d'intervention

4.1 Choix des structures habilitées à réaliser l'audit

Les conditions de choix des structures habilitées à réaliser l'audit financier figurent dans la partie 3.1 de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006 modifiée.

Pour la réalisation de l'audit technique, la structure choisie doit avoir une expérience technique dans le secteur de la pêche maritime professionnelle, avoir des compétences halieutiques reconnues et être en mesure de répondre aux exigences définies pour le diagnostic énergétique.

La DRAM établit une liste des structures habilitées. Elle est insérée dans le dossier de demande remis aux candidats à l'audit.

Cette liste est indicative et pourra être complétée au vu des structures effectivement choisies par les candidats et répondant à l'ensemble des critères précités.

4.2 Cahier des charges à respecter par les structures d'audit

Le cahier des charges de l'audit financier est fixé dans la partie 3.2 de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 du 5 juillet 2006 modifiée. Par ailleurs, la procédure d'examen des plans de restructuration et leur définition sont prévues dans la circulaire DPMA/SDPM/C2007-9626 du 12 novembre 2007.

L'ensemble des audits financier et technique doit permettre l'élaboration du plan de restructuration et s'organisera autour des points suivants :

- une étude des causes de la difficulté à partir d'éléments internes ;
- une étude sur les ressources et les débouchés commerciaux de l'entreprise ;
- des mesures internes de retour à la viabilité ;
- adaptation possible du mode de gestion ;
- un plan de formation ;

- un bilan technique de l'entreprise ; l'audit comportera un volet diagnostic énergétique répondant au cahier des charges joint en annexe I.

Le rapport de l'ensemble des deux audits comporte au minimum :

1. une copie des éléments comptables analysés et un récapitulatif des indicateurs choisis et utilisés pour qualifier la difficulté de l'entreprise ;
2. un rapport d'audit technique des navires (techniques de pêche, sécurité, traitement des produits à bord...) ;
3. le diagnostic énergétique des navires ; ce diagnostic est obligatoire pour les entreprises qui demandent à bénéficier d'aides permettant de réduire la facture énergétique et/ou pour les entreprises où pour lesquelles le poste énergie est important ;
4. une synthèse des recommandations pour le retour à la viabilité financière à court terme de l'entreprise qui s'articulera autour des thèmes suivants :

Effort de pêche : L'évaluation porte sur l'adéquation entre les capacités de pêche des navires de l'entreprise et/ou du groupe et les possibilités de pêche auxquelles accède l'entreprise. L'évaluation est faite pour les différentes pêcheries séparément. Dans le cas d'augmentation, la procédure ad hoc doit être terminée. La DPMA pourra être sollicitée pour apprécier les possibilités effectives d'augmentation.

Diminution des coûts d'exploitation : L'évaluation porte sur les dispositions permettant une diminution des charges, par l'intermédiaire d'investissements sur les actifs, de meilleure organisation des activités, d'évolution des techniques de pêche... Les efforts sur les économies d'énergie sont particulièrement attendus.

Valeur ajoutée : L'évaluation porte sur l'existence de projets, à dimension individuelle ou collective, permettant une plus grande valorisation des produits.

Gestion de l'exploitation : L'évaluation porte sur les changements de statut, d'organisation au sein de la structure de gestion, les investissements garantissant une meilleure acquisition et circulation de l'information.

4.3 Utilisation des informations contenues dans les audits

Les candidats réalisant un audit et le soumettant à la CRAA, acceptent que ces diagnostics individuels soient mis à disposition de l'administration.

4.4 Modalités de financement des audits

Les audits financiers que doivent présenter les entreprises qui ne sont pas inscrites au PSR sont remboursés après leur présentation à la CRAA. La dépense est prise en charge à 100% dans les limites d'un plafond de 500 euros par entreprise.

Les audits techniques, qui ont été demandés par la CRAA suite à l'examen de l'audit financier, sont pris en charge à 100% avec un plafond de 7 500 euros par entreprise. Une avance de 50% peut être versée sur présentation d'un devis.

5 Financement

5.1 Enveloppe budgétaire

Cette mesure est financée avec une enveloppe globale de 7,5 millions d'euros, imputée sur le programme 154 : « Gestion durable des pêches maritimes et de l'aquaculture » - sous action 63.

5.2 Engagement et paiement

La DRAM transmettra la proposition d'engagement comptable des audits (cf. annexe VI) au CNASEA.

La DRAM transmettra au fur et à mesure de leur réception, les demandes de paiement d'audit (cf. annexe V) au CNASEA, sous forme d'une liste qui fera apparaître :

- les demandes de paiement pour les nouveaux audits financiers après leur examen par la CRAA
- les demandes de paiement des avances pour les audits économiques et techniques sur présentation des devis
- les demandes de paiement des audits économiques et techniques après leur examen par la CRAA.

La liasse de demande de paiement d'audit sera transmise gratuitement aux DRAM sur demande auprès du service reprographie du CNASEA par mail à caroline.cortiana@cnasea.fr et nicolas.roche@cnasea.fr.

Si la délégation de crédits au CNASEA s'avérait supérieure au montant des aides versées pour les audits financiers et techniques, les sommes non utilisées pour les audits seraient reportées sur les autres mesures du PSR gérées par le CNASEA.

Je vous demande de mettre en œuvre ces mesures dans les meilleurs délais.

Vous voudrez bien me faire connaître les éventuelles difficultés d'application de cette instruction.

Le Ministre de l'agriculture
et de la pêche

Michel BARNIER

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : CRITERES D'AUDIT

Comportant le cahier des charges du diagnostic énergétique et 12 documents

- Document 1 : Architecture générale du navire
- Document 2 : Systèmes de propulsion
- Document 3 : Architecture des engins de pêche
- Document 4 : Armement du navire
- Document 5 : Recueil d'information pour la phase 1 du diagnostic
- Document 6 : Détail des éléments du diagnostic énergétique en fonction de la classe typologique du navire
- Document 7 : Récapitulatif des puissances par poste
- Document 8 : Récapitulatif des dépenses énergétiques par marée
- Document 9 : Actions permettant de réaliser des économies d'énergie, selon les sources de publication scientifique
- Document 10 : Rappel des textes réglementaires
- Document 11 : Bibliographie
- Document 12 : Index

Annexe II-1 : DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT D'UN AUDIT FINANCIER

Annexe II-2: DOSSIER DE DEMANDE D'AVANCE ET SOLDE SUR L'AUDIT TECHNIQUE

Annexe III : DESCRIPTION DES MESURES QUI PEUVENT ETRE PROPOSEES

Annexe IV : ECHANGE D'INFORMATIONS

Annexe V-1 : DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT FINANCIER

Annexe V-2 : DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT TECHNIQUE (AVANCE ET SOLDE)

Annexe VI : DEMANDE GROUPEE D'ENGAGEMENTS COMPTABLES

Annexe I : CRITERES D'AUDIT

Analyse financière et économique : les critères visés dans l'annexe 1 de la circulaire DPMA/SDPM/C2006-9616 modifiée doivent être pris en compte.

Diagnostic énergétique : le cahier des charges annexé devra être respecté. Il est composé d'un cahier des charges et de 12 documents annexes.

- Document 1 : Architecture générale du navire
- Document 2 : Systèmes de propulsion
- Document 3 : Architecture des engins de pêche
- Document 4 : Armement du navire
- Document 5 : Recueil d'information pour la phase 1 du diagnostic
- Document 6 : Détail des éléments du diagnostic énergétique en fonction de la classe typologique du navire
- Document 7 : Récapitulatif des puissances par poste
- Document 8 : Récapitulatif des dépenses énergétiques par marée
- Document 9 : Actions permettant de réaliser des économies d'énergie, selon les sources de publication scientifique
- Document 10 : Rappel des textes réglementaires
- Document 11 : Bibliographie
- Document 12 : Index

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

**CAHIER DES CHARGES
DE DIAGNOSTIC ENERGETIQUE
POUR LES BATEAUX DE PECHE MARITIME**

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
2. RAPPEL DES OBJECTIFS	3
3. RECOMMANDATIONS D'ENGAGEMENTS RECIPROQUES	4
4. PHASE 1 : ANALYSE PRELIMINAIRE CONCERNANT TOUS LES NAVIRES	5
4.1. Déroulement de l'analyse préliminaire	5
4.1.1. Préparation du diagnostic	5
4.1.2. Analyse du navire	5
4.2. Eléments de sortie	6
4.3. Entretien	6
5. PHASE 2 : ANALYSE DETAILLEE EN FONCTION DE LA TYPOLOGIE	8
5.1. Déroulement de l'analyse détaillée	9
5.2. Eléments de sortie du rapport intermédiaire	10
5.3. Entretien intermédiaire	10
5.4. Recherche des solutions d'amélioration	11
5.5. Eléments de sortie du rapport final	11
5.6. Conclusion du diagnostic	11
6. MESURES, CALCULS ET POINTS DE CONTROLES EN FONCTION DE LA CLASSE	13
6.1. Classe 1. Navires de moins de 12 mètres utilisant un engin statique	13
6.2. Classe 2. Navires de moins de 12 mètres utilisant un engin tracté	14
6.3. Classe 3. Navires de plus de 12 mètres utilisant un engin statique	15
6.4. Classe 4. Navires de plus de 12 mètres utilisant un engin tracté	16
7. DOCUMENT ANNEXES	17

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

1. Introduction

Le présent cahier des charges de diagnostic énergétique est destiné aux bateaux de pêche maritime.

Ce cahier des charges décrit la méthode à adopter pour réaliser un diagnostic énergétique pour les bateaux de pêche maritime.

Ce cahier des charges ne traite pas des aspects sécurité, environnement, qualité, hygiène et condition de travail sauf si les impacts concernent directement les aspects énergétiques.

Les annexes concernant les points de contrôle permettent à l'auditeur d'avoir une base de connaissances sur les différents aspects du navire pour effectuer son diagnostic énergétique.

Le déroulement du diagnostic énergétique est explicité dans ce cahier des charges. Le diagnostic se divise en deux parties. La première phase concerne tous les types de navires quelle que soit leur taille ou la technique de pêche qu'ils utilisent. Le déroulement de la seconde phase sera la même pour tous les navires mais les solutions proposées seront différentes suivant la classe typologique du navire.

Ce cahier des charges est constitué de la méthodologie pour effectuer le diagnostic énergétique, d'un récapitulatif des points de contrôle suivant la typologie du navire, des annexes associées aux points de contrôle, d'un questionnaire type à remettre à l'armateur, d'un récapitulatif des actions permettant de faire des économies d'énergie, de divers exemples de tableau de relevé des dépenses par poste et par marée, d'un index explicitant les termes techniques (en italique dans le texte) et d'une bibliographie où l'auditeur pourra trouver toutes les références nécessaires.

2. Rappel des objectifs

Le but de ce cahier des charges est d'établir le bilan énergétique d'un navire, de quantifier les potentiels d'économies d'énergie (appelé aussi *gisements d'économies d'énergie*) et de définir les actions nécessaires à la réalisation de ces économies.

Le bilan énergétique doit récapituler les besoins annuels en énergie du navire, en faisant apparaître :

- Les achats de combustibles
- La consommation de combustibles :
 - directe pour la propulsion, le train de pêche
 - indirecte pour le chauffage, l'éclairage, la réfrigération, la production d'eau
- Les besoins pour chaque poste
- Les pertes

Le diagnostic énergétique se base sur un dialogue entre l'auditeur, l'armateur et les marins. L'auditeur doit être à leur écoute et identifier leurs attentes.

Les préconisations d'économies d'énergie sont classées de la façon suivante :

- Les bonnes pratiques comportementales
- Les bonnes pratiques d'exploitation des installations
- Les actions nécessitant des investissements qui comportent l'étude de modification des installations et éventuellement leur remplacement

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

Les modifications proposées à la fin du diagnostic énergétique ne doivent pas :

- compromettre la fiabilité et la sécurité de marche du navire
- dégrader la tenue à la mer du navire
- se traduire par une plus grande complexité des installations
- générer des dépenses d'entretien supplémentaires
- générer de nouvelles contraintes pour l'équipage.
- être conforme au règlement applicable au navire

Les modifications retenues par l'armateur devront faire l'objet des déclarations ou des demandes d'autorisation nécessaires. Ainsi si les capacités du navire doivent être modifiées, une demande préalable de permis de mise en exploitation doit être déposée. De même une déclaration auprès de l'administration en charge de la sécurité du navire doit être effectuée avant le début des travaux.

La phase 1 consiste en une analyse préliminaire du navire à diagnostiquer. Le but de cette phase est d'identifier les principaux gisements d'économies d'énergie grâce aux données disponibles.

La phase 2 sera une analyse détaillée. Après avoir échangé avec l'armateur, l'auditeur approfondit son analyse des principaux gisements d'économies d'énergie à l'aide de mesures, calculs et simulations numériques et propose en conclusion les solutions permettant de réaliser des économies d'énergie.

3. Recommandations d'engagements réciproques

Le diagnostic énergétique se base sur un échange entre l'auditeur et l'armateur. Il est impératif que les marins du navire soient associés à cette démarche. Leur expérience doit bénéficier à l'auditeur.

De son côté, l'auditeur doit être au maximum à l'écoute de ses interlocuteurs, identifier leurs attentes, comprendre leurs problèmes et avoir une attitude didactique.

Les deux parties ont des obligations :

- L'auditeur :
 - Doit être objectif et ne pas intervenir sur un navire vis à vis duquel il ne présenterait pas toute garantie d'objectivité
 - Ne doit pas adjoindre une démarche commerciale à son intervention, il propose des solutions techniques, pas des marques, et ne doit pas privilégier à priori un type de solution
 - S'engage à maintenir la stricte confidentialité des informations fournies par l'armateur
- L'armateur :
 - Doit mettre à disposition de l'auditeur tous les documents nécessaires
 - Doit, s'il est peu disponible, charger un de ses collaborateurs de guider l'auditeur au long de sa mission
 - Lui donner accès aux parties du navire concernées par l'étude

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

4. Phase 1 : Analyse préliminaire concernant tous les navires

4.1. *Déroulement de l'analyse préliminaire*

4.1.1. Préparation du diagnostic

Pour que l'analyse soit efficace, l'auditeur doit avoir accès avant de débuter sa mission à un grand nombre de données. Avant le début du diagnostic énergétique, l'auditeur transmet à l'armateur une liste des documents à fournir :

- Généralités sur le navire (caractéristiques principales avec les plans généraux du navire, plan de cale, permis de navigation, licence de pêche communautaire, acte de francisation, et s'il existe cahier de stabilité et certificat de franc-bord...)
- Généralités sur le mode d'exploitation du navire (distance zone de pêche, vitesse pour se rendre sur zone...)
- Caractéristiques précises du navire (type et dimension de l'hélice, du réducteur, du moteur, présence de groupe électrogène auxiliaire...)
- Caractéristiques des engins de pêche et des équipements de conservation des produits pêchés (nombre d'engins de pêche différents, isolation des cales...)
- Equipements des logements (cuisines, éclairages...)
- Consommation annuelle de carburant en litre
- Quantité de poisson annuellement pêché en tonne
- Chiffre d'affaire annuel

Une fiche récapitulant les données de base à fournir est disponible en annexe.

4.1.2. Analyse du navire

L'armateur doit faire une présentation du navire, de ses particularités (dans le cas où le navire en présenterait) et de l'équipage qui sera associé à la mission.

La venue de l'auditeur doit être l'occasion pour celui ci d'approfondir sa connaissance des habitudes du personnel naviguant et de ses conditions de travail.

La visite des installations permet la qualification des postes consommateurs d'énergie. Des relevés et quelques mesures ponctuelles peuvent être réalisés.

Cette première phase permet à partir d'une analyse des données disponibles :

- De réaliser une première approche du bilan énergétique
- De comparer les performances énergétiques à des références connues
- De dresser une première évaluation des gisements d'économies d'énergie envisageables
- D'orienter l'armateur vers des interventions simples
- D'identifier les secteurs à développer dans les phases suivantes

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

4.2. *Eléments de sortie*

A partir de ces investigations l'auditeur rédige un rapport qu'il remettra à l'armateur au cours d'un entretien. Ce rapport comprend :

- Un descriptif simplifié des principales installations
- Une première approche du bilan énergétique
- L'identification et la justification des gisements d'économies d'énergie
- La description des interventions simples à mettre en œuvre
- La description de la poursuite de l'analyse détaillée avec explication de la typologie
- Une proposition d'un plan de suivi des consommations d'énergie et des économies préconisées
- Les éventuelles autorisations et déclarations administratives à demander.

4.3. *Entretien*

A la fin de cette phase, un entretien a lieu entre l'auditeur et l'armateur au cours duquel les sujets suivants seront abordés :

- Temps d'utilisation des différentes techniques de pêche
- Adaptabilité du navire à des techniques de pêche moins consommatrices de carburant
- Les bons comportements énergétiques à avoir (vitesse du bateau trop élevé, consommation excessive d'électricité...)

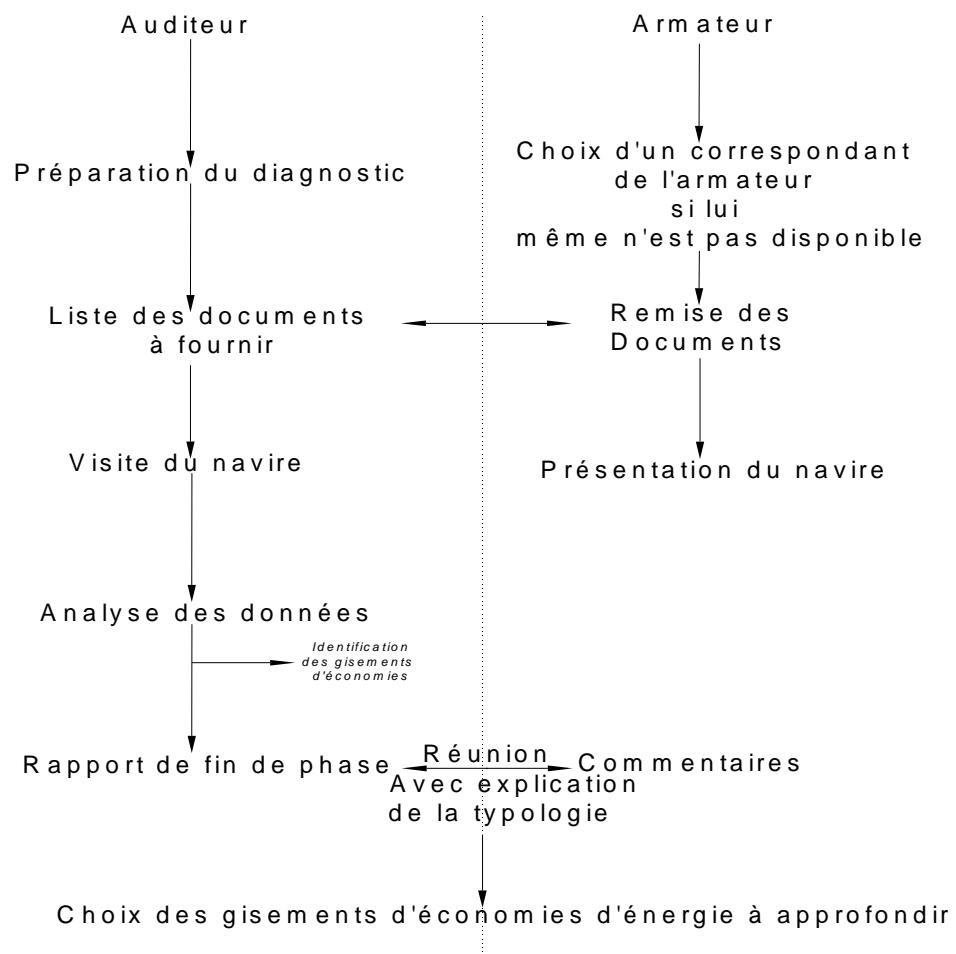
Pendant l'entretien, l'auditeur expose à l'armateur de manière claire quels sont les gisements d'économie d'énergie qui feront l'objet de la phase 2 et argumente ses choix. L'armateur doit pouvoir en fonction de son expérience exposer son point de vue. Dans tous les cas l'armateur décide des suites à donner au diagnostic.

Enfin pendant cette réunion l'auditeur explique à l'armateur dans quelle catégorie de la typologie son navire est classé.

Ci dessous on trouvera un diagramme récapitulant le déroulement de cette première phase :

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

Phase 1 Commune à tous les navires



CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

5. Phase 2 : Analyse détaillée en fonction de la typologie

L'organisation structurelle de la phase 2 est la même pour les classes déterminées par la typologie, mais les points de contrôle sont spécifiques à chaque type de navires pré définis.

Pour rappel, voici l'organisation de la typologie :

- Classe 1 → Navire de moins de 12 mètres utilisant un engin statique
- Classe 2 → Navire de moins de 12 mètres utilisant un engin remorqué
- Classe 3 → Navire de plus de 12 mètres utilisant un engin statique
- Classe 4 → Navire de plus de 12 mètres utilisant un engin remorqué

Répartition des engins de pêche (répartition faite selon les normes FAO) :
Les engins dits « statiques » sont ceux repérés par les codes M et S de l'annexe du règlement 26/2004

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

ENGINS STATIQUES	
Type engin (classification de base)	Type engin (classification détaillée)
engins de pêche/accrochage	palangres calées
engins de pêche/accrochage	palangres dérivantes
filets maillants	filets maillants calés
filets maillants	trémails
filets maillants	filets maillants dérivants
filets maillants	trémails et filets maillants combinés
filets soulevés	filets soulevés manœuvrés du bateau
filets tournants	filets tournants avec coulisses
lignes et hameçons	lignes à main & lignes à cannes (mécanisées)
pièges	nasses (casiers)
sennes	sennes de plage

Les engins dits remorqués sont ceux repérés par le code T de l'annexe du règlement 26/2004

ENGINS REMORQUES	
Type engin (classification de base)	Type engin (classification détaillée)
chaluts	chaluts de fond à panneaux
chaluts	chaluts bœufs de fond
chaluts pélagiques	chaluts pélagiques à panneaux
chaluts pélagiques	chaluts bœufs pélagiques
chaluts pélagiques	chaluts jumeaux à panneaux
dragues	dragues remorquées par bateaux
sennes	sennes danoises
sennes	sennes manœuvrées par deux bateaux

Dans cette phase, on mesure et on quantifie de façon précise les dépenses et les économies envisagées. Les mesures pourront s'effectuer en mer et pour prévoir les économies d'énergie, l'auditeur pourra utiliser tous les moyens à sa disposition (simulations CFD, FEM, essais en bassin des carènes).

5.1. Déroulement de l'analyse détaillée

L'analyse préliminaire a permis d'identifier les principaux gisements d'économie d'énergie. L'analyse détaillée permet après la réalisation de mesures plus précises pour chaque poste étudié, de proposer des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie.

- Navires de classe 1

Pour les navires de cette classe, la plus grande dépense énergétique est liée à la résistance à l'avancement du navire. C'est pour cela qu'il faut que l'auditeur s'intéresse à tout ce qui est lié à la propulsion et à la hydrodynamisme (formes de la carène).

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

- **Navires de classe 2**

Pour les navires de classe 2 la dépense énergétique majeure est liée à l'utilisation d'un engin tracté. D'après certaines études de l'IFREMER, cette dépense peut atteindre dans certains cas, les 2/3 de la consommation totale de carburant. Une attention toute particulière devra être portée à l'efficacité du train de pêche.

- **Navires de classe 3**

Les bateaux de plus de 12 mètres partent souvent pour des marées de plus de 24 heures. Dans la plupart des cas, ils n'embarquent pas de glace pour conserver le poisson mais la produisent. C'est une dépense énergétique supplémentaire. De plus, le confort de l'équipage en mer impose des installations supplémentaires donc une nouvelle consommation d'énergie. Tous ces points sont à prendre en compte dans le diagnostic énergétique.

- **Navires de classe 4**

Les navires de la classe 4 sont les navires qui consomment le plus de carburant et qui sont souvent les plus sensibles à la variation du prix du pétrole. La technique de pêche ainsi que les installations supplémentaires par rapport à leurs homologues de moins de 12 mètres explique cette situation. Le diagnostic sera donc assez long et pratiquement tous les secteurs du navire seront inspectés.

Des observations faites ci dessus, des mesures et des calculs sont préconisés pour chaque classe (voir partie suivante).

De même les points de contrôle sont recensés pour chaque classe et organisés en fonction de leur importance.

Un rapport intermédiaire récapitulant les résultats des campagnes de mesures et les calculs est remis à l'armateur et suivi d'un entretien.

5.2. *Eléments de sortie du rapport intermédiaire*

L'auditeur, avant l'entretien intermédiaire, remet un rapport à l'armateur. Ce rapport explique de façon simple la démarche adoptée. Il comprend :

- Un descriptif simplifié des principales installations techniques
- Les résultats de la campagne de mesures
- Un tableau présentant les caractéristiques générales de chaque équipement étudié
- Les bilans énergétiques pour chaque équipement étudié
- L'indication des principaux ratios utilisés pour l'analyse énergétique
- La consolidation de l'évaluation énergétique des gisements d'économie
- L'analyse de l'auditeur sur les causes des dérives
- Les éventuelles autorisations/déclarations administratives à demander

Ce rapport doit aussi présenter les méthodes de calculs adoptés et les expliquer de la manière la plus claire possible.

5.3. *Entretien intermédiaire*

Lors de la réunion, l'auditeur expose à l'armateur et aux marins ses observations et les résultats des mesures et des calculs. Il propose un plan pour la recherche des solutions permettant de faire des

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

économies d'énergie. L'armateur et les marins exposent leur point de vue. La décision sur la suite à donner sera prise en toute connaissance de cause à la fin de la réunion par l'armateur.

5.4. Recherche des solutions d'amélioration

Pour la recherche de solution pour les secteurs retenus lors de la réunion précédente, l'auditeur :

- Analyse les dysfonctionnements
- Identifie et quantifie les améliorations envisageables
- Compare les solutions envisageables entre elles.

Les solutions sont classées de la manière suivante :

- Actions sur le comportement
- Optimisation des installations déjà présentes
- Interventions lourdes

Pour la recherche de solutions, l'auditeur peut faire appel à la simulation numérique, les essais en bassin ou encore le calcul direct. Dans tous les cas, il doit pouvoir justifier de l'outil employé.

Une fois les solutions trouvées, l'auditeur les présente en établissant pour chacune d'elle une fiche récapitulative comprenant :

- Classification dans les catégories citées ci dessus
- Une description détaillée de la solution
- Le chiffrage de la solution
- Les répercussions sur la formation du personnel, la conduite, l'entretien
- Les contraintes de mise en œuvre
- Les cohérences et les éventuels impacts avec les autres actions
- Les formes de soutien financier éventuel
- La certification que la solution respecte la réglementation pour la sécurité des navires

5.5. Eléments de sortie du rapport final

Le rapport final comprend :

- Présentation des solutions retenues
- Calcul des économies réalisables pour chaque poste
- Chiffrage de ces solutions
- Temps de retour sur investissement

5.6. Conclusion du diagnostic

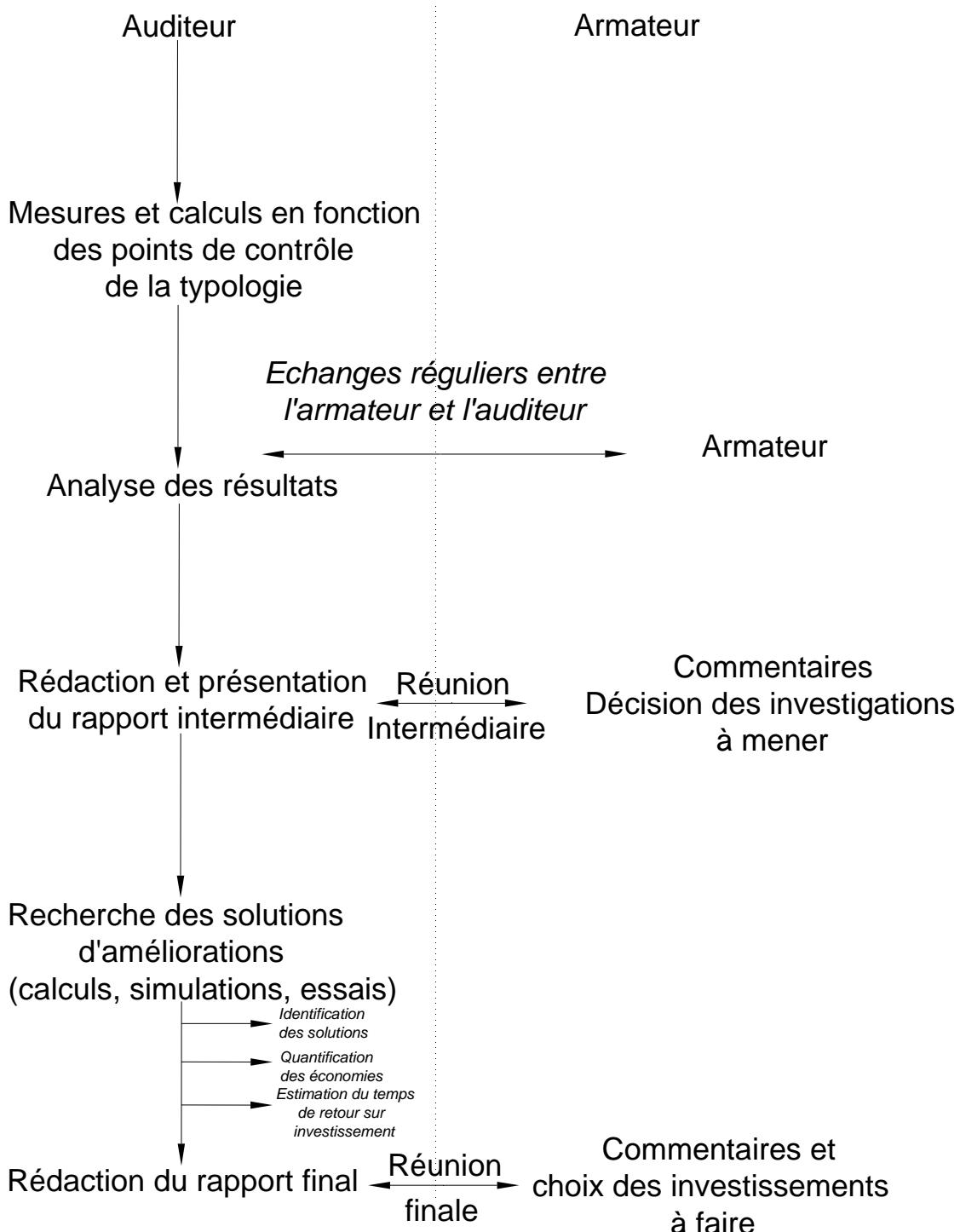
Les conclusions du diagnostic sont présentées à l'armateur et aux marins au cours d'une réunion de fin de projet. Cette réunion sera l'occasion d'un dernier échange entre les participants. L'auditeur propose les solutions retenues en précisant le coût des interventions, les autorisations administratives à obtenir, l'estimation de la réduction de consommation liée aux modifications et le retour sur investissement de ces modifications. L'armateur pourra soit retenir toutes les propositions, soit suivant son budget et le temps dont il dispose choisir une ou plusieurs de ces solutions.

Ci dessous, voici un récapitulatif du déroulement de la phase d'analyse détaillée.

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

Phase 2

Spécifique à chaque classe typologique



CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

6. Mesures, calculs et points de contrôles en fonction de la classe

Les mesures, calculs et points de contrôles en italique sont ceux commun à toutes les classes, en gras ceux spécifiques à chaque classe.

6.1. Classe 1. Navires de moins de 12 mètres utilisant un engin statique

Classe 1
Navires de moins de 12m
utilisant un engin statique

Mesures et calculs préconisés pour les navires de la classe 1

- *Vitesse du navire en route pêche*
- *Distance parcourue*
- *Durée de cette période*
- *Consommation pendant cette période*
- *Vitesse du navire pendant le retour au port*
- *Consommation pendant cette période*
- *Résistance à l'avancement*
- *Rendement d'hélice*
- *Rendement propulsif*
- *Rendement mécanique*
- *Consommation totale d'une marée*

Points de contrôle pertinents pour la classe 1:

1. *Déplacement du navire*
2. *Formes avant*
3. *Etat de la carène du navire*
4. *Hélice*
5. *Moteur de propulsion*

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

6.2. Classe 2. Navires de moins de 12 mètres utilisant un engin tracté

Classe 2
Navires de moins de 12m
utilisant un engin remorqué

Mesures et calculs préconisés
pour les navires de la classe 2

- *Vitesse du navire en route pêche*
- *Distance parcourue*
- *Durée de cette période*
- *Consommation pendant cette période*
- *Vitesse du navire pendant le retour au port*
- *Consommation pendant cette période*
- *Résistance à l'avancement*
- *Rendement d'hélice*
- *Rendement propulsif*
- *Rendement mécanique*
- **Funes (résistance hydrodynamique)**
- **Filet (résistance hydrodynamique)**
- **Panneaux (résistance hydrodynamique)**
- **Vitesse pendant l'action de pêche**
- *Consommation totale d'une marée*

Points de contrôle pertinents pour la classe 2:

1. **Filet**
2. **Panneaux**
3. *Déplacement du navire*
4. *Formes avant*
5. *Etat de la carène du navire*
6. **Hélice / Tuyère**
7. *Moteur de propulsion*
8. **Funes**

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

6.3. Classe 3. Navires de plus de 12 mètres utilisant un engin statique

Classe 3

Navires de plus de 12m
utilisant un engin statique

Mesures et calculs préconisés
pour les navires de la classe 3

- Vitesse du navire en route pêche
- Distance parcourue
- Durée de cette période
- Consommation pendant cette période
- Vitesse du navire pendant le retour au port
- Consommation pendant cette période
- Résistance à l'avancement
- Rendement d'hélice
- Rendement propulsif
- Rendement mécanique
- Isolation thermique
- Consommation électrique de chaque poste
- Consommation totale d'une marée

Points de contrôle pertinents pour la classe 3:

1. Déplacement du navire
2. Formes avant
3. Etat de la carène du navire
4. Hélice
5. Moteur de propulsion
6. Isolation cales
7. Production d'eau douce
8. Production d'électricité pour la vie du bord

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

6.4. Classe 4. Navires de plus de 12 mètres utilisant un engin tracté

Classe 4
Navires de plus de 12m
utilisant un engin remorqué

Mesures et calculs préconisés pour les navires de la classe 4

- Vitesse du navire en route pêche
- Distance parcourue
- Durée de cette période
- Consommation pendant cette période
- Vitesse du navire pendant le retour au port
- Consommation pendant cette période
- Résistance à l'avancement
- Rendement d'hélice
- Rendement propulsif
- Rendement mécanique
- **Filet (résistance hydrodynamique)**
- **Panneaux (résistance hydrodynamique)**
- **Funes (résistance hydrodynamique)**
- Isolation thermique
- Consommation électrique de chaque poste
- Vitesse pendant l'action de pêche
- Consommation totale d'une marée

Points de contrôle pertinents pour la classe 4:

1. **Filet**
2. **Panneaux**
3. *Déplacement du navire*
4. *Formes avant*
5. *Etat de la carène du navire*
6. **Hélice / Tuyère**
7. *Moteur de propulsion*
8. **Isolation cales**
9. **Production d'électricité pour la vie du bord**
10. **Production d'eau douce**
11. **Funes**

7. Document annexes

Document 1 : Architecture générale du navire

Document 2 : Systèmes de propulsion

Document 3 : Architecture des engins de pêche

Document 4 : Armement du navire

Document 5 : Recueil d'information pour la phase 1 du diagnostic

Document 6 : Détail des éléments du diagnostic énergétique en fonction de la classe typologique du navire

Document 7 : Récapitulatif des puissances par poste

Document 8 : Récapitulatif des dépenses énergétiques par marée

Document 9 : Actions permettant de réaliser des économies d'énergie, selon les sources de publication scientifique

CAHIER DES CHARGES DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE

Document 10 : Rappel des textes réglementaires

Document 11 : Bibliographie

Document 12 : Index

Les documents annexes établissent un langage commun entre l'auditeur et l'armateur.

DOCUMENT 1
Architecture du navire.
Les formes et la résistance à l'avancement.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. RAPPEL HISTORIQUE	4
3. RESISTANCE A L'AVANCEMENT	6
3.1. Résistance visqueuse	7
3.2. Résistance de vague	7
3.3. Coefficient de finesse	11

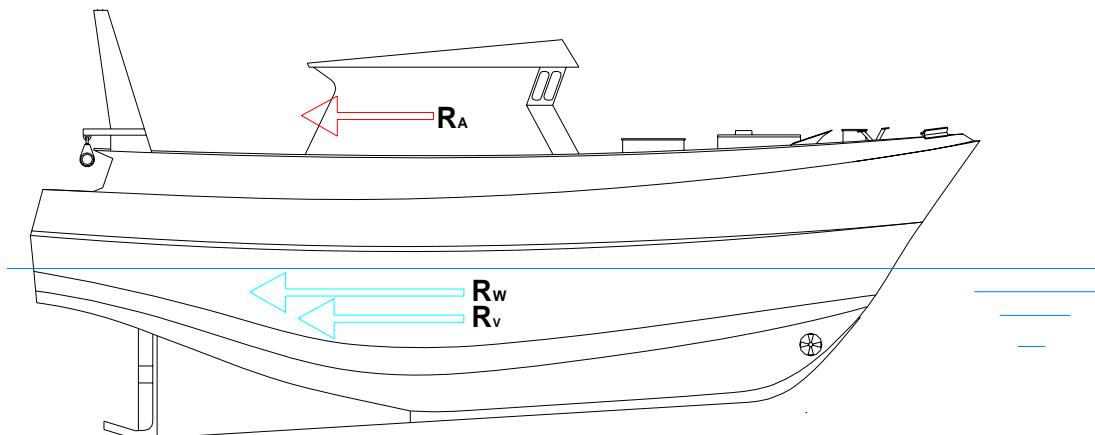
1. Introduction

Lorsqu'un navire se déplace, une force contraire à celle de propulsion appelée résistance à l'avancement s'applique au navire. Elle se décompose en deux résistances, une résistance aérodynamique due à la viscosité de l'air et à son frottement sur les parties émergées et une résistance hydrodynamique. Cette dernière se décompose à nouveau schématiquement en deux résistances, la résistance appelée visqueuse (due à la viscosité de l'eau et à son frottement sur la carène) et une résistance de vague (due à la formation de vagues par le navire). On peut voir la manifestation de cette dernière lorsqu'on regarde un bateau avancer, une vague principale se forme à l'avant et un train de vagues se développe à l'arrière, ces vagues sont la manifestation d'une part importante de la résistance (inexistante dans le cas d'un sous-marin). Pour nos navires de pêches, la résistance hydrodynamique est majoritaire. Par faible brise la résistance aérodynamique est complètement négligeable et devient importante par vent fort de face.

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

Décomposition des forces composant la résistance à l'avancement avec :

- RW : résistance de vague
- RV : résistance visqueuse
- RA : résistance aérodynamique



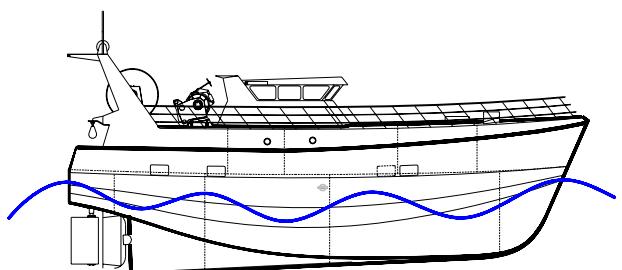
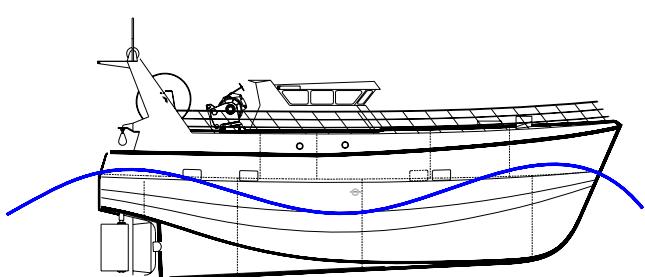
Les vagues créées par le déplacement du navire dépendent :

- De la vitesse du navire
- De la longueur du navire

Pour quantifier la résistance de vague d'un navire on utilise un coefficient adimensionnel, Le *Nombre de Froude*, ($F_n = V/(L.g)^{1/2}$) :

**Longueur: 22m
vitesse = 5,87 m/s = 11,4 nds
nombre de Froude Fn =0,4**

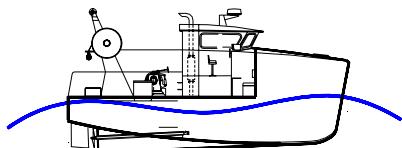
**Longueur: 22m
vitesse = 4,34 m/s = 8,5 nds
nombre de Froude Fn =0,3**



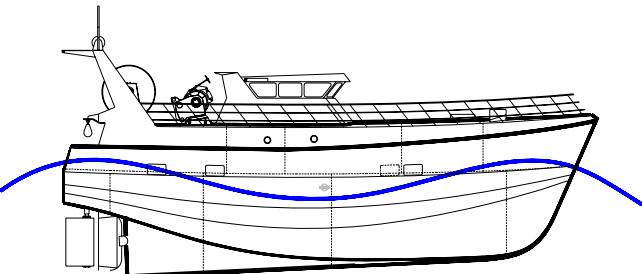
Navires identiques, vitesses différentes, nombre de Froude différent

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

**Longueur: 12m
vitesse = 4,34 m/s = 8,43 nds
nombre de Froude Fn =0,4**

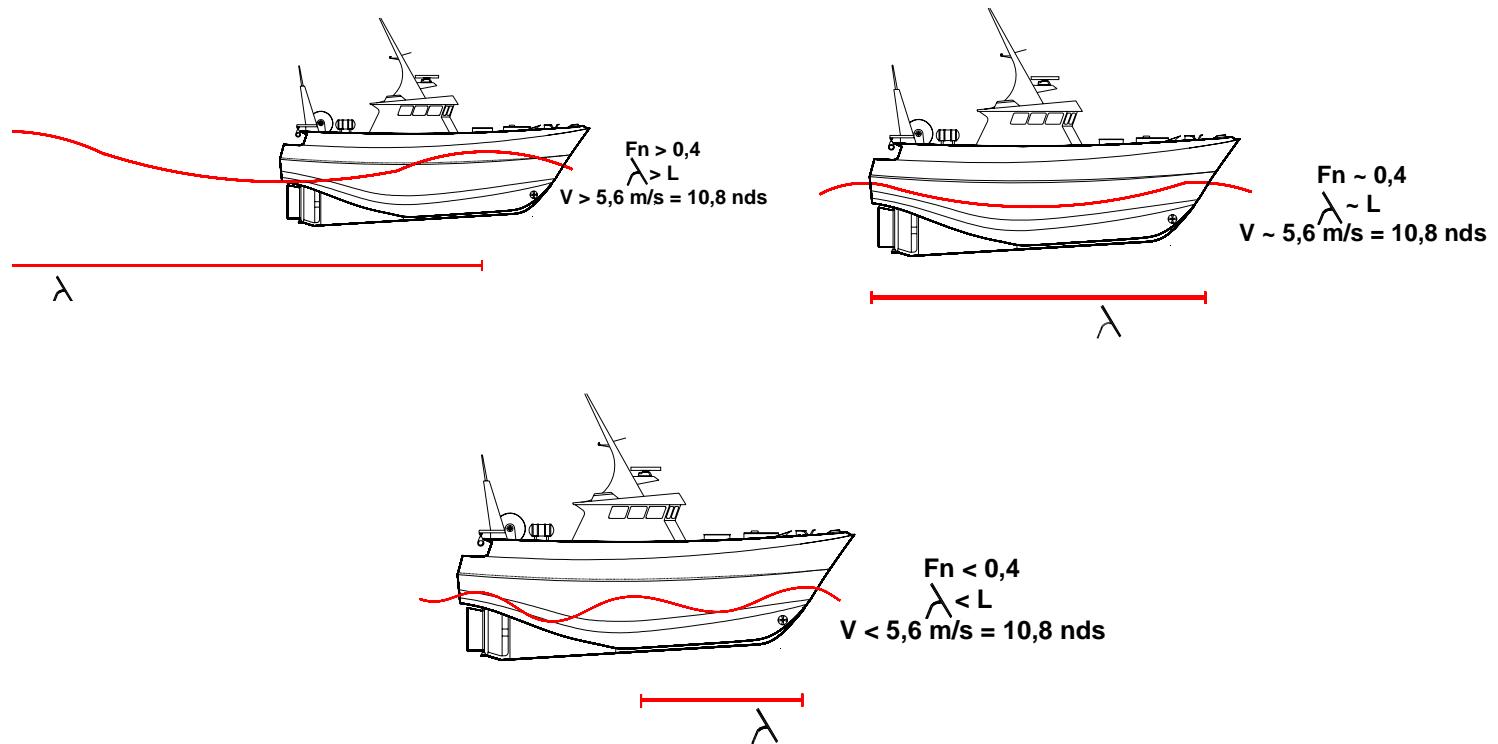


**Longueur: 22m
vitesse = 5,87 m/s = 11,4 nds
nombre de Froude Fn =0,4**



Navires différents, vitesses différentes, nombre de Froude identique

Les formes qui génèrent moins de vague ont une résistance plus faible. On peut optimiser ces formes pour un déplacement donné et une vitesse ; il n'y a pas de forme idéale si le déplacement ou la vitesse varie.

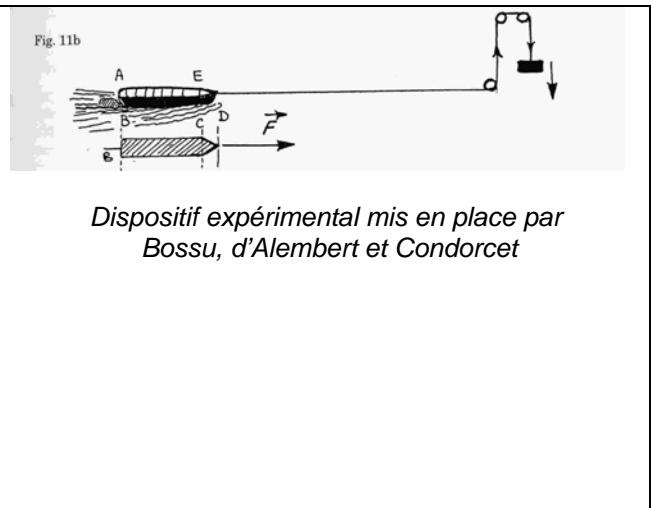
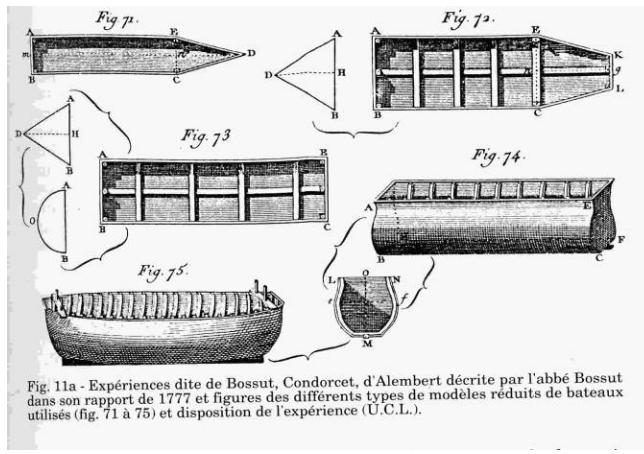


*Génération des trains de vagues en fonction du nombre de Froude
Avec λ = longueur d'onde*

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

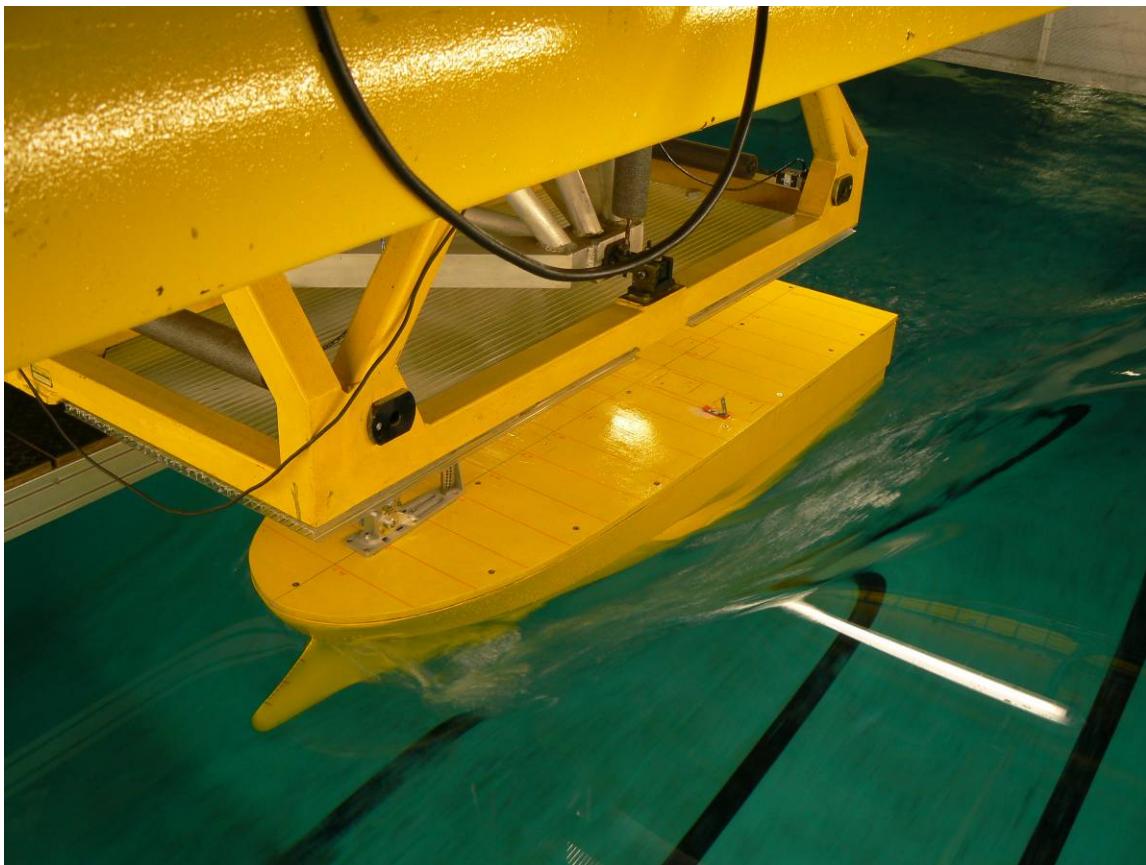
2. Rappel historique

C'est au XVIII^e siècle que Bossu, d'Alembert et Condorcet commencent à s'intéresser à la résistance à l'avancement des navires. Ils vont réaliser les premières expériences de tractions sur des maquettes de navires en bassin de carènes à l'Ecole Militaire. Ils démontrent que la résistance est liée au carré de la vitesse.



Au XIX^e siècle une nouvelle étape est franchie. Un ingénieur naval F. Reech formula des règles de *similitudes* entre des coques de différentes tailles, il démontre l'existence de nombres indépendants de la taille des navires et permettant de prévoir les caractéristiques fonctionnelles d'un navire à partir de sa maquette. William Froude étudia aussi les lois de similitudes. Le nombre éponyme qualifie aujourd'hui le degré de vitesse du navire. Il est égal à la vitesse divisée par la racine carrée de la longueur fois l'accélération de la pesanteur ($F_n = V/(L \cdot g)^{1/2}$). Ses travaux nous permettent actuellement, à partir d'essais en bassin, de prévoir avec une bonne précision les caractéristiques d'avancement d'un navire.

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

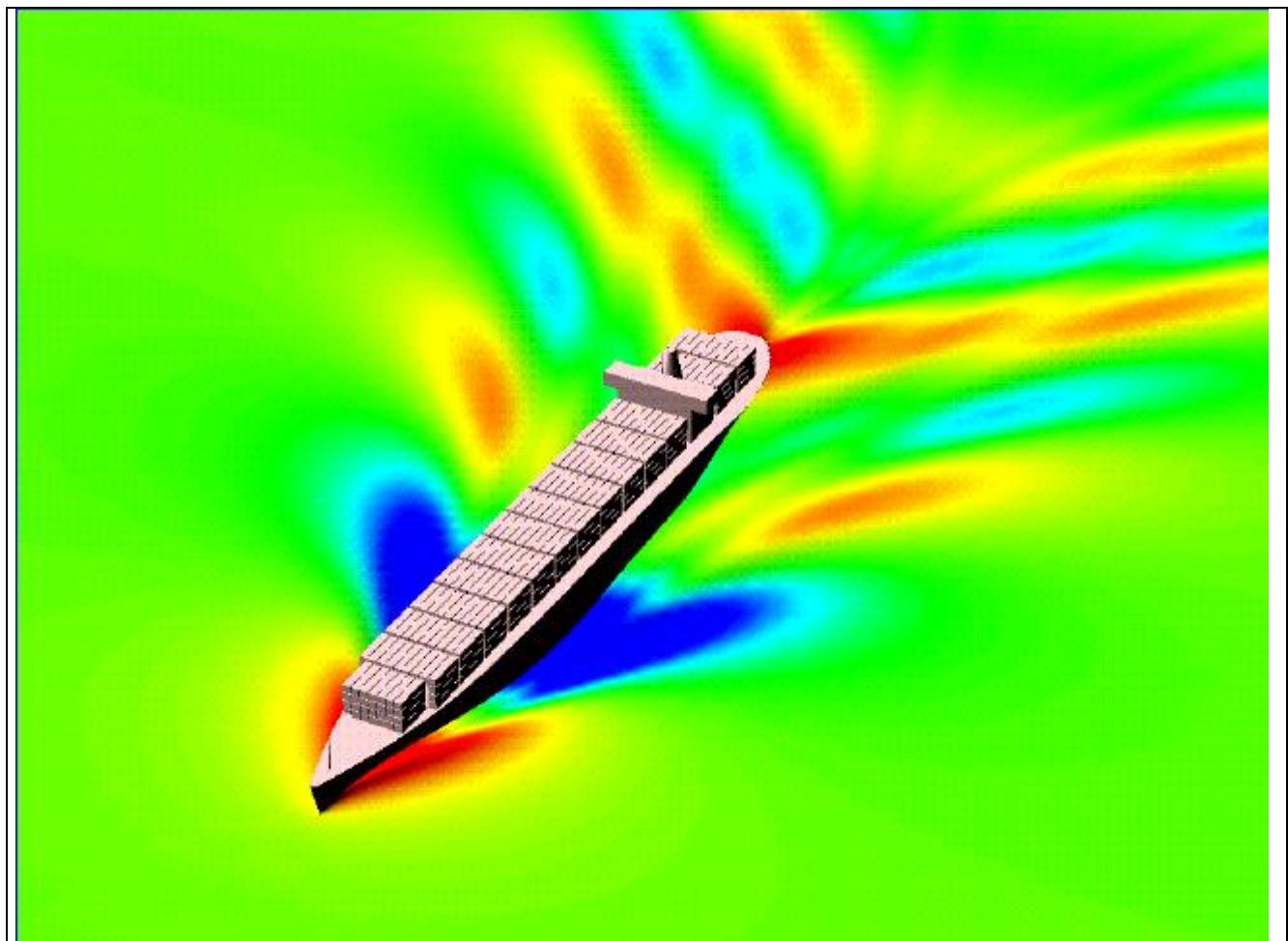


*Essai de traction sur maquette de navire
au bassin des carènes de l'Ecole Centrale de Nantes*

L'apparition des moteurs thermiques va permettre la création de navires rapides. En 1973 premier choc pétrolier. On s'intéresse à la résistance à l'avancement pour des questions de rendement.

Le dernier pas franchi par la recherche en hydrodynamique va de pair avec l'apparition puis la généralisation de l'outil informatique. En effet si les essais en bassins ont démontré qu'ils étaient fiables, ils sont néanmoins contraignants en termes de coût et de temps. A l'image de l'industrie aéronautique et automobile, les hydrodynamiciens vont mettre en œuvre des programmes informatiques permettant de simuler des écoulements autour des carènes de navires. Les premiers codes de calcul apparus (à la fin des années 80, début des années 90) ne prenaient en compte que la résistance de vague, ils utilisaient une théorie dite *fluide parfait* qui consiste à négliger la viscosité du fluide et ainsi simplifier les équations, donc la programmation. Par la suite, une nouvelle génération de codes va voir le jour (dans la deuxième moitié des années 90), appelée codes RANSE (Reynolds Average Navier Stokes Equation) qui prennent en compte la viscosité du fluide et permettent de prévoir la résistance totale (la résistance visqueuse plus la résistance de vague) ainsi que d'autres phénomènes complexes. Aujourd'hui ces codes sont arrivés à maturité et les différences observées entre les simulations et les expériences faites en bassin ne sont que de 2 ou 3%. On distingue deux types de méthodes pour les simulations, les méthodes de surface tracking et les méthodes VOF, les deux présentent des avantages et des inconvénients. L'un des principaux avantage de la méthode VOF est qu'elle peut simuler le déferlement ce qui n'est pas le cas avec le surface tracking. Par contre elle est plus délicate à mettre en œuvre. Les codes les plus connus utilisant le surface tracking sont ICARE ou encore CFD SHIP-IAWA. Les codes utilisant la méthode VOF sont FLUENT ou COMETE (intégré à StarCD) considéré comme le code le plus performant sur le marché. L'utilisation de tel ou tel code par un bureau d'étude dépendra plus de son activité (bureau spécialisé uniquement en hydrodynamique ou alors bureau généraliste) et de son budget, ces codes étant extrêmement onéreux.

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE



Simulation numérique de la résistance à l'avancement d'un navire.

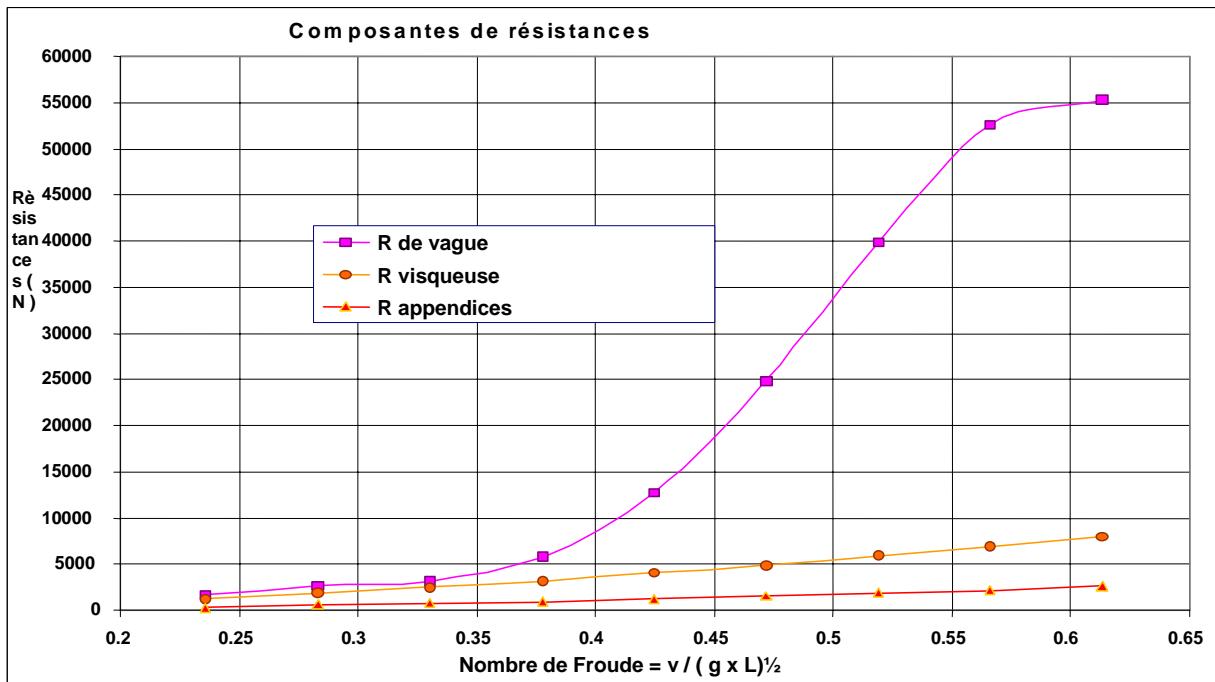
Les couleurs dépendent de la hauteur de la surface libre (couleurs chaudes jaunes et rouges pour la partie des vagues au dessus de la surface, couleurs bleues pour les creux)

3. Résistance à l'avancement

La résistance à l'avancement peut se décomposer en deux résistances, l'une de vague, l'autre visqueuse.

La résistance visqueuse est une fonction de la vitesse au carré et la résistance de vague une fonction de la vitesse au cube, la vitesse a donc un impact considérable sur l'augmentation de la résistance comme on peut le voir sur le graphique ci dessous (cas d'une vedette de 18 mètres de long pour 5.6 mètres de large) :

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

**3.1. Résistance visqueuse**

La résistance visqueuse est liée à la *surface mouillée* et la *rugosité* de la carène. La surface mouillée ne peut en soit même constituer un point de contrôle.

La rugosité de la carène est un point de contrôle important. Une dégradation de l'état de la carène (augmentation de la rugosité, salissure) se traduit par une augmentation de la résistance visqueuse ce qui entraîne un accroissement de la dépense énergétique.

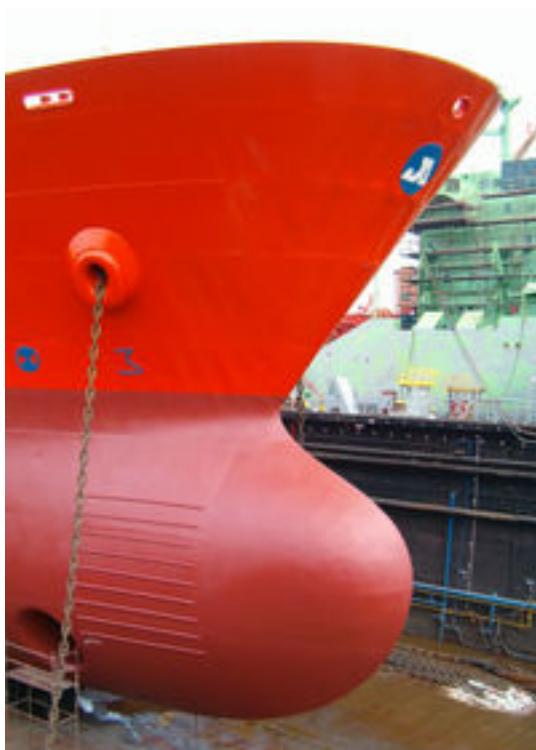
L'autre point de contrôle est le safran. Sa surface doit être adaptée au navire, un trop grand safran pour une petite unité augmentera la surface mouillée donc la résistance visqueuse mais avec un safran trop petit, le navire risque de perdre en manœuvrabilité. Amélioration : remplacement par un safran haut rendement à bord orientable type « Beker ». Une étude et plus précisément une simulation numérique est préférable avant d'effectuer ce genre de modifications. La pose d'un nouveau safran doit respecter les dispositions prévues par la réglementation des Affaires Maritimes (notamment sur la manœuvrabilité du navire, article 226-3.12§10 et 228-4.13)

3.2. Résistance de vague

Deux points de contrôle : le *déplacement* et la forme de la carène, en particulier la forme sur l'avant. Le déplacement est défini comme le poids du volume d'eau correspondant à la carène du navire, il s'exprime en Newton. Ce poids est de la même grandeur que la *poussée d'Archimède*, elle-même égale au poids du navire. Un déplacement lourd génère un train de vagues plus important qu'un déplacement léger donc a une résistance de vague plus importante, il convient de recenser sur le navire les gains de poids que l'on peut réaliser afin de minimiser le déplacement.

Il faut cependant respecter la réglementation en vigueur (division 211 et 228 du règlement des Affaires Maritimes sur les caractéristiques de navire lège).

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

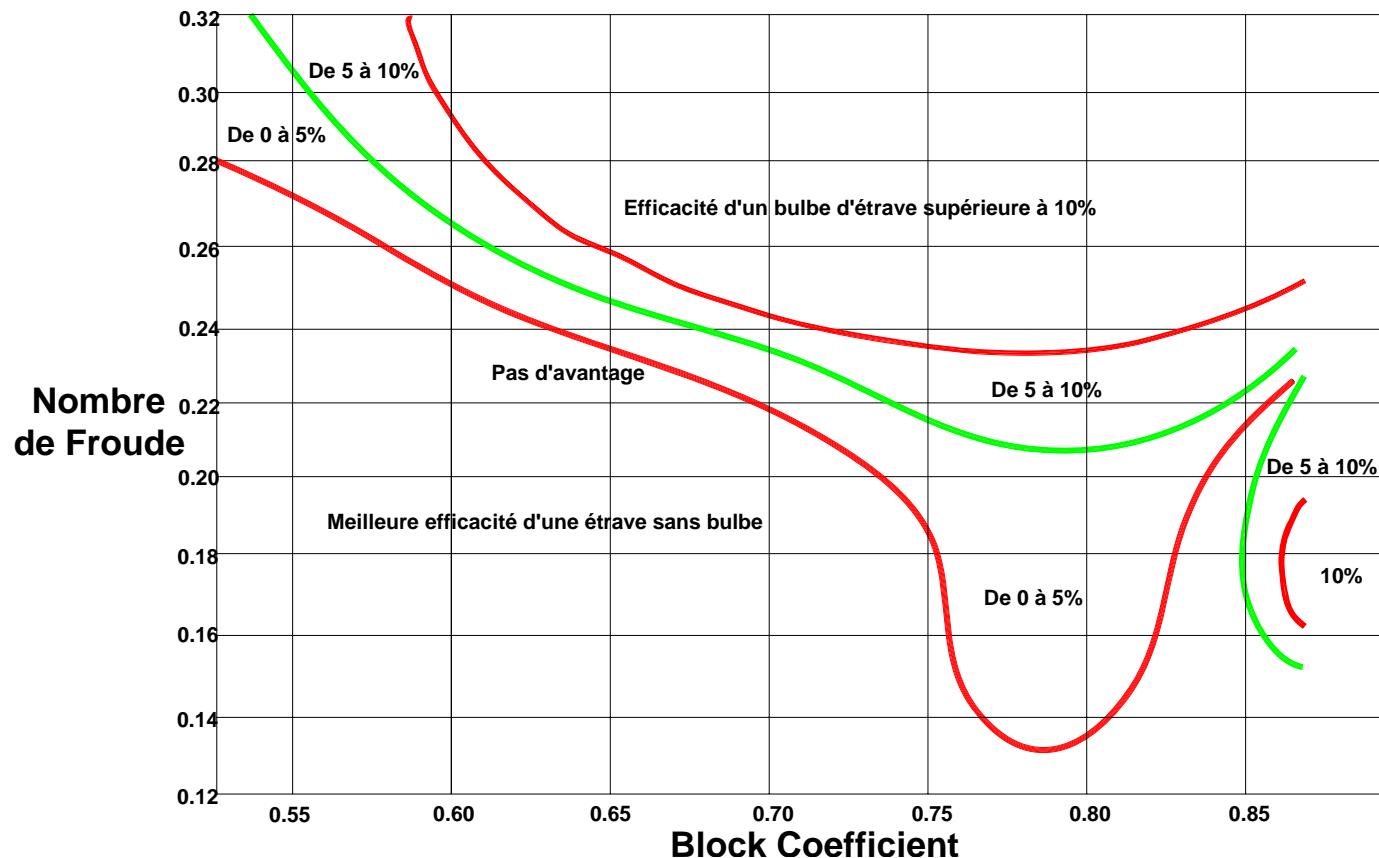


Bulbe d'étrave permettant de diminuer la résistance de vague

Le but d'un *bulbe* est de réduire le champ de vague et ainsi diminuer la résistance de vague. Si le bateau ne dispose pas de bulbe d'étrave, en rajouter un, peut être efficace d'un point de vue économie d'énergie. Une étude préalable numérique ou en bassin des carènes est indispensable. L'adjonction d'un bulbe doit aussi faire l'objet d'une étude sur la réglementation. Une telle modification peut entraîner une modification de la longueur hors tout qui pourrait avoir des conséquences sur la classification du navire (voire les articles de la réglementation des Affaires Maritimes 227-1.01, 226-1.01, 226-1.02§5 et 228-1.01).

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

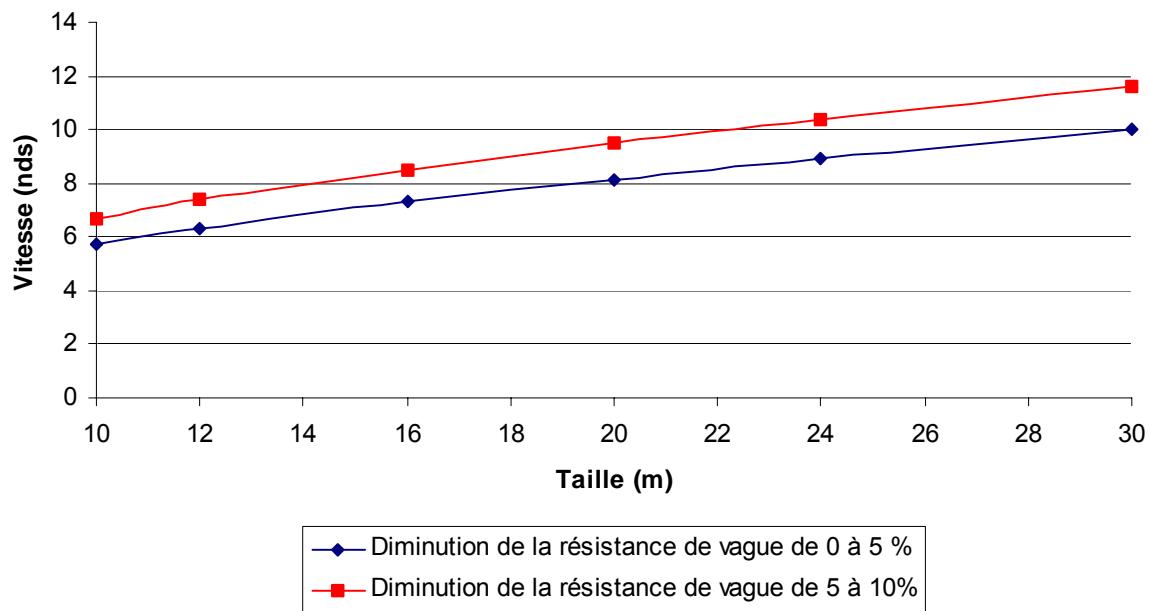
On trouvera ci dessous un diagramme sur l'efficacité d'un bulbe pour différente forme de carène :



Ce diagramme est extrait d'une étude mené par David Sterling et Kim Klaka : « Energy Efficient Fishing : a 2006 review ». Pour avoir un diagramme le plus général possible, on utilise comme variable en abscisse le *coefficient de bloc* et en ordonnée le nombre de Froude. La plupart des navires de pêche ont un coefficient de bloc de l'ordre de 0,5 c'est donc la partie gauche du diagramme qui est la plus intéressante pour notre étude. Ce diagramme montre qu'à partir d'un nombre de Froude de 0,3, on peut diminuer la résistance de vague entre 0 et 5 % et plus le nombre de Froude sera élevé, plus l'efficacité du bulbe sera accrue. Pour indication, un nombre de Froude de 0,3 correspond pour un navire de pêche de 15 mètres à une vitesse de 7 nœuds.

On peut à partir de ce diagramme, calculer la vitesse limite pour que le bulbe est une efficacité suivant la taille d'un navire. Les résultats sont compilés dans le graphique ci dessous :

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

Efficacité d'un bulbe d'étrave en fonction de la vitesse et de la taille du navire (bloc coefficient de 0,5)

Ce graphique montre la vitesse minimale à partir de laquelle la présence d'un bulbe est positive. Ainsi pour un navire de 16 mètres qui ne dépasse pas les 6 nœuds en vitesse de croisière, l'adjonction d'un bulbe ne se justifie pas. Par contre, si sa vitesse de croisière est de l'ordre de 9 nœuds, l'adjonction d'un bulbe peut diminuer la résistance de vague entre 5 et 10%.

On peut grâce à des formules empiriques, approcher cette résistance de vague. Pour des nombres de Froude compris entre 0,27 et 0,50, un certain nombre de méthodes empiriques permettent de la calculer. L'une des plus connues (et des plus utilisées) est la méthode de *Holtrop – Mennen*. Cette méthode résulte d'une analyse effectuée par J. Holtrop sur 147 navires. De cette analyse, une formule analytique permettant de prévoir la résistance de vague a été mis en œuvre. Nous ne rentrerons pas dans les détails des calculs mais des explications complètes sur la méthode ont été publiées dans la revue « International Shipbuilding Progress », volume 29 de juillet 1982 ainsi que dans l'ouvrage de Dominique Paulet et Dominique Presles « Architecture navale, connaissance et pratique ». Cependant la méthode de Holtrop fournit des valeurs de résistances de vague optimistes par rapport à ce que l'on peut observer dans la réalité. L'écart semble s'affaiblir pour des carènes dont la largeur est relativement grande ce qui justifie son exploitation pour la plupart des navires de pêche.

DOCUMENT 1 – ARCHITECTURE DU NAVIRE

3.3. Coefficient de finesse

Le coefficient de finesse est le coefficient permettant de pouvoir estimer l'élancement d'un bateau. Ce coefficient est le rapport de la longueur à la flottaison sur la racine cubique du volume immergé ($f=L/(\Pi)^{1/3}$ où Π représente le volume immergé). Un coefficient de l'ordre de 4 indique un bateau plutôt lourd, à l'inverse un coefficient de 6 caractérisera un bateau léger. En clair, pour améliorer le coefficient de finesse, l'adjonction d'un bulbe au niveau de la ligne de flottaison augmentera la longueur et ainsi améliorera le coefficient de finesse et chaque réduction du déplacement sera favorable à ce coefficient.



Bulbe situé au niveau la ligne de flottaison permettant d'augmenter la longueur

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

DOCUMENT 10

Rappel des textes réglementaires

Nous rappelons dans cette annexe les différentes réglementations applicable à la gestion de la flotte ainsi que les divisions de la réglementation national concernant la sécurité des navires.

Réglementation nationale applicable à la gestion de la flotte :

Décret du 9 janvier 1852 et plus particulièrement son article 3-1

Décret n°93-33 du 8 janvier 1993 relatif au permis de mise en exploitation des navires de pêche pris pour l'application de l'article 3-1 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime modifié le 17 mars 2000

Arrêté du 18 décembre 2006 établissant les modalités de gestion des différents régimes d' autorisations définis par la réglementation communautaire et applicables aux navires français de pêche professionnelle immatriculés dans la Communauté européenne

CIRCULAIRE DPMA/SDPM/C2003-9603 du 15 JUILLET 2003 portant modalités de délivrance de permis de mise en exploitation d' un navire de pêche en France métropolitaine, pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et pour la façade Méditerranée.

CIRCULAIRE DPMA/SDPM/C2003-9609 du 28 NOVEMBRE 2003 - Avenant à la circulaire DPMA/SDPM C2003-9603 du 11 juillet 2003. Modalités de délivrance de permis de mise en exploitation d' un navire de pêche en France métropolitaine, pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et pour la façade Méditerranée, dans le cas de la modernisation au dessus du pont principal.

Réglementation communautaire relatifs à la flotte de pêche

Règlement (CE) n°2371/2002 du Conseil du 20 décembre 2002 relatif à la conservation et à l'exploitation durable des ressources halieutiques dans le cadre de la **politique commune de la pêche** modifié dernièrement par le règlement (CE) n°865/2007 du 10 juillet 2007

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

Règlement (CE) n°**639/2004** du Conseil du 30 mars 2004 relatif à la gestion des flottes de pêche enregistrées dans les **régions ultrapériphériques**

Règlement (CE) n°**26/2004** de la Commission du 30 décembre 2003 relatif au **fichier de la flotte de pêche communautaire** modifié par le règlement (CE) n°**1799/2006** du 6 décembre 2006.

Règlement (CE) n°**2104/2004** de la Commission du 9 décembre 2004 portant modalités d'application du règlement (CE) n° 639/2004 du Conseil sur la gestion des flottes de pêche enregistrées dans les **régions ultrapériphériques** rectifié par le règlement (CE) n° 1570/2005 de la Commission du 27 septembre 2005, modifié par le règlement (CE) n° 1274/2007 de la Commission du 29 octobre 2007 .

Règlement (CE) n° **1281/2005** de la Commission du 3 août 2005 concernant la gestion des **licences de pêche** et les informations minimales qu'elles doivent contenir

Abrogeant le Règlement (CE) n° 3690/93 du Conseil, du 20 décembre 1993, établissant un régime communautaire fixant les règles relatives aux informations minimales que doivent contenir les licences de pêche

Réglementation communautaire concernant les aides pour les investissements à bord des navires de pêche

Article 25 du règlement (CE) n°**1198/2006** du Conseil du 27 juillet 2006 relatif au **Fonds européen pour la pêche**

Article 6 du règlement (CE) n°**498/2007** de la Commission du 26 mars 2007 portant modalités d' exécution du règlement (CE) n°**1198/2006** du Conseil relatif au Fonds européen pour la pêche

Programme opérationnel français du FEP approuvé le 19 décembre 2007

Divisions de la réglementation nationale concernant la sécurité des navires :

Décret 84-810 du 30 août 1984 relatif à la sauvegarde de la vie humaine en mer, à l'habitabilité à bord des navires et à la prévention de la pollution.

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

Arrêté du 23 novembre 1987 modifié, relatif à la sécurité des navires, notamment les divisions suivantes :

- Division 110 « GENERALITES »
- Division 130 « DELIVRANCE DES TITRES DE SECURITE »
- Division 211 « STABILITE A L'ETAT INTACT ET APRES AVARIE »
- Division 213 « PREVENTION DE LA POLLUTION »
- Division 215 « HABITABILITE »
- Division 226 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR EGALE OU SUPERIEURE A 12 METRES ET INFERIEURE A 24 METRES »
- Division 227 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR INFERIEURE A 12 METRES »
- Division 228 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR EGALE OU SUPERIEURE A 24 METRES »

DOCUMENT 11 – BIBLIOGRAPHIE

DOCUMENT 11

Bibliographie

- **I'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'Association Technique pour l'Efficacité Energétique, Comité Central des Armateurs de France et l'Institut de Recherches de la Construction Navale**, « Maîtrise de l'énergie dans les transports maritimes, hydrodynamique et aérodynamique du navire, amélioration du rendement propulsif »
- **Afnor**, « Référentiel de bonnes pratiques, Energie, Diagnostic énergétique dans l'industrie BP X30-120 »
- **Battais L., Defaye S. & VaitilingomG.**, « Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisation biocarburant », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Région Aquitaine*
- **Berthou P., Talidec C., Leblond E., Demanech S., Daurès F., Guyader O. & Thébaud O.**, « Les flottilles de pêche côtière en Bretagne : caractéristiques et évolution », *Atelier International « Régulation de l'accès aux ressources marines vivantes de la bande côtière : expériences internationales et perspectives pour la Bretagne »*
- **Berg A.**, « Full-scale experiences with propeller reinstallation on a pruse seiner », *International Conference on Propulsion for Small Craft, Royal Institution of Naval Architects, London*
- **Brient, A.** « Etude de l'influence du processus de fabrication sur les performances des propulseurs marins : approche multimétiers de l'usinage d'hélice », *thèse de doctorat, Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes*
- **Bureau Véritas**, « Safety rules for Gas-Fuelled engine installation in ships »
- **Carlton J.S.**, « Marine propeller and propulsion », *Butterworth Heinemann Ltd*
- **Catanzano J.**, « Eléments sur les interventions financières de l'Etat dans le secteur des pêches artisanales », *archives institutionnelles de l'IFREMER*
- **Catanzano J., Gilly B. & Lantz F.**, « Les entreprises de pêche : essais de typologie », *archives institutionnelles de l'IFREMER*
- **Dohy M. & Poitrat E.** « Bilan énergétique et émission de GES des carburants et biocarburants conventionnels, convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées) », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*
- **Duhamel R.**, « Carènes et propulsion », *Editions Dunod*
- **Escudié B. et J.M. Combe avec la collaboration de J. Payen**, « Vapeurs sur le Rhône, histoire scientifique et technique de la navigation à vapeur de Lyon à la mer », *éditions du CNRS Presse Universitaires de Lyon*
- **IFREMER & Le Drezen**, « Optimisation des engins de pêche : contraintes et possibilités d'évolution », *Journée Pêche-Energie*
- **IFREMER, SEAFISH & DIFTA**, « Les panneaux de chalut, caractéristiques et mise en œuvre », *Edition IFREMER*
- **Le Dret H., Lewandowski R., Priour D., & Chagneau F.**, « Numerical Simulation of a code and net, part 1 : Equilibrium in a uniform flow »

DOCUMENT 11 – BIBLIOGRAPHIE

- **Liennard A.**, « Etude sur les conditions technico-économiques de l'utilisation des Huiles Végétales Pures dans les moteurs de navires de pêche professionnelle », *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture*
- **Marichal D. & Vincent B.**, « Etude dynamique d'un train de pêche complet »
- **M'Rabet R., Bdioui & Ben Naceur L.**, « Essai et mise au point d'un chalut de fond à grande ouverture verticale (GOV) », *Bulletin Institut National Sciences et Techniques de la Mer de Salammbô*
- **Nazdon L., Baranger L., Guillotreau P., Lantz F. & Rautureau N.**, « Volatilité des cours du pétrole et stratégie de couverture dans le secteur de la pêche »
- **Paulet D. & Presles D.**, « Architecture navale, connaissance et pratique », *Les éditions de la Villette, savoir-faire de l'architecture*
- **Plassat G.**, « Les technologies des moteurs de véhicules lourds et leurs carburants », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*
- **Shawyer M & Medina Pizzali A.**, « L'utilisation de la glace sur les bateaux de pêche artisanales », *FAO document technique sur les pêches*
- **Smith C.F., Lapp P., Sedat R.**, « Should there be a propeller nozzle on your trawler ? », *New York Sea Grant*
- **Sterlin D. & Goldsworthy L.**, « Energy Efficient Fishing : A 2006 review, Part A – Alternative fuels and efficient engines », *Australian Government, Fisheries Research and Development Corporation*
- **Sterling D. & Klaka K.**, « Energy Efficient Fishing : A 2006 review, Part B – Hull Characteristics and Efficiency », *Australian Government, Fisheries Research and Development Corporation*
- **Svensen T. & Medhurst J.S.**, « A simplified method for the assessment of propeller roughness penalties », *Marine Technology*
- **Vincent B.**, « A new generation of tools for trawls, Dynamic numerical simulation »
- **Wilson J.D.K.**, « Economies financières et de carburant dans la pêche artisanale », *FAO document technique sur les pêches*

DOCUMENT 12 - INDEX

DOCUMENT 12

Index

Arbre d'entraînement : appelé aussi ligne d'arbre, c'est l'ensemble des liaisons entre le groupe propulsif (ou moteur) et l'hélice ou équivalent

Art dormant : nom donné aux techniques de pêche qui restent statiques, parmi celle ci, on retrouve le casier, la palangre, le filet trémail ou maillant

Art traînant : nom donné aux techniques de pêche utilisant des engins que l'on tracte ou que l'on traîne, parmi celle ci, on retrouve le chalut, la ligne de traîne, la drague ou encore la perche

Auditeur : celui qui conduit l'audit ; dans notre cas celui qui conduit le diagnostic

Bassin des carènes : Installation en forme de long bassin permettant de réaliser des essais de résistance à l'avancement

Bulbe : Protubérance au niveau de l'étrave en dessous de la ligne flottaison destinée à améliorer les performances des navires en réduisant la résistance hydrodynamique, ou s'il est placé au niveau de la flottaison, il permet d'améliorer le coefficient de finesse.

Carène : Partie immergée de la coque d'un navire

Changement d'état : En thermodynamique (partie de la mécanique des fluides traitant des échanges de chaleur), lorsqu'on passe d'une phase liquide (exemple l'eau) à une phase gazeuse (exemple la vapeur) on dit qu'il y a un changement d'état ; les facteurs influençant les changements d'état sont la température et la pression

Code de calcul : Terme désignant un logiciel

Code RANSE : Logiciel informatique résolvant les équations de la mécanique des fluides et permettant de faire des simulations d'écoulement

Coefficient de bloc : C'est un coefficient de remplissage qui exprime le rapport entre le volume immergé Δ et celui du parallélépipède rectangle qui le contient entièrement, produit de la longueur L par la plus grande largeur immergée B (en général largeur de flottaison) par la plus grande profondeur immergée T (profondeur de carène) soit : $C_b = \Delta / (L.B.T)$

Coefficient de finesse : Rapport entre la longueur à la flottaison et la racine cubique du volume immergé

DOCUMENT 12 - INDEX

Couple : Un couple en mécanique, désigne l'effort en rotation appliqué à un axe. Il est ainsi nommé en raison de la façon caractéristique dont on obtient ce type d'action : un bras qui tire, un bras qui pousse, les deux forces étant égales et opposées

Déplacement : C'est le poids du volume d'eau correspondant à la carène d'un navire

Euros constant : Euros ne prenant pas en compte l'inflation

FEM : Finites elements methode ou en français, méthode des éléments finis. C'est une méthode qui permet de réaliser des calculs de structure et de résistance des matériaux. Les codes utilisant cette méthode sont SAMCEF, I-Deas, Ansys, Abaqus...

Fluide parfait (théorie) : Théorie permettant de simplifier les problèmes de mécanique des fluides en supposant qu'il n'y a pas de frottement pour le fluide considéré. Attention dans la réalité un fluide parfait n'existe pas.

Gisement d'économie d'énergie : potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique (exprimée en unité énergétique ou financière)

Longueur d'onde : C'est la distance entre deux crêtes de vague successives.

Maillage : C'est une subdivision du domaine que l'on souhaite étudier en un nombre fini d'éléments plus petits appelés cellules que ce soit en deux ou trois dimensions.

Massif : Terme technique désignant la structure portant le palier et l'arbre porte-hélice

Méthode de Holtrop-Mennen : Cette méthode est basée sur un savoir empirique et permet de quantifier la résistance résiduaire pour des navires naviguants dans des plages de vitesses moyennes (le nombre de Froude est compris entre 0,27 et 0,50). On retrouvera une explication complète de la méthode dans les publications « International Shipbuilding Progress », notamment Vol. 29, juillet 1982. En général, les résultats obtenus avec cette méthode sont plus optimistes que dans la réalité dans une proportion de 10% mais ne sont pas aberrant malgré la complexité de la formule.

Méthode Van Oossanen : Cette méthode est basée sur un recensement effectué par Van Oossanen présenté pour la première fois sous forme d'abaques au RINA en 1979 portant sur les navires appelés séries 63. De ces recensements, on a déduit les résistances résiduaires pour une gamme de nombre de Froude allant de 0,21 à 0,7 et différents paramètres géométriques du navires.

Méthode de surface tracking : Cette méthode consiste effectuer un maillage de la surface libre et de suivre son évolution au cours du temps. C'est à dire qu'à chaque pas de temps, il y aura un nouveau calcul de la forme de la surface libre et un remaillage de celle ci.

Méthode VOF (Volume of Fluide) : C'est une méthode de simulation des écoulements à surface libre dont le principe repose sur la notion de fraction volumique. Le principe du suivi de l'interface (surface de la mer) est de déterminer la quantité de fluide dans chaque cellule en évaluant cette fraction volumique. Si cette dernière vaut 1 alors la cellule est remplie d'air ; si elle vaut 0 alors la cellule est remplie d'eau. Les fractions volumiques comprises entre 0 et 1 déterminent la position de la surface libre.

DOCUMENT 12 - INDEX

Modèles standards de Taylor : Ce sont des modèles empiriques basés sur des essais. Ils ont donné lieu à différentes présentations que l'on retrouve dans plusieurs ouvrages. La résistance résiduaire est calculée sur la base d'un coefficient de frottement majoré. D'après ces modèles standards de Taylor, il a pu être établi des tableaux des résistances résiduaires pour des gammes de nombres de Froude allant de 0,21 à 0,7 et en fonction de certains paramètres géométriques des navires.

Nombre de Froude : Ce nombre est le rapport entre la vitesse et la racine carré de la longueur multipliée par la gravité.

Œuvres mortes : Partie émergée de la coque d'un navire.

Poussée d'Archimède : Le principe d'Archimède dit que tout corps partiellement ou totalement immergé dans un fluide reçoit une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale au poids du fluide déplacé, appliquée au centre du volume immergé. C'est cette poussée que l'on appelle poussée d'Archimède.

Rendement : c'est un rapport qui permet de quantifier l'efficacité d'un système.

Rugosité : Terme désignant l'état d'une surface, plus la rugosité est importante, plus le frottement est important.

Similitude (théorie) : La théorie de la similitude consiste à utiliser pour la quantification, des données qui ne dépendent pas des dimensions de l'objet étudier. Ainsi grâce au nombre de Froude, on peut comparer les résultats obtenus sur une maquette d'un navire à l'échelle 1/20 et les résultats obtenus pour le navire en taille réel.

Surface libre : Terme technique désignant la surface de la mer et plus généralement une interface entre deux fluides qui a la propriété de se mouvoir librement.

Surface mouillée : Surface de la coque qui est en contact avec l'eau.

Viscosité : Elle désigne la capacité du fluide à s'écouler. A titre d'exemple, l'huile a une viscosité plus importante que l'eau qui elle-même est 1000 fois plus visqueuse que l'air.

Vitesse moyenne relative : La vitesse est dépendante du référentiel dans lequel elle est mesurée. Par exemple une personne assise à son bureau à une vitesse nulle (elle ne bouge pas) dans le «référentiel bureau », par contre si on se place du point de vue de l'espace, «référentiel espace », elle a une vitesse dans la mesure où Terre tourne autour d'elle-même et du soleil. La vitesse qu'elle a dans le «référentiel espace » est appelée vitesse absolue et la vitesse qu'elle a dans le «référentiel bureau » est appelé vitesse relative.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

DOCUMENT 2 Système de propulsion

SOMMAIRE

1. MOTEUR	3
2. HELICE	5
2.1. Fonctionnement et définitions	5
2.2. Paramètres permettant d'estimer l'efficacité d'une hélice	7
2.3. Cavitation	7
2.4. Rendements et paramètres utiles	7
2.5. Modes de fabrication	10
2.5.1. Matériaux	10
2.5.2. Problèmes liés à l'état de surface des pales	11
2.5.3. Hélices à pas variables	12
2.6. Méthode Crouch de calcul d'hélice	13
2.7. Conclusion sur les hélices	16
3. TUYERE	17
3.1. Introduction	17
3.2. Restriction à l'utilisation d'une tuyère	17
3.3. Les différents types de tuyères	19
3.4. Conclusion sur les tuyères	21
4. REDUCTEUR	22
5. ADDITIF	22
6. BIOCARBURANT	22
6.1. Les HVP	23
6.2. Bioéthanol et biodiesel	24

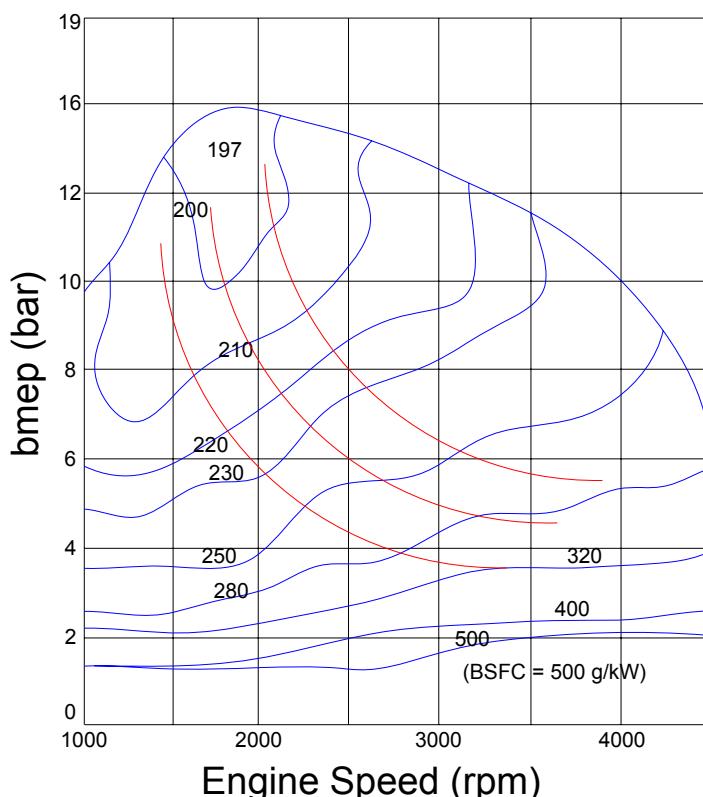
DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

7. PILES A COMBUSTIBLE	24
8. VOILE D'APPOINT	26
8.1. Kite surf	34
8.2. Conclusion sur les voiles d'appoint	35

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

1. Moteur

La puissance des moteurs sur les navires de pêche varie de 37 à 3000 kW suivant la taille et l'activité de pêche. Le rendement des moteurs est faible, au maximum entre 35 et 40%, et dépend de la puissance consommée.



Ci dessus un graphique de la consommation spécifique du moteur TDI VAG 1,9 litre. La PME (bmep sur le graphe ou brake mean effective pressure) est proportionnelle au couple moteur à travers la relation :

$$\text{Couple} = \text{PME} \times \text{cylindrée} / 4 \times \pi$$

Avec le couple exprimé en Nm
 La PME en Pa
 La cylindrée en m³

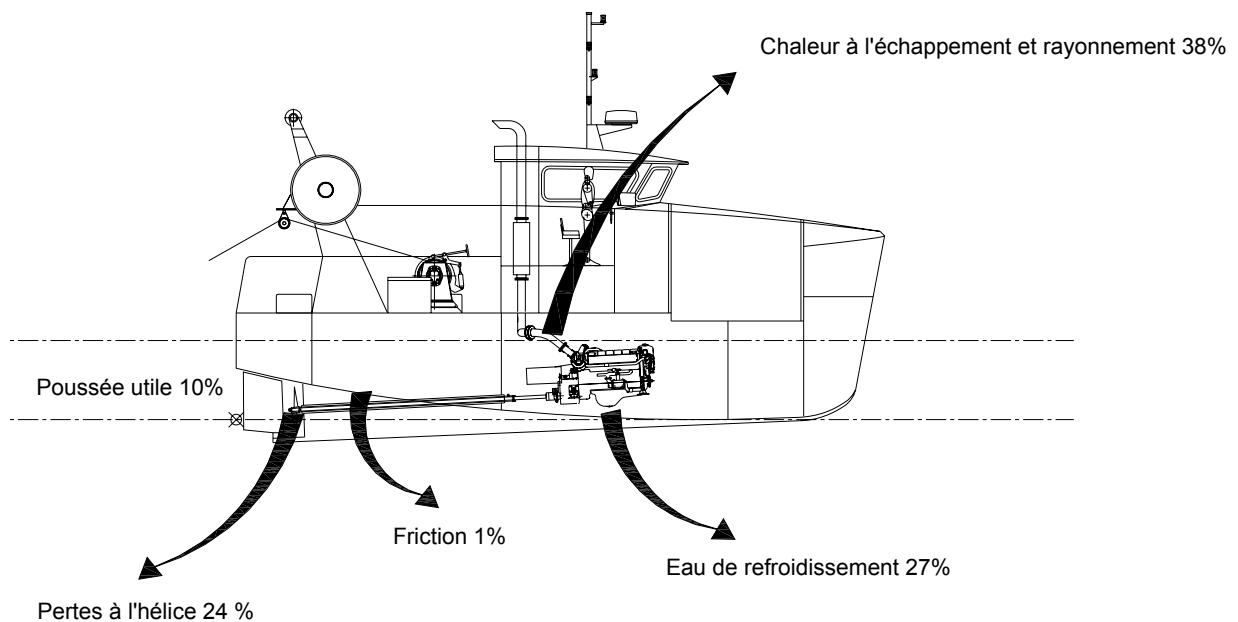
Les courbes en rouge représentent des iso-puissances et montrent que pour une puissance donnée, il faut réduire le régime et augmenter le couple pour se rapprocher de la zone de rendement optimal. Le graphique montre bien que suivant le point de fonctionnement, le rendement varie plus que du simple au double (consommation spécifique minimale = 197 g/kWh, monte à plus de 500 g/kWh à faible charge soit une rendement divisé par 2,5).

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

On retrouve bien le fait que le rendement moteur (qui est l'inverse de la consommation spécifique à une constante près) se dégrade fortement quand la charge (le couple demandé) s'éloigne du couple maxi sur le point de régime considéré.

On estime que seulement 10% de l'énergie du carburant est restituée sous forme de poussée (données FAO).

Dans ce qui reste, 38% est perdue en chaleur à l'échappement et par rayonnement, 27% est perdue en eau et refroidissement, 24% de l'énergie est perdue au niveau de l'hélice et 1% au niveau des frictions sur l'arbre d'hélice.



Pertes d'énergie du moteur sur un chalutier

Selon la FAO (« Economies financières et de carburant dans la pêche artisanale », J.D.K. Wilson) sur un bateau qui ne traîne ni filet ni drague, l'énergie qui atteint l'hélice se décompose comme suit:

- 35% sont utilisés pour la rotation de l'hélice
- 27% pour vaincre la résistance de vague
- 18% pour vaincre le frottement de la coque
- 17% pour vaincre les remous de l'hélice
- 3% pour vaincre la résistance de l'air

Le rendement de l'hélice est d'environ 50% en général mais la décomposition faite ci dessus n'est vraie que pour un nombre de Froude de l'ordre de 0.3 (voir annexe 1), dans le cas d'un faible nombre de Froude, la résistance de vague est égale à la résistance visqueuse (et non de l'ordre de 27% et de 18% respectivement pour la résistance de vague et la résistance visqueuse).

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Le moteur est souvent l'unique source d'énergie à bord, des aménagements pourraient réduire la consommation d'énergie.

A l'heure actuelle, les pistes de recherche pour améliorer le rendement des moteurs portent sur l'injection électronique et les propulsions hybrides.

Pour l'instant, on récupère la chaleur uniquement pour le chauffage.

Lorsque la taille du bateau le permet, l'installation d'un groupe électrogène auxiliaire peut être un facteur de diminution de la consommation de carburant. Pendant une marée, le navire se trouve dans des configurations où il n'a pas besoin de propulsion, ni de grande quantité d'énergie (par exemple pendant les préparatifs du départ, le débarquement de la pêche ou dans le cas des fileyeurs qui restent au mouillage toute la nuit près de leurs filets).

Dans le rapport final d'enquête sur les économies d'énergie sur les bateaux de pêche rédigé par l'ADEME en collaboration avec Automobile Energie et Environnement, une simulation sur les réductions de consommation de carburant grâce à la présence d'un groupe électrogène auxiliaire donne les informations suivantes :

- Sur un chalutier de 25m, le moteur de 33 litres de cylindrée consomme plus de 33 L/h pour fournir 40 kW électriques alors qu'un groupe auxiliaire consommerait environ 10 L/H (1l de fuel est égale à environ 12 kWh, donc 33l/h donne 396 kWh, avec un rendement d'environ 35%, cela fait 139 kW et 10 L/h donne une puissance de 42 kW)
- Le fileyeur, qui au cours de sa marée de trois semaines, reste au mouillage pendant 136 heures au ralenti économiserait 10 à 15 % de carburant sur sa consommation totale s'il pouvait planter un groupe électrogène auxiliaire

Mais ce système de générateur auxiliaire n'est installé que sur les navires de plus de 20m.

Une autre façon d'envisager la dissociation, est d'avoir un moteur de propulsion pour la route libre et un moteur de propulsion pour l'action de pêche, cela n'est pas envisagé par les motoristes.

Analyse théorique de l'énergie disponible et de la puissance exploitée

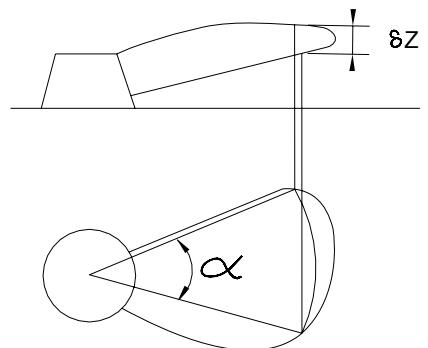
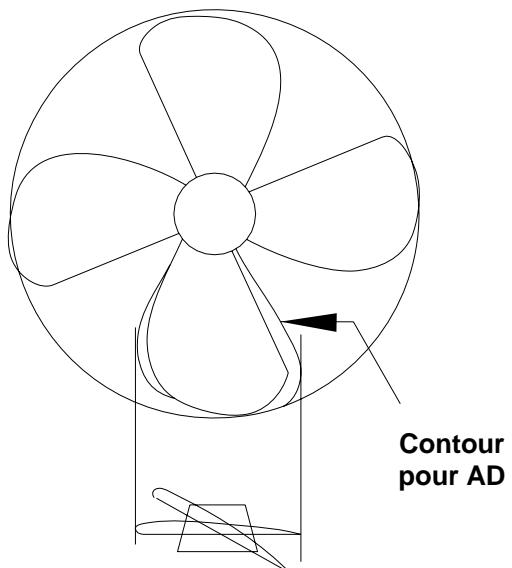
On peut considérer qu'un litre de gasoil correspond à 10 kWh. Si on prend le cas du chalutier de 25m consommant 33L/h avec un rendement de 35% on dispose d'une puissance théorique de $10 \times 33 \times 0,35 = 115,5$ kW. Avec le rendement d'hélice de l'ordre de 50%, on obtient donc une puissance utile pour la propulsion de $115,5 \times 0,5 = 57,75$ kW.

2. Hélice

2.1. Fonctionnement et définitions

Une hélice géométriquement définie absorbe un certain couple lorsqu'elle est en rotation à un certain régime dans un courant d'eau à une certaine vitesse, et elle exerce alors sur son arbre d' entraînement une certaine poussée axiale.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



Mesure du pas. $P = dZ \times 360 / \alpha$ (degré)

Géométrie d'une hélice

L'hélice est définie par plusieurs paramètres :

- son diamètre **D**, mesuré aux extrémités des pales
- son pas **P**. C'est le pas de la surface hélicoïdale qui engendre une des faces de chaque pale. Lorsque le mouvement est tel que l'hélice se visse librement dans le fluide, donc avec une avance relative d'un pas par tour, poussée et couple approchent de 0. Le rapport **P/D** («fraction de pas ») remplace généralement l'expression directe du pas
- sa surface exprimée par le total des aires inscrites dans le contour de chaque pale **Ad**. Le plus couramment on rapproche cette surface de celle du disque circonscrit à l'hélice, d'aire $A_0 = \pi D^2 / 4$. Le rapport **Ad/A₀** est appelé «fraction de surface »

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

2.2. Paramètres permettant d'estimer l'efficacité d'une hélice

Berg (*Full-scale experiences with propeller reinstallation on a purse seiner*, 1982) a démontré qu'en augmentant le diamètre de l'hélice de 50% sur un bateau de pêche, on obtenait une diminution de la consommation de carburant de l'ordre de 30% et une augmentation de la traction à quai de 27%.

Pour que l'hélice soit la plus efficace possible, son diamètre doit être maximum sachant que l'espacement entre les pales d'hélice et la coque doit être d'une valeur relative au diamètre de celle-ci. La taille de l'hélice dépend de l'espace disponible dans la cage d'hélice.

Le nombre des pales doit être pris en compte. En général, pour une vitesse donnée de l'arbre porte-hélice, moins il y a de pales et plus l'hélice est efficace. Par contre lorsque nous avons un minimum de pales, chacune subit une plus forte charge ce qui peut entraîner de nombreuses vibrations et être à l'origine de la cavitation (nous reviendrons plus tard sur le problème de cavitation). Pour chaque navire il faut rechercher le bon nombre de pales, trop de pales augmente la résistance hydrodynamique, pas assez de pales réduit la poussée de l'hélice.

2.3. Cavitation

La poussée est la résultante d'une différence de pression entre l'intrados et l'extrados de la pale d'hélice. Il y a une dépression qui se forme sur l'extrados et une surpression sur l'intrados, cette différence de pression génère la poussée de l'hélice.

Une brusque chute de la pression entraîne un changement d'état liquide-vapeur, c'est ce que l'on appelle la cavitation ; il y a deux sortes de cavitation, la cavitation par bulle (répartition uniforme) et la cavitation par poche attachée (présence d'un pic de dépression locale P_{min}).

La cavitation :

- entraîne une chute du rendement
- le choc des bulles engendre une usure prématuée du métal.

Augmenter le diamètre de l'hélice en diminuant le régime de rotation permet de retarder le phénomène de cavitation. On peut aussi augmenter la fraction de surface A_D/A_0 (on verra par la suite que l'état de surface de l'hélice joue aussi sur phénomène de cavitation).

2.4. Rendements et paramètres utiles

On définit un premier *rendement* (η_0) qu'on appelle «rendement d'hélice» :

$$\eta_0 = \frac{T.V_a}{2\pi.Q.n}$$

Avec

n : le régime de rotation (en tours/seconde)

V_a : la vitesse relative de translation de l'eau dans la zone de l'hélice

Q : couple nécessaire pour assurer la rotation

T : la poussée produite

On l'appelle aussi «rendement propre» ou «rendement en eau libre» compte tenu que le calcul est fait en l'absence de la carène donc il n'y a pas perturbation de l'écoulement en amont de l'hélice.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

On crée des coefficients adimensionnels pour le couple et la poussée :

$$K_Q = \frac{Q}{\rho \cdot n^2 \cdot D^5}$$

$$K_T = \frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4}$$

Coefficient de rendement adimensionnel :

$$\eta_0 = (K_T \times V_a / (n \times D)) / (K_Q \times 2\pi)$$

Le coefficient de rendement d'hélice ne prend pas en compte la présence de la carène. Or le champ de vitesse devant l'hélice est perturbé par la présence de cette carène ainsi que par ses appendices.

Plusieurs coefficients sont à prendre en compte lorsque l'on veut s'assurer du bon fonctionnement de l'hélice.

Coefficient de sillage

Derrière le navire, on peut observer une zone où l'eau est plus ou moins entraîné par la carène, le flux de vitesse n'est pas régulier. Si l'on considère la *vitesse moyenne relative* au navire V_a dans le disque balayé par l'hélice juste en amont, le coefficient de sillage moyen est :

$$w = \frac{V - V_a}{V}$$

Avec V qui est la vitesse du navire. Il faut étudier le fonctionnement de l'hélice en fonction de la vitesse V_a et non de la vitesse V .

La variation ponctuelle des coefficients de sillage modifie les performances de l'hélice, on évalue cette variation de manière expérimentale.

Ce coefficient dépend des formes de la carène, de l'encombrement de l'hélice et de sa position par rapport à la coque.

S'agissant de navire classique à une seule hélice, w varie entre 0.2 environ pour les carènes les plus fines à 0.35 et au-delà pour les carènes les plus volumineuses.

Dans le cas des navires à deux hélices w est habituellement voisin de 0.1 mais peut atteindre 0.2 s'il s'agit de formes pleines.

Coefficient de succion

La présence de l'hélice perturbe le trajet des filets d'eau et la répartition des pressions dynamiques autour de la carène se traduit par une augmentation de la résistance à l'avancement. La poussée que doit exercer l'hélice sur le navire, à vitesse donnée, est plus grande que la traction de remorquage qu'il faudrait appliquer pour atteindre la même vitesse, l'expression de ce coefficient est la suivante :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

$$t = \frac{T - R}{T}$$

Avec T la poussée et R la résistance de remorquage. Les éléments influençant la succion sont à peu près les mêmes que ceux qui génère le sillage. L'adoption d'un coefficient t de 0.01 est une bonne précaution dans le cas où on ne pourrait recourir aux essais en bassin ou aux simulations numériques.

Rendement propulsif global

La puissance rotative délivrée à l'hélice se déduit du couple Q et du régime de rotation n : $P_D = 2\pi Q n$
 La puissance effective d'avancement est le produit de la résistance à l'avancement de base par la vitesse du navire :

$$P_E = R \cdot V$$

On peut donc calculer le rendement propulsif global :

$$\eta_D = P_E / P_D$$

Ce rendement peut s'écrire aussi sous la forme :

$$\eta_D = \eta_0 \cdot \eta_R \cdot \eta_H$$

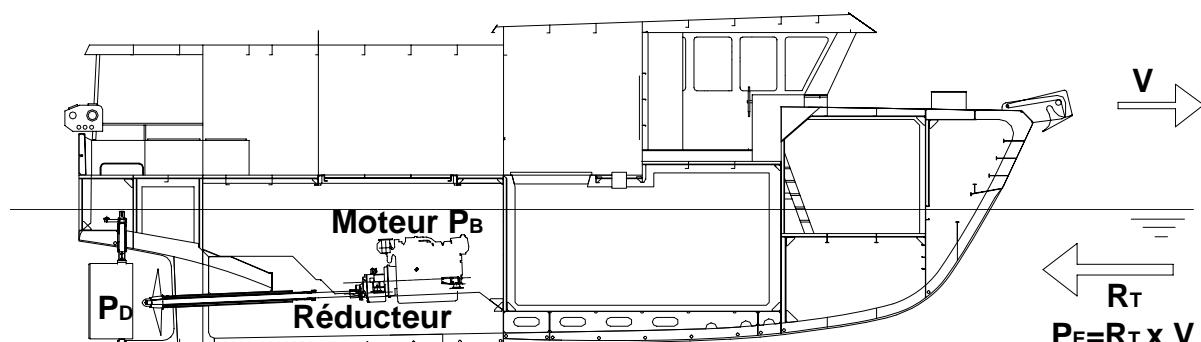
Avec $\eta_H = (1-t)/(1-w)$ qui est le rendement coque et $\eta_R = Q_0/Q$ (avec Q_0 couple absorbé par l'hélice en eau libre et Q couple transmis à l'hélice propulsant le navire) qui est le rendement rotatif relatif (généralement compris entre 0.97 et 1.03).

C'est ce rendement propulsif global qui permet de déterminer l'efficacité de l'hélice. Mais ce coefficient ne fait entrer en jeux que les effets hydrodynamiques.

Rendement mécanique

Entre un moteur et une hélice les engrenages et les paliers absorbent une partie de la puissance.

Soit P_B la puissance fournie par le moteur, P_D la puissance délivré à l'hélice, le rendement mécanique est :



$$\eta_M = P_D / P_B$$

Schéma de l'ensemble moteur-réducteur-hélice

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Sa valeur est rarement inférieure à 0.95 (4% de pertes dans le réducteur et 0.5% dans chacune des deux portées de l'arbre porte-hélice s'il est supporté aux extrémités du tube d'étambot, sans autre palier). Nous verrons par la suite comment améliorer ce rendement en adaptant la bonne hélice au bon moteur.

2.5. ***Modes de fabrication***

Il y a deux modes pour fabriquer des hélices :

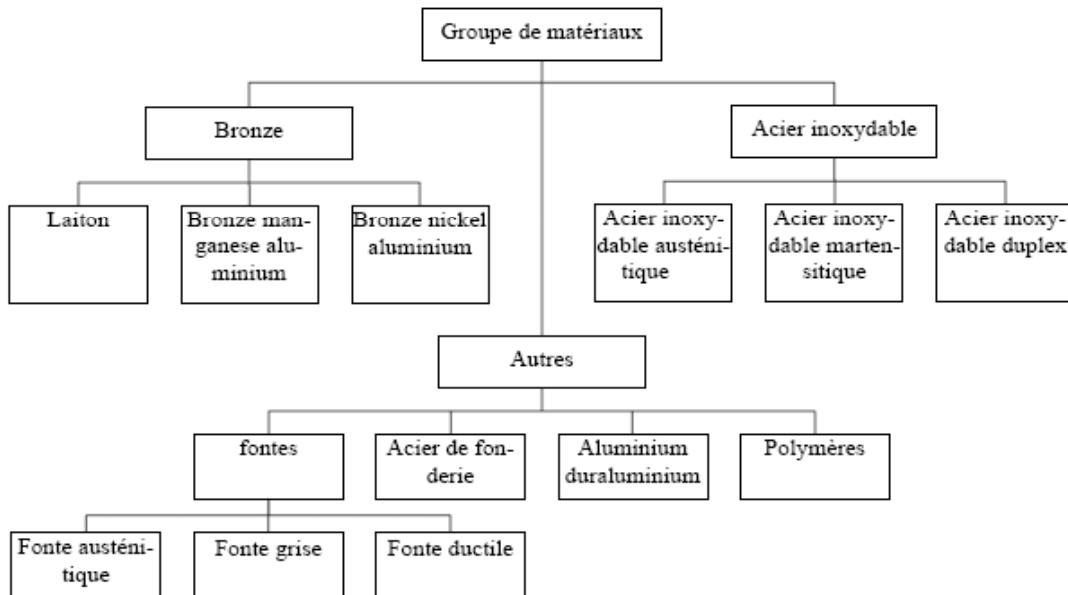
- La méthode classique avec une phase de fonderie et deux phases de finitions manuelles, le meulage et le polissage.
- Depuis quelques années, une autre méthode est apparue avec les machines outils à commande numérique 5 axes. Cette méthode présente 3 avantages d'après les spécialistes :
 - la surface globale est plus proche de la surface théorique (celle qui a été conçue)
 - la surface des pales est conforme aux tolérances spécifiées
 - le fait d'utiliser une machine outil pour concevoir l'hélice permet de la reproduire à l'identique

Même avec une machine outil, on est obligé d'utiliser encore le polissage.

2.5.1. Matériaux

Les matériaux utilisés pour la fabrication d'hélices sont répertoriés dans le tableau ci-dessous (J. S. Carlton, *Marine propeller and propulsion*, Butterworth Heinemann Ltd, 1994) :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



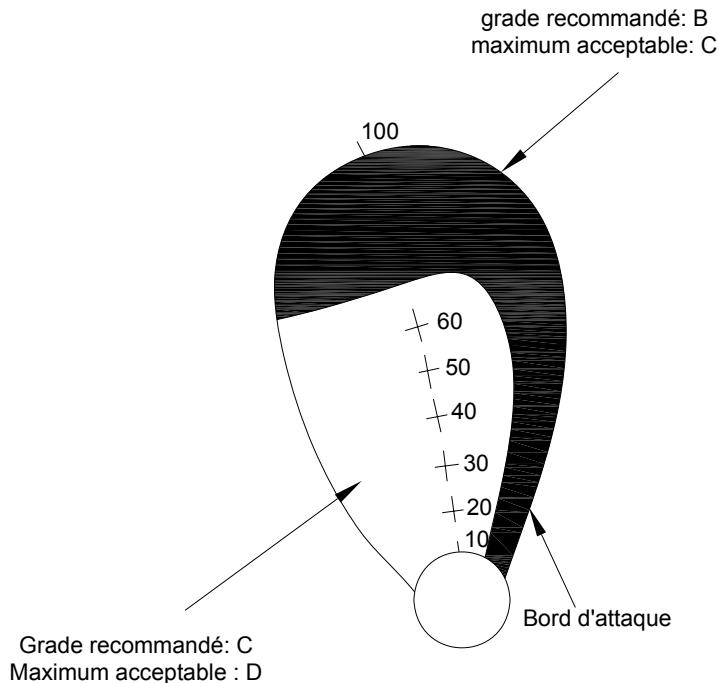
Entre 1985 et 1988, 82% des hélices étaient produites avec un alliage bronze-nickel-aluminium.

2.5.2. Problèmes liés à l'état de surface des pales

Lors du fonctionnement en mer des propulseurs, il y a une détérioration rapide de l'état de surface des pales. Cette détérioration se caractérise par de l'érosion de cavitation et par l'adhérence de coquillages et d'algues.

Il y a une perte de puissance propulsive. Svensen et Medhurst (*A simplified method for the assessment of propeller roughness penalty*, 1984) ont démontré que 4,6% de puissance en plus était nécessaire pour assurer la même vitesse que dans le cas d'une hélice neuve. Une autre étude menée par le Woods Hole Oceanographic Institut a démontré que la saleté accumulée pendant 7,5 mois sur l'hélice d'un navire avait, à vitesse égale, augmenter la consommation de carburant de 10%. Mais attention, cette perte de puissance dépend de la zone de détérioration de l'hélice. L'état de surface du bord d'attaque et du bout des pales a une influence plus importante que le reste sur les performances de l'hélice (A. Brient, *Etude de l'influence du processus de fabrication sur les performances des propulseurs marins : approche multimétiers de l'usinage d'hélice*, thèse de doctorat, 2004) :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



Répartition recommandée de la rugosité des pales

La rugosité favorise l'apparition de la cavitation. Elle est plus importante pour un défaut isolé que pour une rugosité répartie. Cette cavitation est à l'origine d'une augmentation de la traînée.

Diagnostique de base de l'efficacité de l'hélice

L'hélice n'est pas adaptée si :

- Le moteur n'atteint pas le régime prévu et qu'il est en surcharge
- Le moteur dépasse la vitesse prévue à plein régime et qu'il est en sous charge
- L'hélice est en surcharge et montre des signes de cavitation et d'érosions superficielles

Une surcharge du moteur est due à une hélice au pas trop fort

Une sous charge du moteur est due à une hélice au diamètre insuffisant ou à un pas trop faible.

2.5.3. Hélices à pas variables

Pour les chalutiers, une hélice à pas fixe ne peut pas travailler dans des conditions optimales à la fois en traction (lors de l'action de pêche) et en route libre (lorsque le bateau se rend sur son lieu de pêche ou en revient). Une hélice à pas variable verra son efficacité augmenter de 15% (« Economies financières et de carburant dans la pêche artisanale », J.D.K. Wilson, FAO) par rapport à une hélice à pas fixe munie d'une tuyère si elle est bien conçue et bien utilisée.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

2.6. *Méthode Crouch de calcul d'hélice*

Cette méthode simple permet de faire une estimation du diamètre et du pas d'hélice pour un moteur donné. Elle est fondée sur des données empiriques et une formule étudiée par Georges Crouch. Nous ne donnerons pas ici le détail de la méthode ni des calculs, seulement les graphiques permettant de donner une idée du choix de l'hélice.

Cette méthode est une première approximation et ne dispense pas de faire une étude plus approfondie en bassin des carènes ou à l'aide de simulations numériques.

Lecture des graphiques

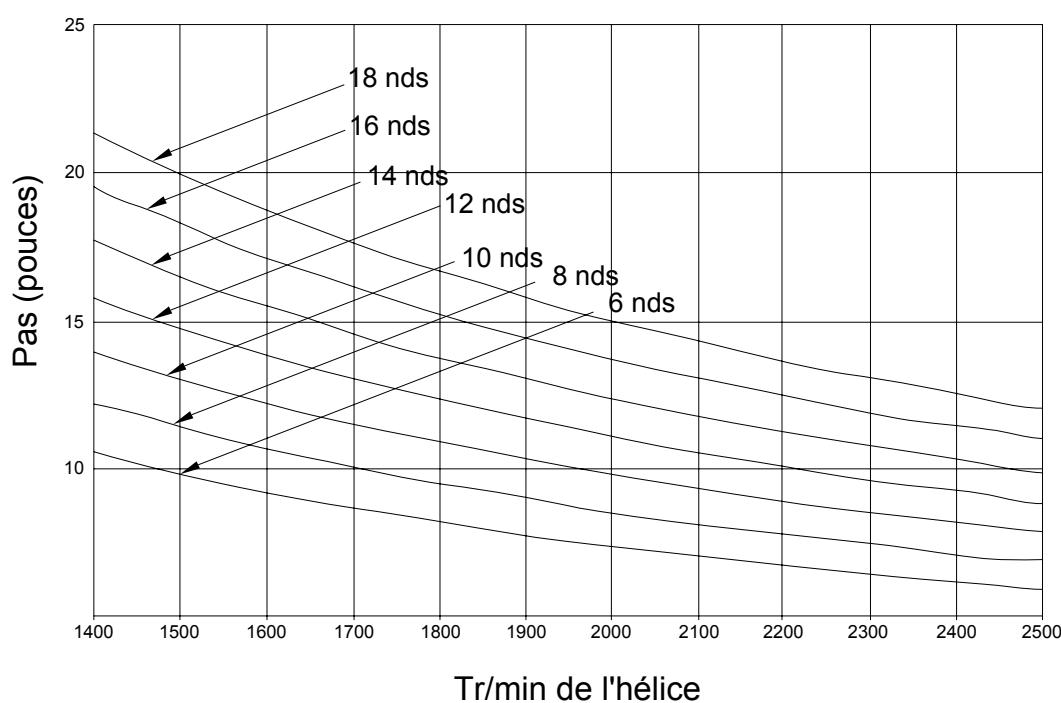
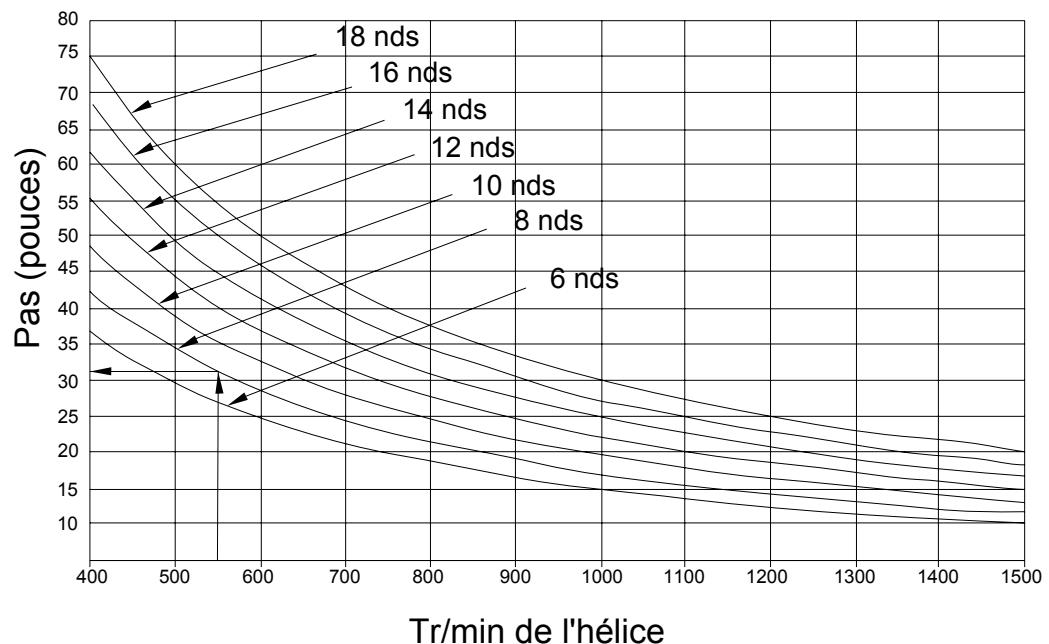
- Pour l'estimation du pas de l'hélice

Les graphiques doivent être lus en entrant selon l'axe horizontal les tr/min correspondant à la vitesse de l'hélice en vitesse de croisière. On trace une verticale jusqu'à couper la vitesse de croisière requise. On peut lire en ordonné le pas (exemple : une vitesse de rotation de 550 tr/mn à 8 nds donne un pas de 78,75 cm)

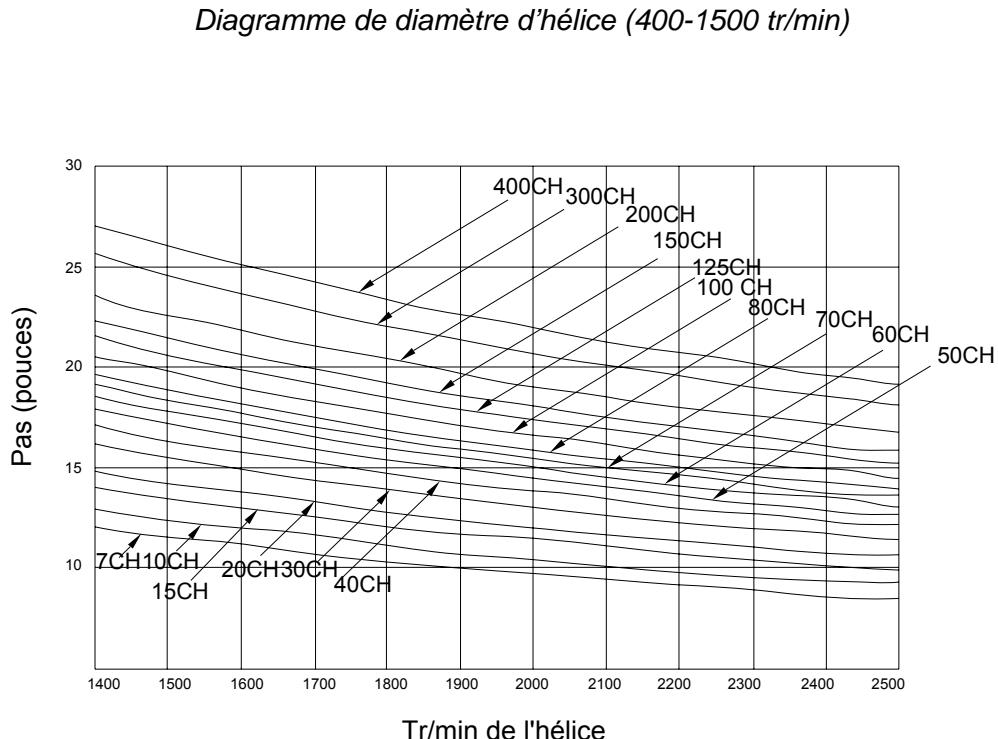
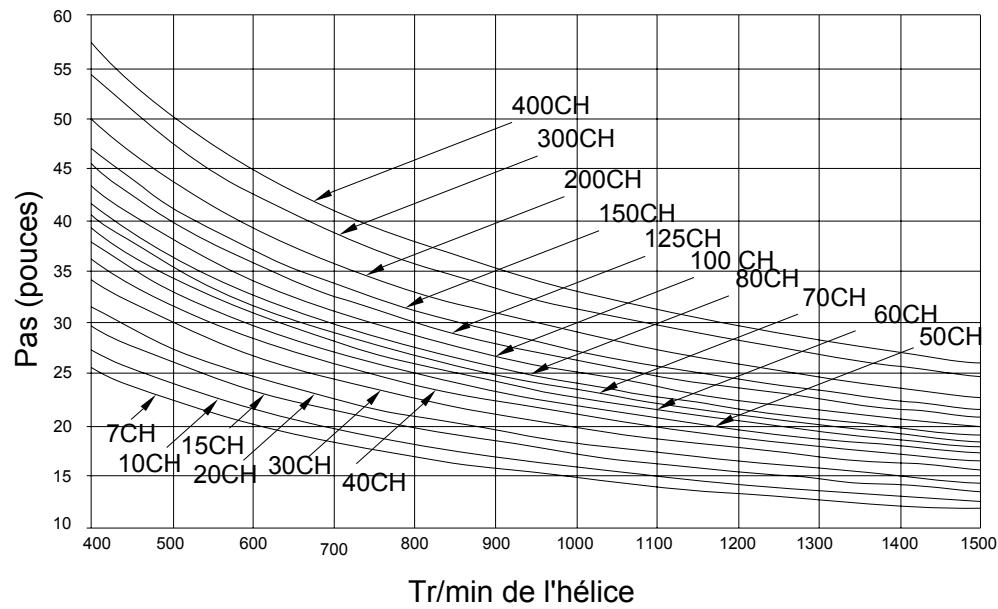
- Pour l'estimation du diamètre de l'hélice

Les graphiques doivent être lus en entrant selon l'axe horizontal les tr/min correspondant à la puissance maximale du moteur. On trace une verticale jusqu'à couper la puissance fournie. On peut lire en ordonné le diamètre. (exemple : une vitesse de rotation de 600 tr/mn pour une puissance de 150 CV correspond à une diamètre d'hélice de 96,52 cm)

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Diagramme de diamètres d'hélice (1400-2500 tr/min)

L'utilisation de ces graphes est limitée aux hélices à trois pales mais des coefficients d'adaptations pour les hélices à deux ou quatre pas existent, ils sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

	Diamètre	Pas
Hélice à deux pales	1.05	1.01
Hélice à quatre pales	0.94	0.98

Ces coefficients doivent être appliqués après lecture des graphiques.

Ces graphiques permettent également d'adapter le pas d'une hélice à pas variable.

2.7. Conclusion sur les hélices

Le rendement d'hélice η_0 nous renseigne sur son efficacité en l'absence de la carène, le rendement propulsif global indique l'efficacité en présence de la carène mais ce rendement ne prend en compte que les effets purement hydrodynamiques. Le rendement mécanique nous renseigne sur les pertes de transmissions entre l'hélice et le moteur (pertes dans le réducteur, dans l'arbre hélice...).

Dans le cas où ces rendements seraient médiocres, plusieurs points sont à vérifier :

- Le diamètre doit occuper au maximum l'espace de la cage d'hélice (en laissant un espace suffisant entre l'extrémité des pales et le fond de la coque ou la quille > 10% du diamètre de l'hélice)
- la surface et le nombre des pales ont une importance sur l'amélioration des rendements. La méthode de calcul d'hélice de Crouch est une bonne première approximation pour voir si l'hélice installée sur le bateau est la plus adapté. De plus pour les navires qui utilisent des techniques d'art traînant, l'utilisation d'une hélice à pas variable présentera un réel avantage en termes d'efficacité.
- L'état de la surface de l'hélice doit être pris en compte. Un mauvais entretien a deux conséquences. Les saletés vont réduire le rendement par des frottements en plus, et la rugosité de la coque peut accentuer le phénomène de cavitation. L'autre indication permettant de prévoir l'état de surface de l'hélice est son mode de fabrication (classique ou à l'aide d'une machine outils) pour les raisons énoncées plus haut.
- le matériau employé. Chaque matériau ayant ses caractéristiques mécaniques propres, il conviendra de choisir le plus approprié pour chaque navire sachant qu'il faut toujours rechercher le meilleur compromis entre solidité et légèreté.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

3. Tuyère

3.1. *Introduction*

Les tuyères sont des dispositifs en forme de tube court entourant l'hélice. Il en existe de plusieurs sortes, symétriques, axisymétrique, en forme de demi-anneau... Le but principal d'une tuyère est d'améliorer la poussée du système de propulsion.



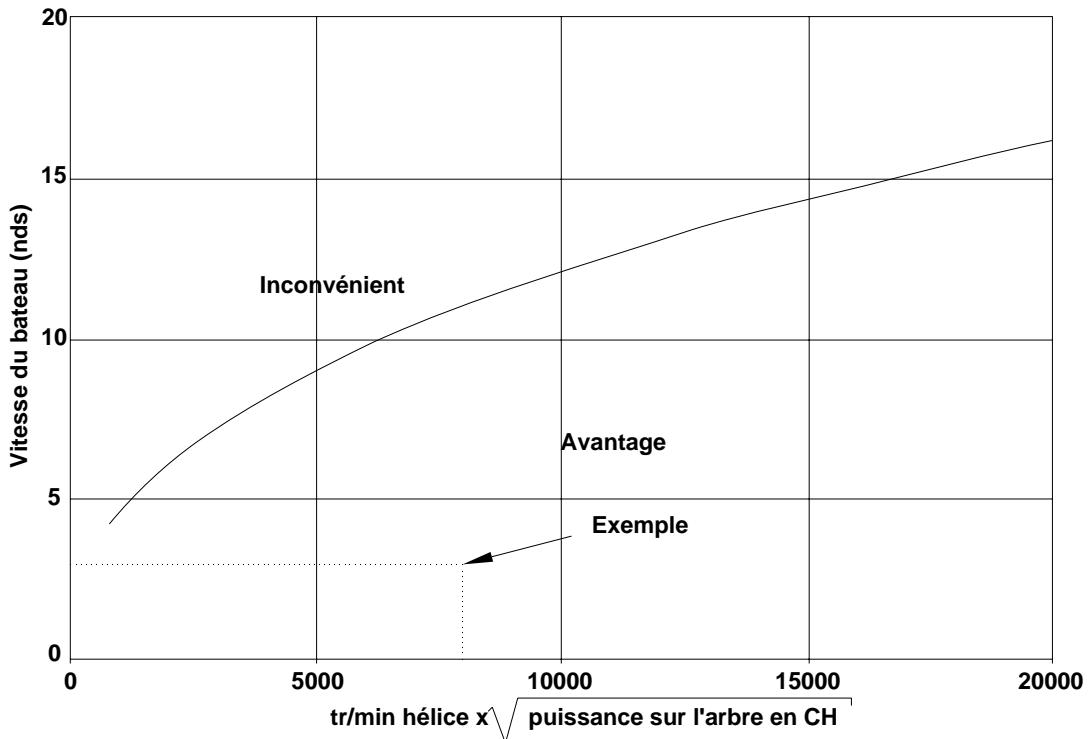
Hélice sous tuyère

Une tuyère améliore le rendement à certaines vitesses. La poussée est due à la différence de pression entre l'extrados et l'intrados de la pale. En l'absence de tuyère, de l'eau s'échappe de la zone de haute pression vers la zone de basse pression par l'extrémité des pales, la poussée est diminuée. La présence de la tuyère limite ces échanges et contribue à améliorer la poussée.

3.2. *Restriction à l'utilisation d'une tuyère*

Dans certains cas, l'installation d'une tuyère peut améliorer le rendement donc générer des économies de carburants. Les études portant sur cette installation ont montré que leur efficacité était maximale pour les vitesses lentes. La présence de la tuyère augmente la résistance hydrodynamique visqueuse. Plus la vitesse du navire augmente, plus la traînée devient importante. A une certaine vitesse, le gain de poussée obtenu grâce à l'installation de la tuyère ne compensera plus sa traînée. Smith, Lapp et Sedat (*Should there be a propeller nozzle on your trawler ?, 1985*) ont mis au point un graphique permettant d'estimer lorsqu'il y a un avantage à utiliser une tuyère :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION



Vérification des avantages d'une tuyère (bateau à une seule hélice)

$$\text{tr/min hélice} = (\text{tr/min moteur})/\text{rapport du réducteur}$$

Les inconvénients liés à l'installation d'une tuyère sont les suivantes :

- perte de puissance en marche arrière
- vitesse plus faible en route libre
- possibilité de cavitation importante à l'intérieur du tube
- perte de manœuvrabilité (avec une tuyère fixe)

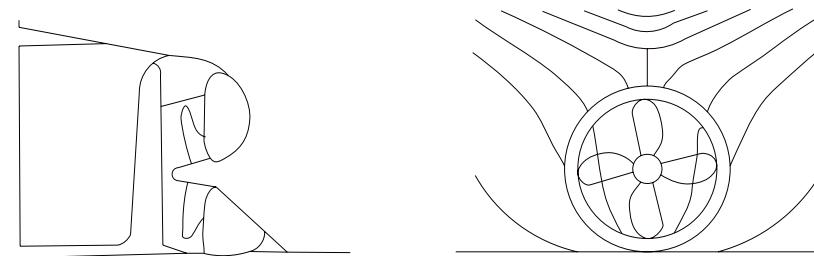
Les effets bénéfiques de cette installation se font donc vraiment sentir lorsque l'on est en action de pêche traînante (comme pour les chalutiers) alors qu'en route libre, l'amélioration du rendement sera faible voire nul. Les tuyères sont préconisées en priorité pour les chalutiers et les dragueurs.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

3.3. Les différents types de tuyères

Type KORT

Descriptif : La tuyère accélératrice du type KORT comprend un anneau profilé à l'intérieur duquel se trouve l'hélice.

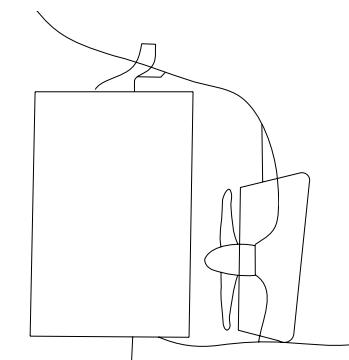


Tuyère de type Kort

- Convient aux hélices fortement chargées
- Erosion importante observée à l'intérieur de la plupart des tuyères par suite de cavitation à l'extrémité des pales restreint les possibilités d'application sur les grands navires qui ont des formes remplies (pétroliers)
- Implique le remplacement de l'hélice existante => plus facilement réalisable sur des navires à construire
- **Gains annoncés** : 6 à 8% sur des pétroliers et vraquiers

Type Mitsui (MIDP)

Descriptif : La tuyère Mitsui est une tuyère annulaire en acier, symétrique et située juste devant le plan de l'hélice, son diamètre est à peu près égal à celui de l'hélice (figure ci-dessous) :



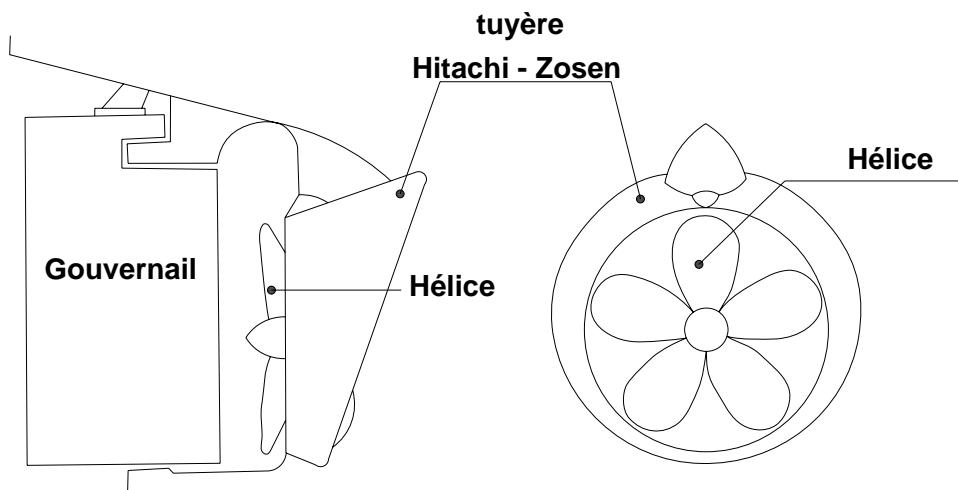
Tuyère Mitsui

- Adaptable aux navires existants et constructions neuves quelle que soit la taille de l'hélice
- Plus intéressant pour les navires aux formes arrières remplies et à bloc- coefficient élevé quand les hélices sont chargées ($C_t \geq 3$)

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

- **Gain estimé revendiqué par constructeur :4 à 10%**
- **Gain publié pour pétrolier de 250000 tpl :**
 - gain en charge : 6% à 16 nds ; 7% à 15 nds
 - gain sur lest : 4% à 18 nds ; 10% à 14 nds
- Pas de modification de l'hélice existante (attention la vitesse de rotation peut augmenter de 1 à 2 tr/mn)
- **Essais** en bassin indispensable
- **Durée du montage** en cale sèche : 2 semaines

Type Hitachi-Zosen



Tuyère Hitachi-Zosen

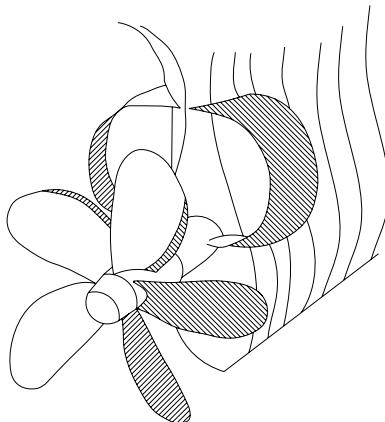
Descriptif : tuyère annulaire en acier placée juste devant l'hélice, dérivée de la tuyère Mitsui mais fortement axisymétrique. La longueur de la corde du profil, maximale en sa partie supérieure, décroît graduellement jusqu'au bas profil. Cette technique a été développée en 1981 par Hitachi à partir de la licence de la tuyère Mitsui (figure ci-dessous) :

- Même application que tuyère Mitsui
- Système adapté aux navires à fort bloc-coefficient ($C_b > 0.78$) et dont les hélices sont fortement chargées
- **Gain** sensiblement les mêmes que pour la tuyère Mitsui
- Installation semblable à celle de la tuyère Mitsui

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Type Schneekluth

Descriptif : Le système Schneekluth est constitué d'un ou de deux demi-anneaux en forme de tuyère, construits en acier, montés sur chaque côté de l'étambot juste devant l'hélice, allant du centre de la ligne d'arbre jusqu'à la partie supérieure du disque d'hélice (figure ci-dessous) :



Tuyère Schneekluth

- Applicable aussi bien aux navires existants qu'à ceux à construire, équipés d'une hélice à pales fixes ou à pales orientables, arrière classique ou asymétrique (dans ce cas une demi-tuyère du côté ouvert de l'arrière est utile)
- Pour les navires à 2 hélices, une version modifiée de la tuyère peut être adaptée
- Donne les meilleurs résultats pour des navires à formes arrières remplies et bloc-coefficient $C_b > 0.7$
- **Gain estimé** entre 4 et 8% (estimation faite sur vraquier/porte-conteneurs)
- Installation sur navire existant sans modification d'hélice ou de gouvernail
- **Essais préalables** en bassin nécessaires
- **Durée du montage** : 3 à 5 jours (exécuté en cale sèche ou à flot).

3.4. Conclusion sur les tuyères

Le montage d'une tuyère doit faire l'objet d'une étude préalable. Tout d'abord il faut s'assurer que le programme du navire soit en adéquation avec cette installation. Un petit fileyeur côtier ne tirera aucun avantage d'un tel dispositif.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Pour un chalutier l'installation d'une tuyère suppose des études préalables en bassin des carènes ou des simulations numériques. De plus il faudra compter plusieurs jours d'immobilisation pour le montage.

Toutes les études montrent que l'on peut obtenir un gain qui se situe entre 4 et 10% par rapport à une hélice classique et jusqu'à 20% lors de l'action de pêche.

4. Réducteur

Plus le diamètre de l'hélice est important et plus l'arbre tourne lentement pour absorber la même puissance. Pour avoir une hélice efficace, son diamètre doit être le plus important possible mais cela entraîne une vitesse de rotation de l'arbre lente. Le réducteur sert à adapter le nombre de tours du moteur au nombre de tours nécessaires à l'hélice. Il est conseillé de choisir un réducteur donnant un maximum de 300 à 350 tr/min à l'hélice pour les navires utilisant des engins tractés et 800 tr/min pour les navires utilisant des engins statiques. Le rendement d'un réducteur est en générale compris entre 95% et 98%.

5. Additif

Le rapport intitulé «étude sur les conditions technico-économiques de l'utilisation des Huiles Végétales Pures dans les moteurs de navires de pêches professionnelle » rédigé par la CIRAD, reconnaît que ces additifs peuvent protéger les moteurs contre l'encrassement des alimentations et des filtres mais exprime un doute sur l'efficacité des sur la réduction de la consommation.

Les motoristes que nous avons contactés sont quant à eux catégoriques, l'emploi d'un additif ne permet pas de faire des économies de carburant.

Une étude mené par le Comité Régional des Pêche Maritime et des Elevages Marins de Bretagne a mené une étude en collaboration avec l'ADEME a montré que l'emploi d'un additif n'apportait pas de réduction significative de la consommation.

6. Biocarburant

Un biocarburant est un combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de biomasse. On recense les biodiesels et bioéthanol et les HVP (Huiles végétales Pures). Plusieurs programmes de tests de ces carburants sont en cours de réalisation en Norvège, Alaska, Ecosse, au Royaume Uni et en France. Le bilan des biocarburants d'après les études réalisées est positif, ils fournissent plus «d'équivalent pétrole » qu'ils n'en consomment. Pour que les biocarburants soient rentables, il faut que le prix du baril de pétrole soit au moins de l'ordre de 60 à 70 \$ (ce qui est le cas en ce moment).

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

6.1. Les HVP

Il faut une certaine température pour que les HVP puissent servir de carburant. Dans le cas de chalutiers partant pour des marées de plusieurs jours, ces températures de fonctionnement sont rarement atteintes.

Les moteurs à injection directe alimentés avec des huiles végétales non estérifiée, connaissent rapidement des problèmes de fonctionnement. Ces problèmes sont la formation de dépôts charbonneux à l'intérieur du moteur et une forte dispersion cyclique pouvant conduire à des dégâts mécaniques parfois importants. Non modifiés, ceux ci n'acceptent les HVP que sous certaines conditions de charges.

Les navires fonctionnent parfois à faible charge ne permettant pas l'utilisation de biocarburant. Il est donc indispensable qu'ils soient équipés d'un double circuit de carburant. Quand la charge n'est pas suffisante, le navire fonctionne en gazole pêche, et lorsque les charges redeviennent suffisantes pour le fonctionnement des HVP, c'est le réservoir contenant l'huile qui prend le relais.

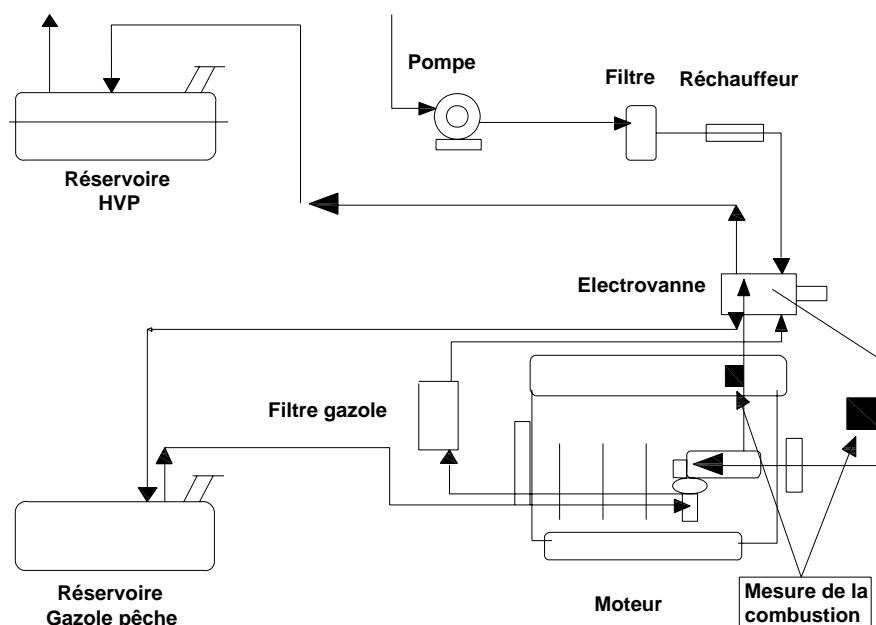


Schéma de bicarburation en moteur diesel

L'utilisation d'HVP en mélange ou pure dans des diesels à injection directe non modifiés dès lors que la charge des moteurs est supérieure à 60-70% est possible. Pour des navires ayant un taux d'utilisation important dans ces plages de fortes charges, le moteur peut ne pas être modifié dans sa structure interne tout en consommant des parts significatives d'HVP. On doit adjoindre au circuit un système de réchauffage pour s'affranchir de la viscosité.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

6.2. Bioéthanol et biodiesel

Le bioéthanol est fabriqué à partir de betteraves ou de céréales (blé, maïs) et également à partir d'alcool vinique. Il peut être incorporé de plusieurs façons :

- on le mélange directement à l'essence (à hauteur d'un maximum de 5% en France).
- on utilise du bioéthanol presque pure, c'est l'E85 (composé à 85% de bioéthanol et 15% d'essence) appelé aussi «superéthanol ». Dans ce cas là, il faut adapter le moteur. L'E85 est reconnu en France comme carburant depuis l'arrêté du 31 mai 2006.
- Le bioéthanol est transformé en ETBE (éther-éthyl-tertio-butique). L'éthérification fait appel à 53% de produits pétroliers et 47% d'éthanol. L'ETBE est destiné à être incorporé à l'essence jusqu'à 15%.

La grande majorité des navires de pêche utilise du gasoil comme carburant, une minorité est propulsée par des moteurs hors-bord essence.

Le biodiesel connu aussi sous le nom de diester est obtenu par transestérification (réaction chimique réalisée en présence de catalyseur qui consiste à remplacer le glycérol (tri alcool) des chaînes grasses par un mono alcool (méthanol) des huiles végétales comme le colza ou le tournesol. Il peut être incorporé deux façons.

- incorporé au taux maximum de 5% (et bientôt 10%)
- incorporé à un taux de 30% uniquement dans le cas de flottes de véhicules diesels appartenant à des collectivités ou des entreprises ayant leurs propres cuves de carburants.

Les biocarburants n'ont aucune influence sur la diminution de la consommation d'énergie.

L'utilisation de biocarburant implique des modifications des moteurs.

Les constructeurs de moteur suspendent leur garantie en cas d'emploi de biocarburant.

Les biocarburants sont incompatibles avec les moteurs à injection électronique.

L'article 213-6.13 §1a de la réglementation des Affaires Maritimes stipule que le changement de carburant doit être considéré comme une modification importante du moteur.

La réglementation des Affaires Maritimes impose un taux d'émission d'oxyde d'azote (NOx) maximum pour les moteurs de plus de 130 kW ; un certificat EIAPP est délivré pour les moteurs.

Les carburants utilisés doivent avoir un point éclaire supérieur à 60°C (article 226-3.09 de la réglementation des Affaires Maritimes)

7. Piles à combustible

La pile à combustible repose sur le principe de la production d'électricité par conversion directe de l'énergie chimique du combustible. La pile utilise deux gaz (l'hydrogène H₂ et l'oxygène O₂) comme couple électrochimique. La réaction se produit au sein d'une structure (la cellule électrochimique élémentaire) essentiellement composée de deux électrodes (l'anode et la cathode) séparées par un électrolyte, matériau permettant le passage des ions. Les électrodes mettent en jeu des catalyseurs pour activer d'un côté, la réaction d'oxydation de l'hydrogène, et de l'autre côté, la réaction de réduction de l'oxygène.

Dans le cas d'une pile à électrolyte acide (ou pile à membrane échangeuse de protons), l'hydrogène de l'anode est dissocié en protons (ou ions hydrogène H⁺) et suivant la réaction d'oxydation :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$. A la cathode, l'oxygène, les électrons et les protons se recombinent pour former de l'eau : $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$. Le principe de la pile à combustible est donc inverse à celui de l'électrolyse de l'eau. La tension thermodynamique d'une telle cellule électrochimique est de 1.23V. Toutefois, en pratique, la pile présente une différence de potentiel de l'ordre de 0.6V pour des densités de courant de 0.6 à 0.8 A/cm².

Le rendement d'une telle cellule est d'environ 50%, l'énergie dissipée est bien évidemment sous forme de chaleur.

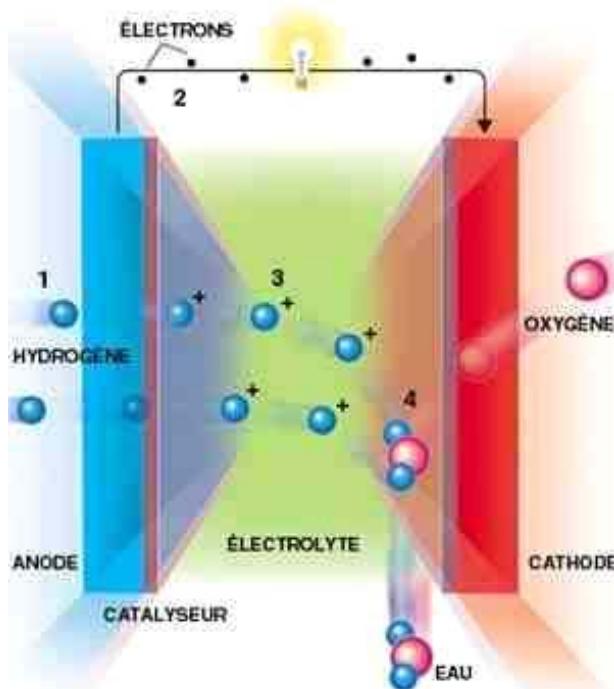


Schéma d'une pile à combustible

Plusieurs types de piles existent, seul les PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*) peuvent être utilisés dans le cas d'applications maritimes. Les avantages sont les suivants :

- Elles ne sont pas sensibles au CO₂
- Leur faible température de fonctionnement permettant un démarrage rapide, une plus grande souplesse de fonctionnement et une meilleure gestion thermique (moins de chaleur à évacuer)
- Elles sont multi usages (effet de synergie) et couvre une large gamme de puissance

Cependant, elles présentent encore des problèmes qui doivent être réglés :

- Elles sont très sensibles au CO
- Leur faible température de fonctionnement ne permet pas de bien valoriser la chaleur (notamment dans le cas d'application stationnaire)
- Le catalyseur (en Platine) coûte cher, de même que les plaques bipolaires et la membrane

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Actuellement ces piles équipent des petits sous-marins, mais pas encore de navire. Des piles à combustibles pourraient être installés sur des navires de pêches avec des puissances de l'ordre jusqu'à 50kW.

Le stockage ou la production des gaz est problématique en raison de son caractère extrêmement inflammable.

L'embarquement d'hydrogène n'est pas envisageable au regard de la réglementation en vigueur.

8. Voile d'appoint

Les voiles ont disparu des bateaux de travail. Jusqu'au milieu des années 80, certains navires de pêche possèdent encore une petite voile à l'arrière nommée « tape cul » servant plus à l'amortissement des mouvements de roulis et à la maîtrise de la stabilité de route qu'à la propulsion.

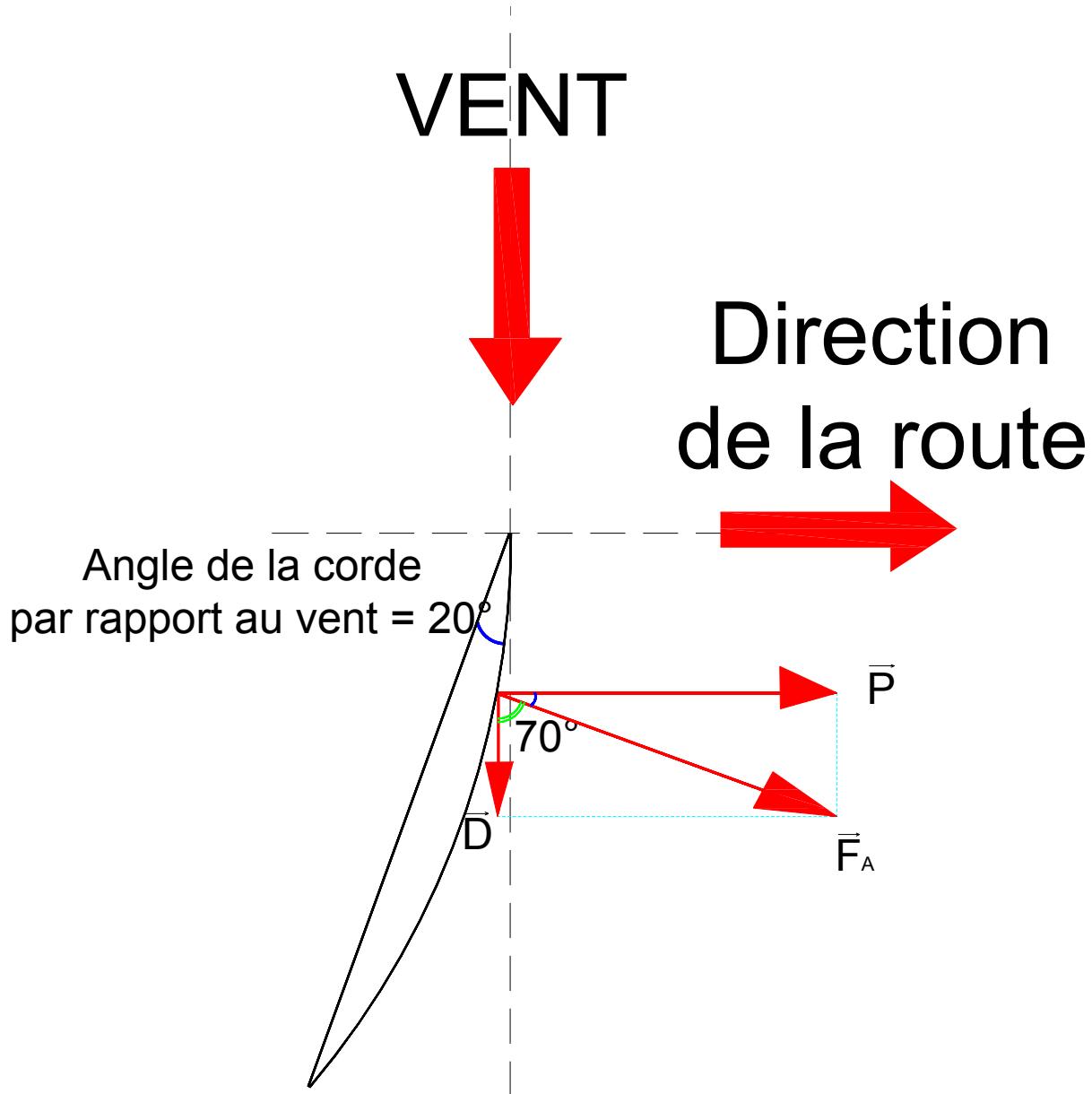


Fileyeur du Guilvinec possédant un « tape cul »

Aujourd'hui on peut manier une importante surface de voile sans d'effort grâce aux enrouleurs de voiles hydrauliques ou électriques. Sur certains grands voiliers de plaisance la surface de voilure dépasse les 100m² et le réglage ne demande pas d'effort à l'équipage.

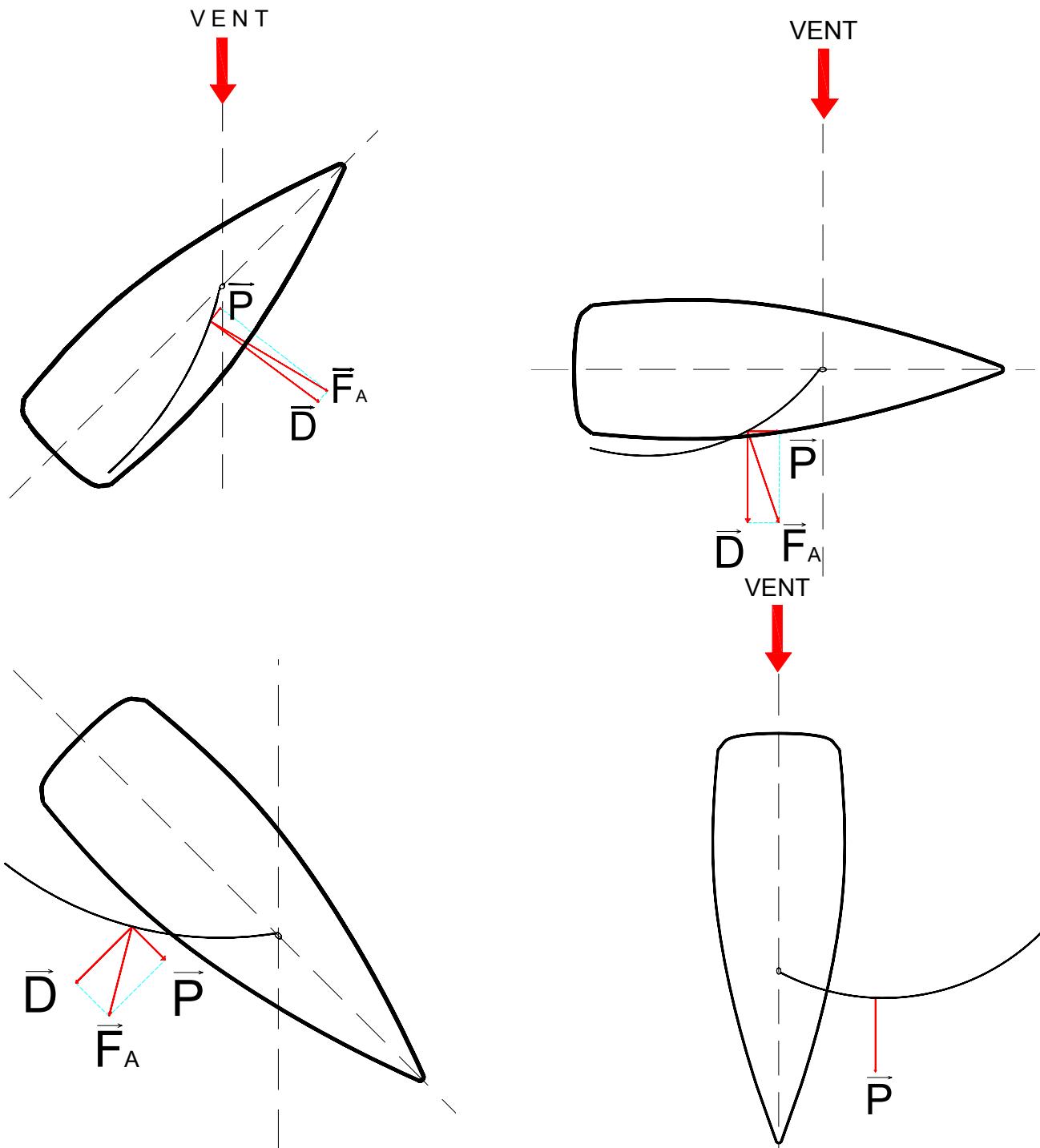
DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

La force aérodynamique peut se décomposer de la façon suivante :



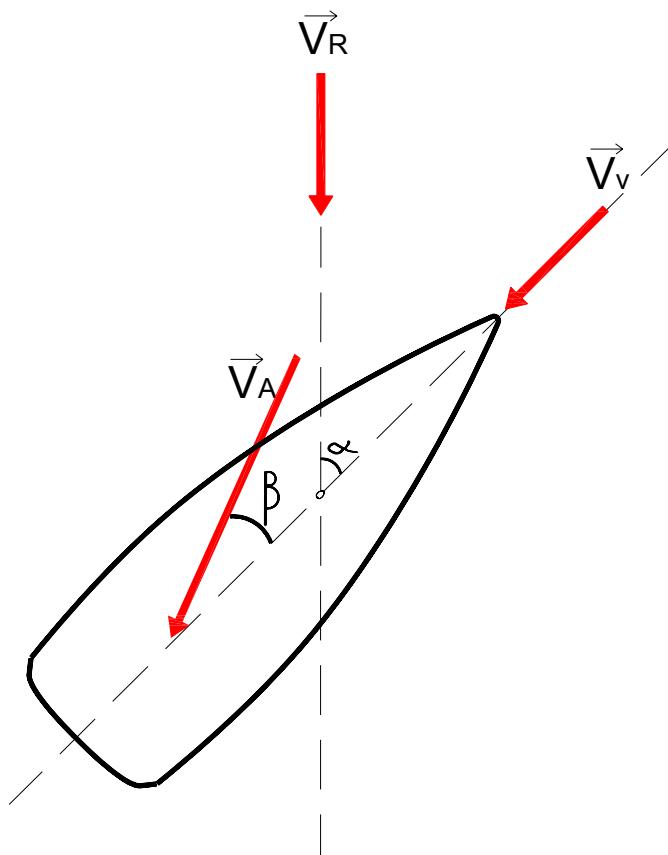
DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

La force se décompose en une force de poussée (noté P sur le schéma) et une force de dérive (noté D sur le schéma). La force aérodynamique (noté \bar{F}_A sur le schéma) est perpendiculaire à la corde du navire, la force de poussée est parallèle à la route du navire et la force de dérive perpendiculaire à la force de poussée. Ces deux forces (P et D) varient selon l'allure du navire. Voici la des forces en fonction de l'angle du vent réel (de gauche à droite et de haut en bas: 45°, 90°, 135°, 180°) :



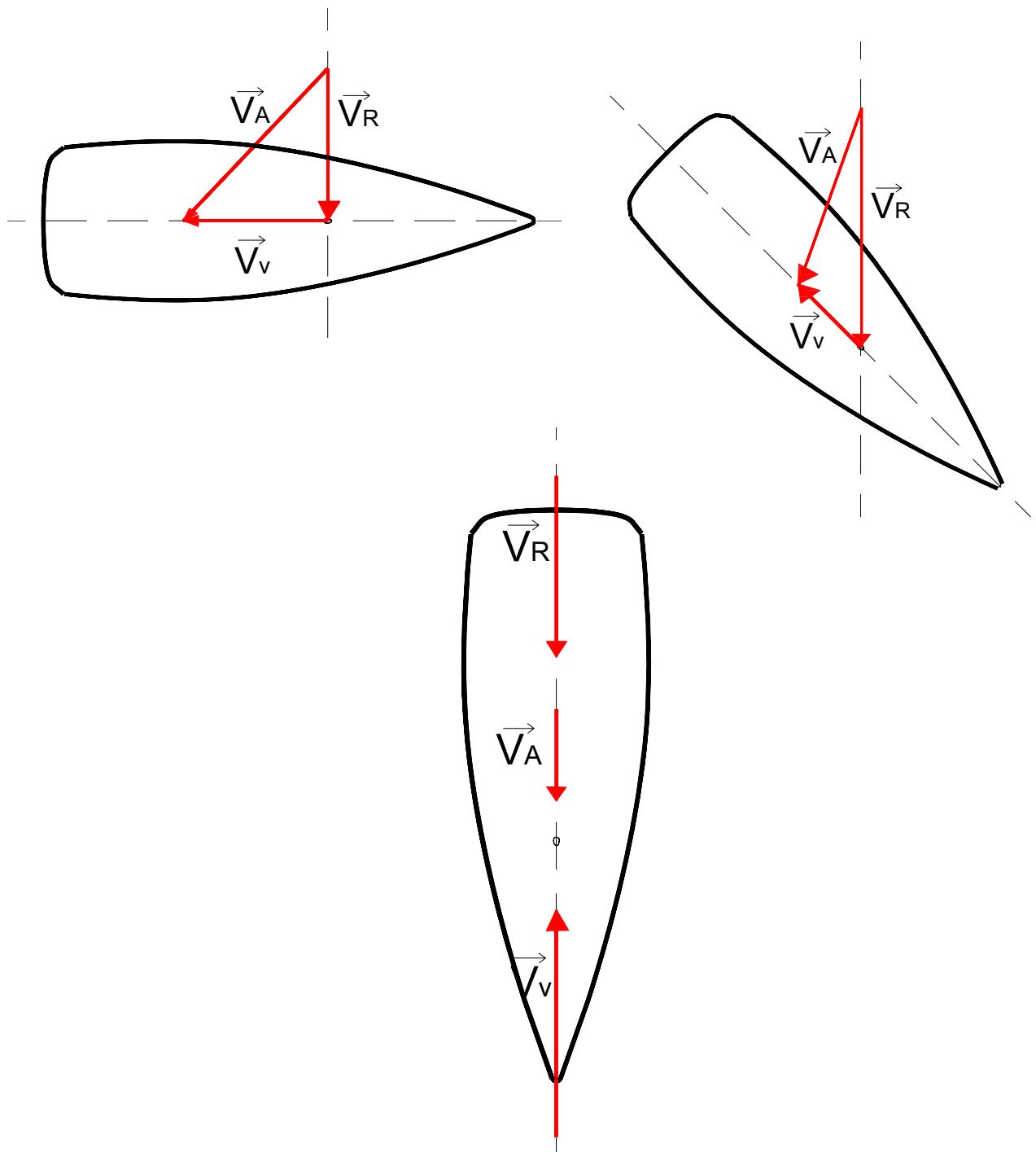
DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

On constate que la force de poussée est beaucoup plus importante au vent arrière (à 180° du vent) qu'au près (à 45° du vent). Or la pression sur les voiles pour une vitesse de vent donnée ne sera pas la même au près et au vent arrière. Le vent nommé vent apparent (celui qui donne la force propulsive au bateau) dépend de la vitesse et de la route du navire par rapport au vent réel selon l'angle du navire par rapport au vent réel, voici la décomposition du vent apparent pour une allure de près :



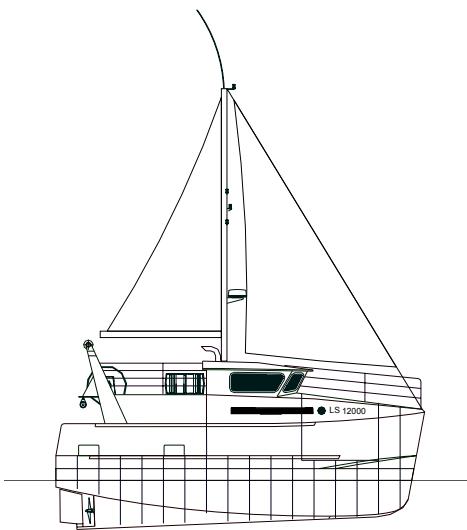
Le vent de vitesse (V_v sur le schéma) est le vent crée par la vitesse du navire (c'est le même vent que l'on ressent en voiture lorsque l'on met la main à l'extérieure quand la voiture avance). Le vent réel (V_R sur le schéma) est le vent qu'on sent quand on est à l'arrêt. Ces deux vents forment un angle α . Le vent apparent (celui qui souffle dans le voiles et noté V_A sur le schéma) est l'addition vectorielle du vent de vitesse et du vent réel. Au plus près du vent, le vent de vitesse et le vent réel étant presque de même direction, leurs normes s'additionnent et donc le vent apparent est plus fort que le vent réel. Au vent arrière, c'est l'inverse qui se produit, le vent de vitesse et le vent arrière étant de directions opposées, leurs normes vont se soustraire et le vent apparent est plus faible que le vent réel. Voici le schéma de la décomposition du vent apparent en fonction de l'angle du vent réel (de gauche à droite et de haut en bas: 90°, 135°, 180°) :

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

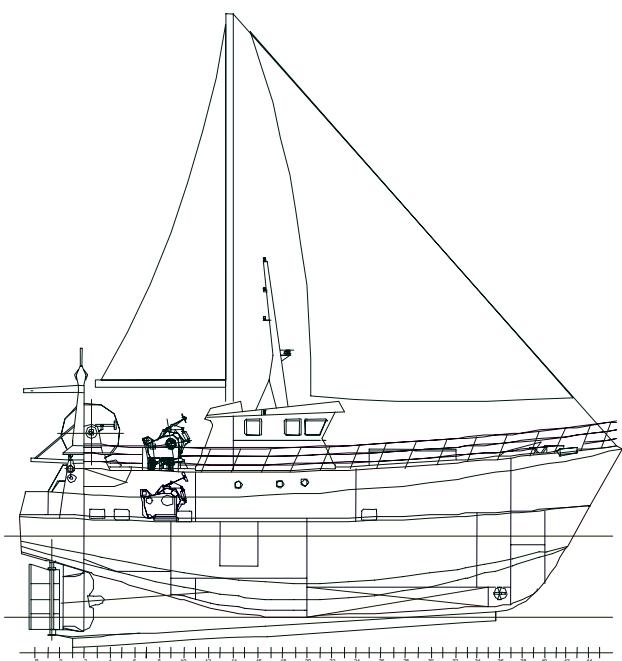


DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

La norme (et donc la force associée) du vent apparent est beaucoup plus petite au vent arrière qu'au près. La pratique permet de bien s'en rendre compte, lorsqu'on est sur un voilier au près on a l'impression d'avoir beaucoup de vent alors qu'au vent arrière c'est l'inverse qui se produit. C'est pour Un vent réel orienté entre 90° et 120° que la voile sera la plus efficace.



Une surface voilure de 30 m² est envisageable sur un chalutier de 12 m



Une surface voilure de 100 m² est envisageable sur un chalutier de 23 m

En moyenne un navire de 12 mètres déclare une puissance moteur de 173 kW. La puissance maximum restituée à l'hélice est de l'ordre de 50% de la puissance du moteur:

$$P_{\text{hélice}} = P_M / 2 \text{ soit } P = 86,5 \text{ kW}$$

En exploitant cette puissance maximum le navire de 12 mètres filera presque 10 noeuds.

Pour avancer à une vitesse de 6.3 noeuds correspondant à un nombre de Froude de 0.3, le navire n'utilisera que la moitié de la puissance maximum à l'hélice soit $86,5 / 2 = 43,25 \text{ kW} = 43,250 \text{ W}$

$$V = F_n \times \sqrt{(g \times L)} = 3,25 \text{ m/s} = 6,3 \text{ noeuds}$$

où $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ qui est l'accélération de la pesanteur et
 L la longueur du navire

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

On peut donc en déduire la force propulsive :

$$F_{Ph} = P.hélice / V = 43\,250 / 3.25 = 13\,307 \text{ N}$$

On peut calculer de façon simplifiée la force propulsive d'une voile en fonction de la vitesse du vent avec la formule suivante :

$$F_{Pv} = 0,5 \times C_z \times \rho \times V^2 \times S$$

où C_z est un coefficient adimensionnel (de l'ordre de 1)

ρ la masse volumique de l'air ($1,23 \text{ kg/m}^3$)

S la surface de voile

Pour un bateau de 12 mètres, une surface de voile de 30 m^2 est envisageable, ce qui nous donne une force aérodynamique en fonction de la vitesse du vent de :

$$F_P = 18,45 \times V^2$$

Voici un tableau récapitulant les forces aérodynamiques pour différentes vitesses de vent :

Vitesse du vent apparent correspondant (en m/s)	Force aérodynamique (en newton)
0.9	15
2.45	110.7
4.4	357.2
6.7	828.2
9.35	1613
12.3	2791
15.5 (1)	4432
18.95 (1)	6625

(1) La force aérodynamique pour des vents de 15.5 et 18.95 m/s est donnée à titre d'exemple. L'utilisation des voiles pour des vents de force 7 et 8 devenant problématique.

On donne à titre indicatif la correspondance des vitesses en forces de vent sur l'échelle Beaufort :

Force du vent	Vitesse en m/s	Vitesse en nœuds
force1	0.9	1.7
force 2	2.45	4.7
force 3	4.4	8.5
force 4	6.7	13.
force 5	9.35	18
force 6	12.3	24
force 7	15.5	30.1

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

force 8	18.95	36.8
---------	-------	------

Nous faisons exactement le même raisonnement pour un navire de 23 mètres. En moyenne la puissance déclarée sur un navire de 23 mètres est de 367 kW ce qui donne une puissance à l'hélice de 183,5 kW.

Pour avancer à une vitesse de 8.7 noeuds correspondant à un nombre de Froude de 0.3, le navire n'utilisera que la moitié de la puissance maximum à l'hélice soit $183.5 / 2 = 91.75 \text{ kW} = 91\ 750 \text{ W}$

$$V = F_n \times \sqrt{(g \times L)} = 4.5 \text{ m/s} = 8.7 \text{ noeuds}$$

où $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ qui est l'accélération de la pesanteur et
 L la longueur du navire

Un nombre de Froude de 0.3 correspond à une vitesse de 4.5 m/s soit 8,7 noeuds. Nous avons donc une force propulsive de 20 389 N.

Pour un bateau de 23 mètres, nous avons dit qu'une surface de voile de 100 m² était envisageable, ce qui nous donne une force aérodynamique en fonction de la vitesse du vent :

$$F_P = 61,5 \times V^2$$

Voici un tableau récapitulant les forces aérodynamiques pour différentes vitesses de vent pour un bateau de 23 mètres équipé de voiles de 100 m²:

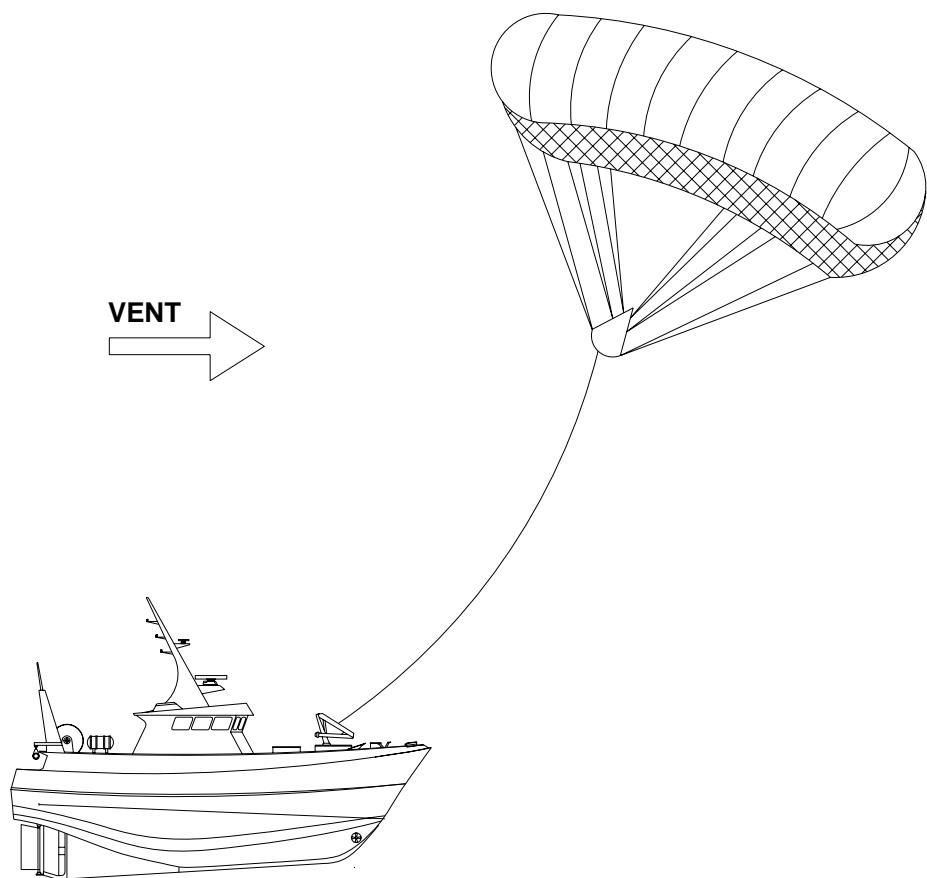
Vitesse du vent apparent correspondant (en m/s)	Force aérodynamique (en newton)
0.9	49.8
2.45	369
4.4	1190.6
6.7	2760.7
9.35	5376
12.3	9304
15.5 (1)	14775
18.95 (1)	22084.8

L'adjonction d'une voile d'appoint doit faire l'objet d'une étude de stabilité et être en conformité avec la réglementation en vigueur (division 211, 228 et 227 du règlement des Affaires Maritimes).

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

8.1. Kite surf

Un autre système sur le même principe de l'utilisation du vent comme complément à la puissance de propulsion est le cerf volant ou kite-surf:



Cette technique présente l'avantage d'évoluer dans un courant d'air souvent plus stable et pose moins de problème de stabilité sous voile (problème de gîte dans le cas de la voile d'appoint). Par contre la mise en œuvre de ces ailes est compliquée et demande un savoir faire particulier. Enfin dernier inconvénient, ce système bien que pour des vents portant.

DOCUMENT 2 – SYSTEME DE PROPULSION

Néanmoins les premiers essais effectués sur un remorqueur de 15 mètres pour 18 Tonnes font état d'une réduction de la consommation de 30 à 35 % en utilisant une aile de 40 m² (voire le site de SkySail pour plus d'information: <http://skysails.info>)

8.2. *Conclusion sur les voiles d'appoint*

Le gréement et la voilure doit être étudiés individuellement pour chaque navire en prenant garde de respecter les critères de stabilité réglementaires sous voile.

Les forces aérodynamiques développées par des voiles de petites surfaces en comparaison de celles des bateaux de plaisance peuvent être très efficace pour soulager la propulsion du navire dès force 4.

DOCUMENT 3

Architecture des engins de pêche

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	2
2. LES ENGINS TRACTES	2
2.1. Le filet	4
2.2. Les panneaux	4
2.3. Les funes	5
2.4. Contrôle du train de pêche	6
3. LES ENGINS STATIQUES	6
4. CONCLUSION	6

DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

1. Introduction

La dépense énergétique liée à l'engin de pêche comprend l'utilisation des treuils pour le filage et le virage et la traction dans le cas des engins tractés.

Les temps de pêche varient selon les programmes, le plus fréquemment une marée ne dépasse pas deux semaines hormis pour quelques gros navires usines qui partent pour un voire plusieurs mois.

Une marée se décompose toujours de la même façon, le trajet pour aller sur la zone de pêche (variant de quelques heures à 60 heures), la période de pêche et le retour. La période de pêche est très variable et dépend autant du programme du navire que des conditions météos rencontrées et des prises. Pour les chalutiers, un trait de chalut varie entre 2 heures et 6 heures pour les plus longs.

D'après des études menées par l'IFREMER sur des chalutiers (« Optimisation des engins de pêche : contraintes et possibilités d'évolution », journée Pêche Energie), deux tiers de la consommation de carburant seraient utilisés pour le train de pêche et un tiers pour le navire (route pêche, propulsion de la carène pendant les opérations de chalutage, froid et auxiliaires). La terminologie engins tractés / engins statiques est la terminologie officielle de la FAO.

2. Les engins tractés

Parmi les engins tractés, on recense les chaluts, les dragues, les sennes, les perches et les lignes traînantes. Cette dernière technique ne demande pas une dépense énergétique supplémentaire significative (elle est d'ailleurs également considérée comme une technique d'art dormant).

L'IFREMER en collaboration avec la société de fabrication de filets de pêche Le Drezen a effectué des tests pour des chaluts en bassin et sur le code de calcul Dynamit (« Optimisation des engins de pêche : contraintes et possibilités d'évolution », journée Pêche Energie). Il en ressort que 60% de la consommation concerne le chalut, 30% les panneaux et 10% les câbles (appelés aussi funes) :

DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

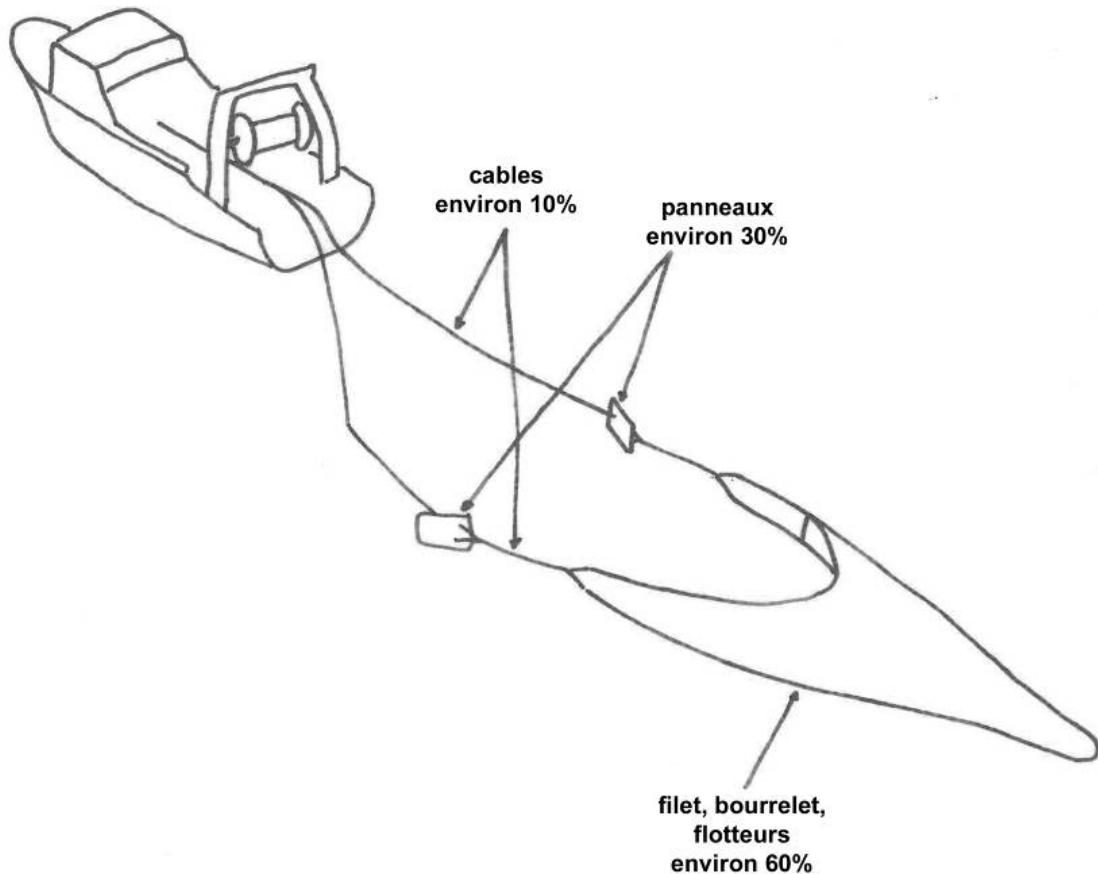


Schéma de la répartition de la dépense énergétique d'un engin de pêche

La répartition de la traînée pour un chalut de fond est la suivante (« Les panneaux de chalut, caractéristiques et mise en œuvre » réalisé par l'IFREMER, SeaFish et DIFTA et édité par l'IFREMER) :

- Funes 4% de la traînée totale
- Panneaux 25% de la traînée totale
- Flotteurs 3% de la traînée totale
- Filet 53% de la traînée totale
- Bras et entremises 7% de la traînée totale
- Bourrelet 8% de la traînée totale

Les panneaux et le filet sont les sources de traînée les plus importantes. Diminuer leur traînée permettrait de diminuer la consommation de carburant.

DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

2.1. Le filet

Les améliorations qu'il est possible d'apporter concernent le matériau de la tresse et la forme du filet. Actuellement le matériau le plus répandu pour les tresses de filets est le polyéthylène. Des essais avec un autre matériau, le Dyneema, ont été effectués. Ce matériau plus résistant permet de diminuer le diamètre de la tresse et donc la résistance hydrodynamique.

Le code de calcul Dynamit permet de simuler le comportement mécanique de l'engin de pêche tout en résolvant les équations de vitesse et en intégrant les forces hydrodynamiques. Plusieurs simulations peuvent être effectuées afin de déterminer la forme optimale pour un chalut en fonction du type de navire qui l'utilise pour optimiser la résistance hydrodynamique.

2.2. Les panneaux

Les panneaux ont deux fonctions principales :

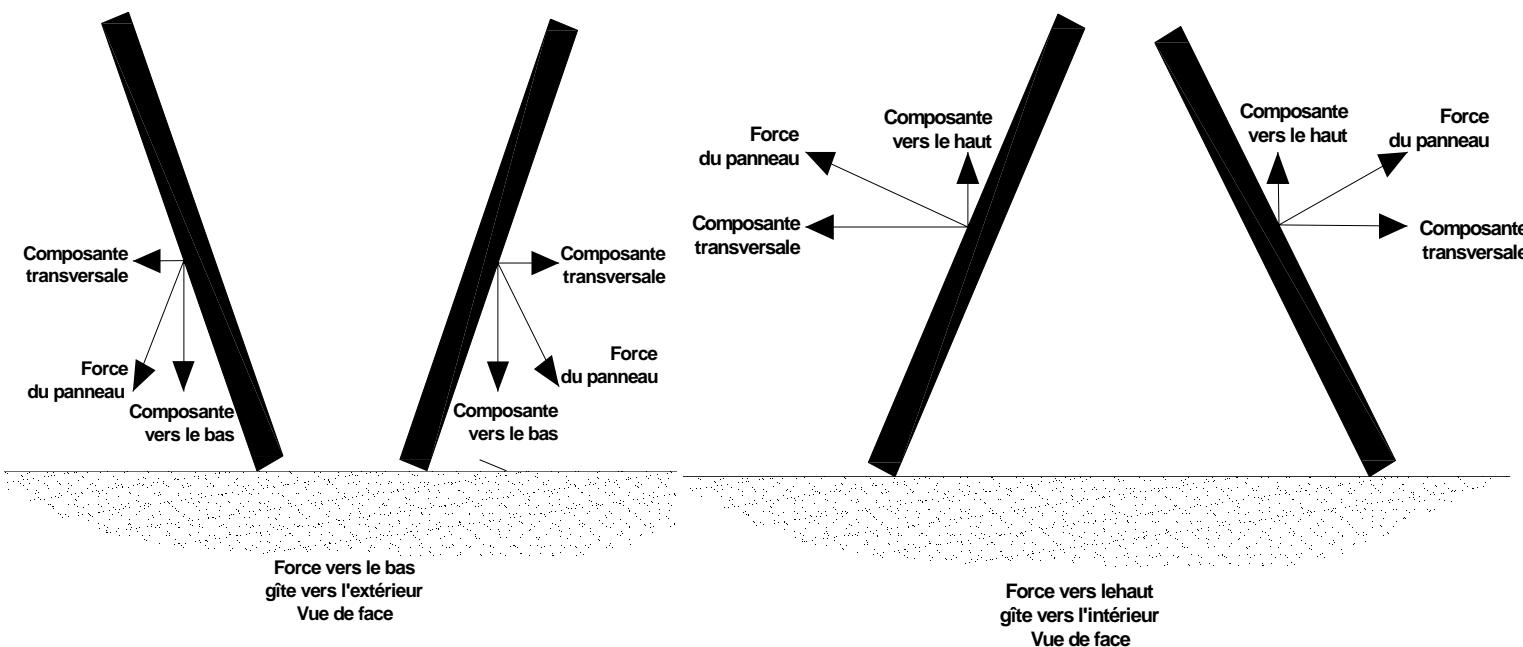
- Ils ouvrent le gréement horizontalement
- Ils maintiennent le gréement en contact avec le fond

Le poids, la taille et la forme des panneaux sont les trois facteurs influençant la consommation de carburant.

La force s'exerçant sur le panneau et dirigée vers le bas est l'une des forces qui joue le plus sur la consommation de carburant. Plus cette force sera importante et plus la traction devra être importante.

Cette force dépend des éléments suivants :

- Du poids du panneau dans l'eau
- De l'inclinaison intérieure ou extérieure du panneau (voir schéma ci dessous)



DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

- Du rapport fune/profondeur (longueur de fune/profondeur d'eau)

Cette force est accrue par :

- L'augmentation du poids des panneaux
- L'angulation des panneaux vers l'intérieur
- L'augmentation du rapport fune/profondeur.

Le poids du panneau est important et sera déterminé en fonction de :

- Rapport fune/profondeur
- Vitesse de traction
- Type de fond

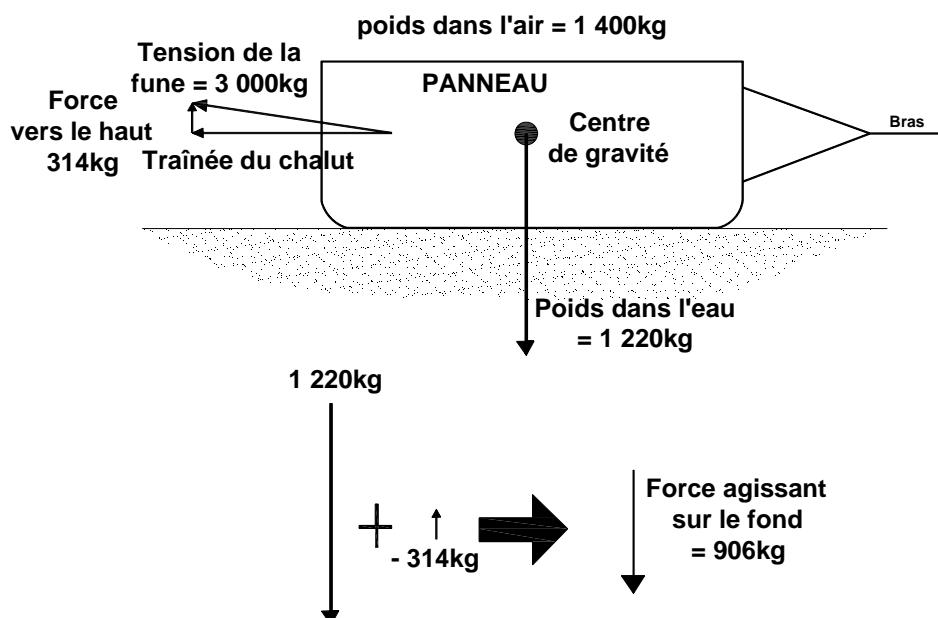
La taille de panneau choisie doit être adaptée à l'équipement du chalut plutôt qu'à la puissance du bateau. Les autres facteurs à prendre en compte pour la taille sont :

- Vitesse de traction
- Nature du fond
- Rapport fune/profondeur
- Longueur bras plus entremises
- Type de bourrelet
- Espèces cibles

Un panneau efficace est un panneau qui donne la force d'écartement nécessaire avec le minimum de traînée. Une étude de la forme des panneaux permettra de diminuer cette traînée tout en conservant une force d'écartement identique.

2.3. Les funes

A son point de fixation, la fune fait avec l'horizontale un angle dit de déclinaison qui dépend de la longueur de la fune et du rapport longueur de fune/profondeur. L'angle type est d'environ 6°, donc environ 1/10^e de la tension de la fune qui s'exerce vers le haut. La force exercée par le panneau sur le fond est donc réduite d'environ 10% de la tension de la fune.



DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

Pour une profondeur d'eau donnée, une augmentation de la longueur de la fune cause une réduction de l'angle d'inclinaison. La composante de la force du panneau dirigée vers le bas qui s'exerce sur le fond sera donc plus importante et la force de traction augmentera.

2.4. Contrôle du train de pêche

Ces systèmes concernent avant tous les chalutiers. Ils sont composés de capteurs fixés sur les panneaux et certaines parties du filet qui renvoient des informations sur le positionnement du chalut. Leurs avantages sont multiples :

- Optimisation du rendement grâce au contrôle de l'ouverture
- Meilleur positionnement du chalut entraînant une diminution de la résistance hydrodynamique
- Contrôle de la tension des funes
- Les capteurs sur les funes permettent de contrôler leur tension et de se rendre compte s'ils sont bien utilisés. Une mauvaise utilisation des funes entraînerait un accroissement de la traînée hydrodynamique cause de surconsommation d'énergie.

3. Les engins statiques

On trouve parmi ces techniques, la pêche au casier, la pêche au filet (filets maillants ou trémails) ainsi que la pêche à la ligne dormante (palangre). L'utilisation d'un treuil pour le filage et le virage est le facteur de consommation supplémentaire. Pour réduire la consommation il faudrait diminuer le poids des engins de pêche. Il n'y a pas d'économie d'énergie notable à attendre pour les engins statiques.

4. Conclusion

Pour les engins tractés, les domaines où des modifications permettraient des réductions de la consommation sont le filet (forme et matériau) et les panneaux (forme et poids). A chaque nouvelle modification, une étude soit en bassin, soit numérique est indispensable.

Pour les engins statiques, pas d'espoir d'économie d'énergie sensible en modifiant les engins de pêche.

DOCUMENT 4 – ARMEMENT DU NAVIRE PERMETTANT UNE ECONOMIE D'ENERGIE

DOCUMENT 4
Armement du navire permettant une économie d'énergie

SOMMAIRE

1. EQUIPEMENT FRIGORIFIQUE	2
1.1. Production	2
1.2. Stockage	2
2. PRODUCTION D'EAU DOUCE	3
3. INSTALLATIONS MOTORISEES COMPLEMENTAIRES	3
4. ROUTAGE	3
4.1. Vent	3
4.2. Courant	4
5. ECONOMETRE	4
6. SYSTEMES DE PREDICTION DE LA CONSOMMATION	4

1. Equipement frigorifique

1.1. Production

Plusieurs modes de production de froid équipent les navires :

- Cales de congélation
- Armoires à congélation
- Bains de saumures
- Machine à produire de la glace

Les trois premiers moyens sont surtout présents sur les navires de pêche industriels. Le dernier moyen équipe pratiquement toute la flotte des navires hauturiers et même certains navires côtiers. La glace est produite sous différentes formes:

- Blocs de glace
- Glace écaille
- Blocs de particules de glace compactées
- Glace liquide

Sachant que le poids est pénalisant en termes de performance du navire (voire annexe 1), il convient d'embarquer la quantité de glace adéquate.

La FAO (« L'utilisation de la glace dans les bateaux de pêche artisanale », Michael Shawyer & Avilio F. Medina Pizzali) a mis au point une équation simple permettant de prévoir la glace à embarquer en connaissant le tonnage moyen des prises :

$$M = M_f \times (T_{fi} - T_{f0}) / 100$$

Où M : masse de la glace

M_f : masse de poisson à réfrigérer

T_{fi} : température initiale du poisson frais

T_{f0} : température finale du poisson frais (généralement 0°C)

1.2. Stockage

Le poisson peut être stocké de différentes manières :

- Empilé au fond de la cale
- Mis sous glace au fond de la cale
- Entreposé sous glace dans des compartiments individuels
- Entreposé sous glace dans des caisses à poissons
- Entreposé sur des étagères individuelles
- Conservé sous la glace ou dans de l'eau de mer refroidit à la glace dans des bacs ou des réservoirs isothermes
- Conditionné directement en produit surgelé ou conserve (cas des navires usines)

DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

L'isolation thermique des cales doit être un des principaux soucis de l'auditeur. Une mauvaise isolation thermique engendre une dépense énergétique supplémentaire. Même si dans un premier temps l'isolation peut être considérée comme coûteuse, elle sera compensée par la suite par des économies de glace.

2. Production d'eau douce

Les dessalinisateurs et les osmoseurs produisent de l'eau douce et évitent d'embarquer une trop grosse quantité d'eau (un certain volume est toujours embarqué pour les cas de défaillance du système). Le déplacement du navire étant lié à son poids (voire annexe 1), embarquer un minimum d'eau et en produire par la suite juste ce qui est nécessaire pour la vie du bord permet de diminuer le déplacement du navire et réduire la consommation d'énergie.

Le règlement des Affaires Maritimes stipule qu'il faut avoir une capacité de 10 litres par jour et par personne si la marée dépasse les 24 heures (article 215-1.25).

3. Installations motorisées complémentaires

35% de l'énergie s'échappe en chaleur et n'est pas utilisée pour la propulsion. Sur certaines navires de taille importante, une partie de cette chaleur permet d'alimenter le chauffage.

Il serait intéressant d'étudier la faisabilité d'autres installations permettant de récupérer l'énergie calorique du moteur afin de satisfaire d'autres besoins du navire. Pour l'instant seul le bureau d'études Tecknisolar, basé à Saint Malo, étudie ce procédé.

4. Routage

4.1. Vent - houle

Nous avons vu dans l'annexe 1 que la résistance à l'avancement aérodynamique était négligeable par temps calme mais qu'elle croissait par vent fort de face. D'autre part, faire route par mer formée, a fortiori mer de face accroît considérablement la résistance hydrodynamique. Le routage météo peut permettre de préparer sa route en fonction des conditions prévues et donc d'éviter le cas défavorable mer et vent fort de face. Les marins en utilisant les vents portants pourraient aussi réduire la vitesse du bateau et profiter du vent pour conserver la même vitesse de route fond.

Le routage peut occasionnellement imposer aux navires de se dérouter de leur zone de pêche habituelle.

DOCUMENT 3 – ARCHITECTURE DES ENGINS DE PECHE

4.2. Courant

Certaines zones comme la Manche ou le Raz de Sein sont des zones de très forts courants de marée. Pour conserver une vitesse de route sur le fond de 11 nœuds avec un courant contraire de 2 nœuds, il faut avoir une vitesse loch de 13 nœuds. Avec un courant de 2 nœuds dans le sens de la marche, pour conserver une vitesse de route sur le fond de 11 nœuds, il suffit de maintenir une route loch de 9 nœuds. Sachant qu'une réduction de 0.5 nœuds peut apporter une économie de carburant de 11% (données FAO), on comprend l'intérêt de prendre en compte les courants.

5. Economètre

Les économètres indiquent uniquement la consommation instantanée. Cette indication permet de changer les comportements des marins qui fixent leur vitesse de route suivant une consommation donnée.

Les données de consommation sur une campagne de pêche pourraient fournir aussi des informations intéressantes pour évaluer de façon plus fine dans quelles plages d'utilisation les navires consomment le plus et définir de manière optimum les axes de recherche pour la conception navires renouvelés.

6. Systèmes de prédition de la consommation

Ce genre de programme informatique n'existe pas pour l'instant. Pourtant depuis plusieurs années des VPP (Velocity Prediction Program) permettent d'évaluer les performances d'un futur navire en entrant des données sur l'architecture du navire mais aussi sur les conditions climatiques susceptibles d'être rencontrées au cours du voyage. L'intégration de programmes halieutiques analogues permettrait d'établir et de corrélérer des scénarii de pêche avec les consommations afférentes suivant la consommation du moteur et le temps de marche des différents appareils du bord avant même la construction du navire.

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

DOCUMENT 5
Recueil d'informations pour la Phase 1 du diagnostic

1. Généralités

Nom de l'armateur (ou du patron du navire si ce dernier est l'armateur):

Nom de l'armement :

Nom du patron du navire (si ce dernier est différent de l'armateur) :

Nom du navire :

Lieu et numéro d'immatriculation :

Port d'attache :

Nom et lieu du chantier de construction :

Année de construction :

Matériau de construction :

Longueur hors tout (m) :

Longueur entre perpendiculaires (m) :

Largeur (m) :

Poids lège (T) :

Poids en lourd (T) :

Déplacement (T ou m³) :

Capacité de combustible (m³) :

Tirant d'eau à vide (m) :

Tirant d'eau en charge (m) :

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Type de propulsion :

Jauge

Information administratives figurant sur la licence de pêche communautaire kW, GMS.

2. Données de voyage

Temps de fonctionnement total du moteur de propulsion (h) :

Temps de préchauffage du moteur (h) :

Distance parcourue pour se rendre sur la zone de pêche (milles nautiques) :

Vitesse de route pour se rendre sur la zone de pêche (nœuds) :

Correspondance vitesse – consommation (lecture à l'économètre) :

Nombre d'action de pêche au cours d'une marée :

Temps d'une action de pêche (h) :

Consommation d'une marée (litre) :

Consommation d'une action de pêche (litre) :

Répartition consommation actions de pêche / route pour se rendre sur zone de pêche :

Zone géographique du lieu de pêche :

Lieu de débarquement des prises (si différent du port d'attache) :

3. Données annuelles d'exploitation

Tonnage annuel des prises (T) :

Nombre de jours passés en mer :

Consommation annuelle du navire (l) :

Consommation par kilo de poisson pêché (l/kg) :

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Chiffre d'affaire du navire (euros) :

Part du carburant dans le chiffre d'affaire (%) :

Nombre de personnes employées sur le navire :

Fréquence de rotation des équipages :

4. Carène et appendices

Coefficient bloc (calculé par l'auditeur) :

Présence d'un bulbe d'étrave : oui (préciser les dimensions du bulbe) non

Etat de la carène :

Coefficient de rugosité :

Date du dernier carénage :

Type de revêtement :

Type de safran :

Surface :

5. Hélice

Type d'hélice : hélice à pas fixe hélice à pas variable

Nombre d'hélices propulsives :

Constructeur :

Diamètre (m) :

Vitesse de rotation (tr/mn) :

Nombre de pales :

Fraction de surface :

Matériau :

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Pas (m) :

Poussée :

Couple :

Tuyère : oui (préciser le type) non

Dimension de la cage d'hélice :

6. Réducteur

Constructeur :

Type :

Numéro de série :

Date de fabrication :

Rapport de réduction :

7. Moteur de propulsion

Nombre :

Constructeur :

Type :

Date de fabrication :

Cylindrée (l) :

Nombre de cylindre :

Aspiration d'air : naturelle suralimenté. suralimenté refroidi

Injection mécanique – Injection électronique

Puissance maximum (kW) :

Régime de puissance maximum (tr/mn) :

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Consommation spécifique (g/kWh) :

Débit de gazole à puissance maximum (l/h) :

Régime en route pour se rendre sur la zone de pêche (tr/mn) :

Régime pendant l'action de pêche (tr/mn) :

Nombre d'heures de fonctionnement :

8. Groupe(s) électrogène(s) auxiliaire(s)

Nombre :

Type :

Puissance :

Tension :

Intensité :

Consommation spécifique (g/kWh) :

Consommation horaire (l/h) :

Temps de fonctionnement par jour (h) :

Nombre d'heures de marche par an :

9. Engins de pêche

Technique de pêche 1 :

Technique de pêche 2 :

Technique de pêche 3 :

Technique la plus consommatrice :

Nombre de filets (ou de lignes) :

Matériau du filet (ou ligne) :

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Constructeur du filet (ou ligne)

Dimensions du filet (volume, taille de maille) :

Constructeur des panneaux :

Type de panneaux :

Caractéristiques géométriques du panneau :

Poids des panneaux :

Matériau des panneaux :

Matériau des funes :

Dimensions des funes (longueur, diamètre) :

Système de contrôle du train de pêche : oui (préciser le type) non

Type de treuil : hydraulique électrique

Dimensions des treuils :

10. Logement

Composition / Surface habitable :

Isolation : caractéristiques (matériau – épaisseur) :

Vitrages : simple vitrage – double vitrage

Ventilation : naturelle – mécanique

Chauffage :

Électrique :

Puissance installée (kW) :

Nombre et type de convecteurs :

Centrale eau chaude :

Consommation annuelle :

Radiateurs : nombre

DOCUMENT 5 – RECUEIL D'INFORMATIONS POUR LA PHASE 1 DU DIAGNOSTIC

Cuisine :

Plaque de cuisson : gaz – électricité – puissance :

Four : gaz – électricité – puissance :

Lave linge : puissance

Lave vaisselle : puissance

Réfrigérateur : compression – absorption : puissance

Eclairage :

Lampes à incandescence

Lampes à fluorescence

Eau chaude sanitaire :

Ballon électrique (capacité – puissance)

Climatisation : oui non

Nombre de climatiseurs

Puissance

Eaux usées : type d'équipement

11. Equipements de conservations des produits pêchés

Glace embarquée : oui (quantité) non

Mode de production de froid :

Fabriquant :

Frigorigène employé :

Type de production de glace :

Fabriquant :

Isolation de la cale (matériau – épaisseur) :

DOCUMENT 6 – DETAIL DES POINTS DE CONTROLE DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE EN FONCTION DE LA CLASSE D'YPOLOGIQUE DU NAVIRE

DOCUMENT 6

Détail des points de contrôle du diagnostic énergétique en fonction de la classe typologique du navire

Classe 1	Architecture du navire
	contrôle du déplacement du navire
	contrôle de la vitesse d'exploitation du navire
	contrôle de l'efficacité des formes du navires
	contrôle de la surface mouillée
	contrôle de la rugosité de la coque et des appendices
	Système de propulsion
	contrôle du rendement du moteur
	contrôle des dimensions de l'hélice
	vérifier le type d'hélice (pas fixe ou variable)
	contrôle du réducteur
	contrôle de l'adéquation puissance moteur/programme
	évaluation de l'efficacité d'une voile d'appoint
	Systèmes de pilotage
	vérification du bon étalonnage pour l'économètre
	vérification du bon emploi de l'économètre

DOCUMENT 6 – DETAIL DES POINTS DE CONTROLE DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE EN FONCTION DE LA CLASSE D'YPOLOGIQUE DU NAVIRE

Classe 2	Architecture du navire
	contrôle du déplacement du navire
	contrôle de la vitesse d'exploitation du navire
	contrôle de l'efficacité des formes du navires
	contrôle de la surface mouillée
	contrôle de la rugosité de la coque et des appendices
	Système de propulsion
	contrôle du rendement du moteur
	contrôle des dimensions de l'hélice
	vérifier le type d'hélice (pas fixe ou variable)
	contrôle du réducteur
	contrôle de l'adéquation puissance moteur/programme
	évaluation de l'efficacité d'une voile d'appoint
	Systèmes de pilotage
	vérification du bon étalonnage pour l'économètre
	contrôle de la bonne utilisation de l'économètre
	Architecture des engins de pêche
	renseignement sur le matériau du filet
	renseignement sur le matériau des panneaux
	mesures du panneaux (poids, forme)
	renseignement sur la longueurs des funes utilisés

DOCUMENT 6 – DETAIL DES POINTS DE CONTROLE DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE EN FONCTION DE LA CLASSE D'YPOLOGIQUE DU NAVIRE

Classe 3	Architecture du navire
	contrôle du déplacement du navire
	contrôle de la vitesse d'exploitation du navire
	contrôle de l'efficacité des formes du navires
	contrôle de la surface mouillée
	contrôle de la rugosité de la coque et des appendices
	Système de propulsion
	contrôle des dimensions de l'hélice
	vérifier le type d'hélice (pas fixe ou variable)
	contrôle du réducteur
	contrôle de l'adéquation puissance moteur/programme
	contrôler la présence d'un générateur auxiliaire
	Systèmes de pilotage
	vérification du bon étalonnage pour l'économètre
	vérification du bon emploi de l'économètre
	Armement du navire
	contrôle de l'efficacité de l'équipement frigorifique
	contrôle de l'efficacité de la production d'eau
	évaluer la faisabilité d'installations complémentaire
	vérifier la bonne utilisation du routage météo

DOCUMENT 6 – DETAIL DES POINTS DE CONTROLE DU DIAGNOSTIC ENERGETIQUE EN FONCTION DE LA CLASSE D'YPOLOGIQUE DU NAVIRE

Classe 4	Architecture du navire
	contrôle du déplacement du navire
	contrôle de la vitesse d'exploitation du navire
	contrôle de l'efficacité des formes du navires
	contrôle de la surface mouillée
	contrôle de la rugosité de la coque et des appendices
	Systèmes de propulsion
	contrôle des dimensions de l'hélice
	vérifier le type d'hélice (pas fixe ou variable)
	contrôle du réducteur
	contrôle de l'adéquation puissance moteur/programme
	vérifier la présence et l'efficacité de la tuyère
	contrôler la présence d'un générateur auxiliaire
	Systèmes de pilotage
	vérification du bon étalonnage pour l'économètre
	vérification du bon emploi de l'économètre
	Architecture des engins de pêche
	renseignement sur le matériau du filet
	renseignement sur le matériau des panneaux
	mesures des panneaux (poids, forme)
	renseignement sur les longueurs des funes utilisées
	Armement du navire
	contrôle de l'efficacité de l'équipement frigorifique
	contrôle de l'efficacité de la production d'eau
	évaluer la faisabilité d'installations complémentaires
	vérifier la bonne utilisation du routage météo

DOCUMENT 7 – RECAPITULATIF DES PUISSEANCES DES DIFFERENTS POSTES

		En kW
Vie du bord =>	cuisine	
	réfrigérateur	
	plaqué de cuisson	
	four électrique	
	four à micro ondes	
	hotte aspirante	
	déssalinisateur	
	lave vaisselle	
	bloc sanitaire	
	ventilation	
	pompe vidange eaux usées	
	pompe circuit eau diffusée	
	logements	
	ventilation	
	climatisation	
	circuit incendie	
Navigation =>	pilotes automatique	
	VHF	
	girouette anémomètre	
	loch speedomètre	
	récepteur radio	
	radar	
	ordinateur de bord	
	GPS	
	guindeau / cabestan	
Accessoires moteur/propulsion =>	moteur	
	pompe d'alimentation	
	pompe d'injection	
	pompe de vidange de l'huile	
	turbo compresseur	
	démarreur	
	alternateur	
	ventilation machine	
	refroidissement moteur	
	propulsion	
	réducteur	
	hydraulique	
Installations électriques =>	groupe électrogène auxiliaire	
	chargeur de batterie	
	alternateur	
Engins de pêche =>	pompe hydraulique	
	génératrice pour treuil	
	machine à filer	
	réfrigération cales	
	machines à glace	
Puissance totale		

DOCUMENT 8 – RECAPITULATIF DES DEPENSES ENERGETIQUES PAR MAREE

DOCUMENT 9 - ACTIONS PERMETTANT DE FAIRE DES ECONOMIES D'ENERGIE SELON LES SOURCES DE PUBLICATION SCIENTIFIQUE

Action	Effet	Notes	Sources
Comportement			
Baisse de la vitesse de 0,5 nds	réduction de la consommation de l'ordre de 10%	calculs effectués pour de faibles variations de vitesse l'ADEME a fait ses propres mesures et parle de 2 à 5% d'économies pour la même variation de vitesse	FAO ADEME
Engins de pêche			
Changement de matériau et de forme du filet	réduction de la traînée de 14% pour un chalut	les résultats théoriques avancent des réductions allant de 7 à 20% Un modèle mathématique simplifié montre qu'une réduction de 5% de la traînée entraîne une baisse de la consommation de 2,5% Nécessite une étude préalable Concerne en priorité les chalutiers et les engins remorqués	IFREMER
Changement de matériau et de forme du panneau	entraîne une réduction de la consommation de 4%	Nécessite une étude préalable Concerne en priorité les chalutiers	IFREMER
Système de contrôle du filet	réduction de 5% de la traînée	Concerne en priorité les chalutiers	ADEME
Architecture navire			
Adjonction d'un bulbe d'étrave	réduction de la résistance de vague de 0 à plus de 10%	plus la vitesse du navire sera élevée, plus le bulbe sera efficace Nécessite une étude préalable	Energy Efficient Fishing: a 2006 review
Carénage de l'hélice	réduction de la consommation de 4 à 10%		thèse de Doctorat M. Brein
Adjonction d'une tuyère	réduction de la consommation entre 4 et 10%	mesures effectuées sur des navires de commerce pendant l'action de pêche, la réduction de consommation peut être de l'ordre de 20% la tuyère n'est pas adapté pour les navires utilisant des engins de pêche statiques Nécessite une étude préalable Ne concerne que les navires utilisant un engin remorqué	Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, Association Technique pour l'Efficacité Energétique, Comité Central des Armateurs de France et Institut de Recherches de la Construction Navale
Hélice à pas variable	réduction de la consommation de 15%	Nécessite une étude préalable Concerne en priorité les chalutiers	FAO
remplacement d'un safran plaque par un safran de type Becker	réduction de la consommation de 4%	Nécessite une étude préalable	Energy Efficient Fishing: a 2006 review
Diminuer de 10% du déplacement	réduction de la résistance de vague de 10%	la résistance de vague est directement proportionnelle au déplacement	Energy Efficient Fishing: a 2006 review
Carénage de la coque	réduction de la consommation jusqu'à 44%	comparaison faite entre une coque non caréné et une coque caréné tous les 6 mois	Agence suédoise pour le développement international / FAO
Equipement / Propulsion			
Présence d'un économètre		L'économètre ne fait pas baisser la consommation mais permet de la maîtriser	
Remplacement du moteur par un moteur moins puissant		Un moteur travaille le plus efficacement à 80% de sa vitesse maximale, changer de moteur pour un moteur moins puissant mais travaillant mieux peut faire économiser du carburant	FAO
Remplacement d'un moteur à injection classique par un moteur à injection électronique	Réduction de la consommation de 10 à 15%		Données constructeurs
Adjonction d'un générateur auxiliaire	réduction de la consommation de 10 à 15%	mesures effectuées sur un fileyeur de 16 mètres Concerne en priorité les navires partant plus de 24 heures	ADEME

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

DOCUMENT 10

Rappel des textes réglementaires

Nous rappelons dans cette annexe les différentes réglementations applicable à la gestion de la flotte ainsi que les divisions de la réglementation national concernant la sécurité des navires.

Réglementation nationale applicable à la gestion de la flotte :

Décret du 9 janvier 1852 et plus particulièrement son article 3-1

Décret n°93-33 du 8 janvier 1993 relatif au permis de mise en exploitation des navires de pêche pris pour l'application de l'article 3-1 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime modifié le 17 mars 2000

Arrêté du 18 décembre 2006 établissant les modalités de gestion des différents régimes d' autorisations définis par la réglementation communautaire et applicables aux navires français de pêche professionnelle immatriculés dans la Communauté européenne

CIRCULAIRE DPMA/SDPM/C2003-9603 du 15 JUILLET 2003 portant modalités de délivrance de permis de mise en exploitation d' un navire de pêche en France métropolitaine, pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et pour la façade Méditerranée.

CIRCULAIRE DPMA/SDPM/C2003-9609 du 28 NOVEMBRE 2003 - Avenant à la circulaire DPMA/SDPM C2003-9603 du 11 juillet 2003. Modalités de délivrance de permis de mise en exploitation d' un navire de pêche en France métropolitaine, pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et pour la façade Méditerranée, dans le cas de la modernisation au dessus du pont principal.

Réglementation communautaire relatifs à la flotte de pêche

Règlement (CE) n°2371/2002 du Conseil du 20 décembre 2002 relatif à la conservation et à l'exploitation durable des ressources halieutiques dans le cadre de la **politique commune de la pêche** modifié dernièrement par le règlement (CE) n°865/2007 du 10 juillet 2007

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

Règlement (CE) n°**639/2004** du Conseil du 30 mars 2004 relatif à la gestion des flottes de pêche enregistrées dans les **régions ultrapériphériques**

Règlement (CE) n°**26/2004** de la Commission du 30 décembre 2003 relatif au **fichier de la flotte de pêche communautaire** modifié par le règlement (CE) n°**1799/2006** du 6 décembre 2006.

Règlement (CE) n°**2104/2004** de la Commission du 9 décembre 2004 portant modalités d'application du règlement (CE) n° 639/2004 du Conseil sur la gestion des flottes de pêche enregistrées dans les **régions ultrapériphériques** rectifié par le règlement (CE) n° 1570/2005 de la Commission du 27 septembre 2005, modifié par le règlement (CE) n° 1274/2007 de la Commission du 29 octobre 2007 .

Règlement (CE) n° **1281/2005** de la Commission du 3 août 2005 concernant la gestion des **licences de pêche** et les informations minimales qu'elles doivent contenir

Abrogeant le Règlement (CE) n° 3690/93 du Conseil, du 20 décembre 1993, établissant un régime communautaire fixant les règles relatives aux informations minimales que doivent contenir les licences de pêche

Réglementation communautaire concernant les aides pour les investissements à bord des navires de pêche

Article 25 du règlement (CE) n°**1198/2006** du Conseil du 27 juillet 2006 relatif au **Fonds européen pour la pêche**

Article 6 du règlement (CE) n°**498/2007** de la Commission du 26 mars 2007 portant modalités d' exécution du règlement (CE) n°**1198/2006** du Conseil relatif au Fonds européen pour la pêche

Programme opérationnel français du FEP approuvé le 19 décembre 2007

Divisions de la réglementation nationale concernant la sécurité des navires :

Décret 84-810 du 30 août 1984 relatif à la sauvegarde de la vie humaine en mer, à l'habitabilité à bord des navires et à la prévention de la pollution.

DOCUMENT 10 – RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES

Arrêté du 23 novembre 1987 modifié, relatif à la sécurité des navires, notamment les divisions suivantes :

- Division 110 « GENERALITES »
- Division 130 « DELIVRANCE DES TITRES DE SECURITE »
- Division 211 « STABILITE A L'ETAT INTACT ET APRES AVARIE »
- Division 213 « PREVENTION DE LA POLLUTION »
- Division 215 « HABITABILITE »
- Division 226 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR EGALE OU SUPERIEURE A 12 METRES ET INFERIEURE A 24 METRES »
- Division 227 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR INFERIEURE A 12 METRES »
- Division 228 « NAVIRES DE PECHE DE LONGUEUR EGALE OU SUPERIEURE A 24 METRES »

DOCUMENT 11 – BIBLIOGRAPHIE

DOCUMENT 11

Bibliographie

- **I'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'Association Technique pour l'Efficacité Energétique, Comité Central des Armateurs de France et l'Institut de Recherches de la Construction Navale**, « Maîtrise de l'énergie dans les transports maritimes, hydrodynamique et aérodynamique du navire, amélioration du rendement propulsif »
- **Afnor**, « Référentiel de bonnes pratiques, Energie, Diagnostic énergétique dans l'industrie BP X30-120 »
- **Battais L., Defaye S. & VaitilingomG.**, « Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisation biocarburant », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Région Aquitaine*
- **Berthou P., Talidec C., Leblond E., Demanech S., Daurès F., Guyader O. & Thébaud O.**, « Les flottilles de pêche côtière en Bretagne : caractéristiques et évolution », *Atelier International « Régulation de l'accès aux ressources marines vivantes de la bande côtière : expériences internationales et perspectives pour la Bretagne »*
- **Berg A.**, « Full-scale experiences with propeller reinstallation on a pruse seiner », *International Conference on Propulsion for Small Craft, Royal Institution of Naval Architects, London*
- **Brient, A.** « Etude de l'influence du processus de fabrication sur les performances des propulseurs marins : approche multimétiers de l'usinage d'hélice », *thèse de doctorat, Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes*
- **Bureau Véritas**, « Safety rules for Gas-Fuelled engine installation in ships »
- **Carlton J.S.**, « Marine propeller and propulsion », *Butterworth Heinemann Ltd*
- **Catanzano J.**, « Eléments sur les interventions financières de l'Etat dans le secteur des pêches artisanales », *archives institutionnelles de l'IFREMER*
- **Catanzano J., Gilly B. & Lantz F.**, « Les entreprises de pêche : essais de typologie », *archives institutionnelles de l'IFREMER*
- **Dohy M. & Poitrat E.** « Bilan énergétique et émission de GES des carburants et biocarburants conventionnels, convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées) », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*
- **Duhamel R.**, « Carènes et propulsion », *Editions Dunod*
- **Escudié B. et J.M. Combe avec la collaboration de J. Payen**, « Vapeurs sur le Rhône, histoire scientifique et technique de la navigation à vapeur de Lyon à la mer », *éditions du CNRS Presse Universitaires de Lyon*
- **IFREMER & Le Drezen**, « Optimisation des engins de pêche : contraintes et possibilités d'évolution », *Journée Pêche-Energie*
- **IFREMER, SEAFISH & DIFTA**, « Les panneaux de chalut, caractéristiques et mise en œuvre », *Edition IFREMER*
- **Le Dret H., Lewandowski R., Priour D., & Chagneau F.**, « Numerical Simulation of a code and net, part 1 : Equilibrium in a uniform flow »

DOCUMENT 11 – BIBLIOGRAPHIE

- **Liennard A.**, « Etude sur les conditions technico-économiques de l'utilisation des Huiles Végétales Pures dans les moteurs de navires de pêche professionnelle », *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture*
- **Marichal D. & Vincent B.**, « Etude dynamique d'un train de pêche complet »
- **M'Rabet R., Bdioui & Ben Naceur L.**, « Essai et mise au point d'un chalut de fond à grande ouverture verticale (GOV) », *Bulletin Institut National Sciences et Techniques de la Mer de Salammbô*
- **Nazdon L., Baranger L., Guillotreau P., Lantz F. & Rautureau N.**, « Volatilité des cours du pétrole et stratégie de couverture dans le secteur de la pêche »
- **Paulet D. & Presles D.**, « Architecture navale, connaissance et pratique », *Les éditions de la Villette, savoir-faire de l'architecture*
- **Plassat G.**, « Les technologies des moteurs de véhicules lourds et leurs carburants », *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*
- **Shawyer M & Medina Pizzali A.**, « L'utilisation de la glace sur les bateaux de pêche artisanales », *FAO document technique sur les pêches*
- **Smith C.F., Lapp P., Sedat R.**, « Should there be a propeller nozzle on your trawler ? », *New York Sea Grant*
- **Sterlin D. & Goldsworthy L.**, « Energy Efficient Fishing : A 2006 review, Part A – Alternative fuels and efficient engines », *Australian Government, Fisheries Research and Development Corporation*
- **Sterling D. & Klaka K.**, « Energy Efficient Fishing : A 2006 review, Part B – Hull Characteristics and Efficiency », *Australian Government, Fisheries Research and Development Corporation*
- **Svensen T. & Medhurst J.S.**, « A simplified method for the assessment of propeller roughness penalties », *Marine Technology*
- **Vincent B.**, « A new generation of tools for trawls, Dynamic numerical simulation »
- **Wilson J.D.K.**, « Economies financières et de carburant dans la pêche artisanale », *FAO document technique sur les pêches*

DOCUMENT 12 - INDEX

DOCUMENT 12

Index

Arbre d'entraînement : appelé aussi ligne d'arbre, c'est l'ensemble des liaisons entre le groupe propulsif (ou moteur) et l'hélice ou équivalent

Art dormant : nom donné aux techniques de pêche qui restent statiques, parmi celle ci, on retrouve le casier, la palangre, le filet trémail ou maillant

Art traînant : nom donné aux techniques de pêche utilisant des engins que l'on tracte ou que l'on traîne, parmi celle ci, on retrouve le chalut, la ligne de traîne, la drague ou encore la perche

Auditeur : celui qui conduit l'audit ; dans notre cas celui qui conduit le diagnostic

Bassin des carènes : Installation en forme de long bassin permettant de réaliser des essais de résistance à l'avancement

Bulbe : Protubérance au niveau de l'étrave en dessous de la ligne flottaison destinée à améliorer les performances des navires en réduisant la résistance hydrodynamique, ou s'il est placé au niveau de la flottaison, il permet d'améliorer le coefficient de finesse.

Carène : Partie immergée de la coque d'un navire

Changement d'état : En thermodynamique (partie de la mécanique des fluides traitant des échanges de chaleur), lorsqu'on passe d'une phase liquide (exemple l'eau) à une phase gazeuse (exemple la vapeur) on dit qu'il y a un changement d'état ; les facteurs influençant les changements d'état sont la température et la pression

Code de calcul : Terme désignant un logiciel

Code RANSE : Logiciel informatique résolvant les équations de la mécanique des fluides et permettant de faire des simulations d'écoulement

Coefficient de bloc : C'est un coefficient de remplissage qui exprime le rapport entre le volume immergé Δ et celui du parallélépipède rectangle qui le contient entièrement, produit de la longueur L par la plus grande largeur immergée B (en général largeur de flottaison) par la plus grande profondeur immergée T (profondeur de carène) soit : $C_b = \Delta / (L.B.T)$

Coefficient de finesse : Rapport entre la longueur à la flottaison et la racine cubique du volume immergé

DOCUMENT 12 - INDEX

Couple : Un couple en mécanique, désigne l'effort en rotation appliqué à un axe. Il est ainsi nommé en raison de la façon caractéristique dont on obtient ce type d'action : un bras qui tire, un bras qui pousse, les deux forces étant égales et opposées

Déplacement : C'est le poids du volume d'eau correspondant à la carène d'un navire

Euros constant : Euros ne prenant pas en compte l'inflation

FEM : Finites elements methode ou en français, méthode des éléments finis. C'est une méthode qui permet de réaliser des calculs de structure et de résistance des matériaux. Les codes utilisant cette méthode sont SAMCEF, I-Deas, Ansys, Abaqus...

Fluide parfait (théorie) : Théorie permettant de simplifier les problèmes de mécanique des fluides en supposant qu'il n'y a pas de frottement pour le fluide considéré. Attention dans la réalité un fluide parfait n'existe pas.

Gisement d'économie d'énergie : potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique (exprimée en unité énergétique ou financière)

Longueur d'onde : C'est la distance entre deux crêtes de vague successives.

Maillage : C'est une subdivision du domaine que l'on souhaite étudier en un nombre fini d'éléments plus petits appelés cellules que ce soit en deux ou trois dimensions.

Massif : Terme technique désignant la structure portant le palier et l'arbre porte-hélice

Méthode de Holtrop-Mennen : Cette méthode est basée sur un savoir empirique et permet de quantifier la résistance résiduaire pour des navires naviguants dans des plages de vitesses moyennes (le nombre de Froude est compris entre 0,27 et 0,50). On retrouvera une explication complète de la méthode dans les publications « International Shipbuilding Progress », notamment Vol. 29, juillet 1982. En général, les résultats obtenus avec cette méthode sont plus optimistes que dans la réalité dans une proportion de 10% mais ne sont pas aberrant malgré la complexité de la formule.

Méthode Van Oossanen : Cette méthode est basée sur un recensement effectué par Van Oossanen présenté pour la première fois sous forme d'abaques au RINA en 1979 portant sur les navires appelés séries 63. De ces recensements, on a déduit les résistances résiduaires pour une gamme de nombre de Froude allant de 0,21 à 0,7 et différents paramètres géométriques du navires.

Méthode de surface tracking : Cette méthode consiste effectuer un maillage de la surface libre et de suivre son évolution au cours du temps. C'est à dire qu'à chaque pas de temps, il y aura un nouveau calcul de la forme de la surface libre et un remaillage de celle ci.

Méthode VOF (Volume of Fluide) : C'est une méthode de simulation des écoulements à surface libre dont le principe repose sur la notion de fraction volumique. Le principe du suivi de l'interface (surface de la mer) est de déterminer la quantité de fluide dans chaque cellule en évaluant cette fraction volumique. Si cette dernière vaut 1 alors la cellule est remplie d'air ; si elle vaut 0 alors la cellule est remplie d'eau. Les fractions volumiques comprises entre 0 et 1 déterminent la position de la surface libre.

DOCUMENT 12 - INDEX

Modèles standards de Taylor : Ce sont des modèles empiriques basés sur des essais. Ils ont donné lieu à différentes présentations que l'on retrouve dans plusieurs ouvrages. La résistance résiduaire est calculée sur la base d'un coefficient de frottement majoré. D'après ces modèles standards de Taylor, il a pu être établi des tableaux des résistances résiduaires pour des gammes de nombres de Froude allant de 0,21 à 0,7 et en fonction de certains paramètres géométriques des navires.

Nombre de Froude : Ce nombre est le rapport entre la vitesse et la racine carré de la longueur multipliée par la gravité.

Œuvres mortes : Partie émergée de la coque d'un navire.

Poussée d'Archimède : Le principe d'Archimède dit que tout corps partiellement ou totalement immergé dans un fluide reçoit une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale au poids du fluide déplacé, appliquée au centre du volume immergé. C'est cette poussée que l'on appelle poussée d'Archimède.

Rendement : c'est un rapport qui permet de quantifier l'efficacité d'un système.

Rugosité : Terme désignant l'état d'une surface, plus la rugosité est importante, plus le frottement est important.

Similitude (théorie) : La théorie de la similitude consiste à utiliser pour la quantification, des données qui ne dépendent pas des dimensions de l'objet étudier. Ainsi grâce au nombre de Froude, on peut comparer les résultats obtenus sur une maquette d'un navire à l'échelle 1/20 et les résultats obtenus pour le navire en taille réel.

Surface libre : Terme technique désignant la surface de la mer et plus généralement une interface entre deux fluides qui a la propriété de se mouvoir librement.

Surface mouillée : Surface de la coque qui est en contact avec l'eau.

Viscosité : Elle désigne la capacité du fluide à s'écouler. A titre d'exemple, l'huile a une viscosité plus importante que l'eau qui elle-même est 1000 fois plus visqueuse que l'air.

Vitesse moyenne relative : La vitesse est dépendante du référentiel dans lequel elle est mesurée. Par exemple une personne assise à son bureau à une vitesse nulle (elle ne bouge pas) dans le «référentiel bureau », par contre si on se place du point de vue de l'espace, «référentiel espace », elle a une vitesse dans la mesure où Terre tourne autour d'elle-même et du soleil. La vitesse qu'elle a dans le «référentiel espace » est appelée vitesse absolue et la vitesse qu'elle a dans le «référentiel bureau » est appelé vitesse relative.

Annexe II-1 : DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT D'UN AUDIT FINANCIER

Nom / Raison Sociale :

Adresse :

Téléphone :

Fax :

Présentation de l'entreprise :

Date de création :

Structure juridique :

Nombre d'associés :

Nom Navire	immatriculation	Copropriétaire	OP	Date de 1 ^{ère} immatriculation	GT	UMS	Longueur HT	Principales espèces pêchées en valeur	espèces secondaires pêchées	Engin principal

souhaite bénéficier d'une aide à un audit financier (aide plafonnée à 500 euros).

A :

Le :

Cachet du DRAM

Signature du demandeur

Attestation du demandeur

Je soussigné :

Autorise la DRAM à communiquer toute information complémentaire nécessaire à la constitution et à l'instruction de mon dossier.

A :

Le :

Cachet du DRAM

Signature du demandeur

**Annexe II-2: DOSSIER DE DEMANDE D'AVANCE ET SOLDE
SUR L'AUDIT TECHNIQUE**

Nom / Raison Sociale :

Adresse :

Téléphone :

Fax :

suite à l'avis de la CRAA duje souhaite bénéficier d'une avance de 50% plafonnée à 7 500 euros sur l'aide à un audit technique.

Je fournis un devis et j'ai noté que le total avance + solde ne sera pas supérieur à 7 500 euros

souhaite bénéficier du solde plafonné à 7 500 euros sur l'aide à un audit technique.
Je fournis une facture acquittée et j'ai noté que le total avance + solde ne sera pas supérieur à 7 500 euros

A :

Le :

Cachet du DRAM

Signature du demandeur

Attestation du demandeur

Je soussigné :

Autorise la DRAM à communiquer toute information complémentaire nécessaire à la constitution et à l'instruction de mon dossier.

A :

Le :

Cachet du DRAM

Signature du demandeur

Annexe III : DESCRIPTION DES MESURES QUI PEUVENT ETRE PROPOSEES

Les aides permettant un appui à la mise en œuvre de ce plan seront précisées par une circulaire complémentaire, modifiant la circulaire DPMA/SDPM/C2007-9626 du 12 novembre 2008.

Ces aides seront versées pour une période maximale de trois ans à compter de la publication de la circulaire du 12 novembre 2007.

Une restructuration - au sens des lignes directrices communautaires 2004/C-244/02 au JO du 1er octobre 2004, concernant les aides d'état au sauvetage et à la restructuration d'entreprises en difficulté - ne se limitant pas à une aide financière destinée à combler les pertes antérieures, les aides au fonctionnement ne peuvent être versées que si une intervention est prévue pour enrayer les pertes et assurer un retour à la viabilité économique.

A - Moyens mis en œuvre pour assurer et vérifier le retour à la viabilité des entreprises

La méthode : l'audit préalable au plan de restructuration est évalué par la CRAA à un niveau régional qui s'appuiera sur les avis des structures de gestion collectives des quotas (OP), des structures suivant les licences de pêche et de l'aval.

La CRAA doit évaluer le plan au regard des objectifs figurant ci-dessous et devra conclure à la capacité ou non de l'entreprise à atteindre la viabilité économique.

En tant que de besoin, une consultation nationale sera organisée pour valider que la proposition de possibilités de pêche proposées par l'entreprise est cohérente.

Si la viabilité économique ne peut être atteinte, la sortie de flotte du navire sera préconisée.

Les objectifs :

- *Favoriser une adaptation à la ressource durablement disponible* : vérifier l'adéquation entre les capacités de pêche des navires de l'entreprise et/ou du groupe de navires et les possibilités de pêche auxquelles accède l'entreprise ;
- *Favoriser une réduction des charges* : l'évaluation porte sur les dispositions permettant une diminution des charges, par l'intermédiaire d'investissements sur les actifs, d'organisation des activités. Les efforts sur les économies d'énergie sont particulièrement attendus.
- *Améliorer la compétitivité interne des entreprises* : l'évaluation porte sur les changements de statut, d'organisation au sein de la structure de gestion, les investissements garantissant une meilleure acquisition et circulation de l'information.
- *Favoriser le lien avec la commercialisation* : l'évaluation porte sur l'existence de projets, à dimension individuelle ou collective, permettant une plus grande valorisation des produits.

Un indicateur pour calibrer les aides au fonctionnement:

Le retour à la viabilité économique sera considéré comme atteint si l'excédent brut d'exploitation (EBE) représente 15% du chiffre d'affaires de l'entreprise. Ce niveau d'EBE est considéré nécessaire pour permettre à chaque entreprise de retrouver une capacité d'investissement et de renouvellement. Des objectifs complémentaires sur des soldes intermédiaires de leur compte de résultats pourront être fixés en tant que de besoin.

Des aides au fonctionnement (y compris le non remboursement des avances remboursables versées dans le cadre de la phase de sauvetage) peuvent être versées pour atteindre cet indicateur.

L'analyse basée sur le respect de cet indicateur permettra de limiter tout effet de distorsion de la concurrence, et l'entreprise ne disposera pas de liquidités excédentaires qu'elle pourrait consacrer à des activités agressives susceptibles de provoquer des distorsions sur le marché qui ne seraient pas liées au processus de restructuration. L'aide ne doit en aucune façon servir à financer de nouveaux investissements qui ne sont pas indispensables au retour à la viabilité de l'entreprise, conformément au point 45 des lignes directrices susvisées.

Les avances remboursables et toute autre aide au fonctionnement versée depuis le début de la phase de sauvetage seront remboursées si l'indicateur de viabilité économique est atteint. Si des aides aux investissements sont versées, les avances remboursables (et les intérêts correspondants sur la base du taux officiel) et toute autre aide au fonctionnement versée depuis le début de la phase de sauvetage seront prélevées sur les aides versées.

B - Plafonnement des aides à la restructuration

Les aides à l'investissement et au fonctionnement versées à l'entreprise pendant la phase de restructuration ne devront pas dépasser les maxima fixés dans les lignes directrices susvisées. Ainsi conformément au point 44 des lignes directrices susvisées, les contributions privées de l'entreprise seront au moins de 25% dans le cas de petites entreprises, au moins de 40% pour les entreprises de taille moyenne et au moins de 50% pour les grandes entreprises, par rapport à la totalité des investissements matériels et immatériels réalisés par l'entreprise pour mettre en œuvre son plan de restructuration.

Si une aide au sauvetage n'est pas remboursée par l'entreprise, elle sera considérée comme une aide au fonctionnement et sera intégrée dans le calcul du plafond des aides à la restructuration avec toute autre aide au fonctionnement versée depuis le début de la phase de sauvetage.

C – Description des aides proposées

Les aides à la sortie de flotte

Pour une entreprise où il apparaît que la viabilité ne peut pas être assurée, une sortie de flotte aidée leur sera proposée, à condition que l'entreprise réponde aux critères définis dans les circulaires de mise en œuvre de l'aide à la cessation définitive prises en application du programme opérationnel du FEP.

Dans le cas d'aides à la sortie de flotte, financées uniquement sur base de crédits nationaux, les conditions du programme opérationnel du FEP seront également respectées.

Les aides au sauvetage attribuées et toute autre aide au fonctionnement versée depuis le début de la phase de sauvetage seront remboursées dans le cadre d'une sortie de flotte aidée, en étant retenues sur la part nationale de l'aide versée (en cas de cofinancement par le FEP).

Les aides à l'investissement

L'élaboration des plans de restructuration propres à chaque navire, pour ce qui concerne les aides à l'investissement, s'appuiera sur les conclusions des diagnostics énergétiques réalisés.

Ces plans pourront prévoir toutes les mesures de modernisation ouvertes par le Fonds européen pour la pêche, et notamment les changements de moteurs, les changements

d'engins de pêche et tout autre investissement pertinent au regard de l'objectif poursuivi. Des équipements visant à une meilleure sélectivité et valorisation des captures seront encouragés.

La partie 2.1 du Vade Mecum (Annexe I de la circulaire C2007- 9626 du 12 novembre 2007) décrit de manière précise les mesures éligibles au PSR.

Les critères d'éligibilité de la plupart de ces mesures sont ceux du FEP, même si le FEP ne sera pas sollicité pour financer les mesures de restructuration qui seront financées uniquement sur crédits nationaux. L'intérêt pour le bénéficiaire de présenter ces mesures dans le cadre du PSR réside dans : une bonification sur fonds d'Etat par rapport au maximum d'intervention publique prévu.

L'arrêt temporaire d'activité pour une durée maximale de trois mois consécutifs à des travaux à bord du navire dans le cadre du PSR, peut être financé, même si l'article 24.1.vi du FEP limite cette possibilité à trois mois dans le cas des changements de moteurs. Cette aide sera assimilée à une aide au fonctionnement.

Les aides au fonctionnement

Des aides au fonctionnement sont possibles dans le cadre de la restructuration. Elles seront modulées en fonction de chaque entreprise.

Lors de l'examen de l'audit (cf. supra retour à la viabilité de l'entreprise) il doit être examiné :

- la nécessité ou non pour l'entreprise de rembourser tout ou partie des avances remboursables versées en incluant le calcul des intérêts sur la base du taux de référence en vigueur ;
- l'intégration dans les aides au fonctionnement de la prise en charge d'intérêts versée dans le cadre de la phase de sauvetage ;
- la possibilité de verser des aides au fonctionnement qui seront déterminées en fonction de l'indicateur de viabilité de l'entreprise. Pour les apprécier, les différentes charges de l'entreprise seront examinées (charges portuaires, charges sociales, charges fiscales). L'objectif est pour l'entreprise de continuer à verser les charges dues lors d'une activité professionnelle mais de bénéficier d'aides temporaires qui lui permettent de faire face à ces difficultés le temps nécessaire au retour à la viabilité économique.

Annexe IV : ECHANGE D'INFORMATIONS

Liste des demandeurs d'aide pour les audits à transmettre en version papier et informatique, à la DPMA, Bureau de l'Economie des Pêches : bep.dpma@agriculture.gouv.fr.

Annexe V-1 : DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT FINANCIER

code établissement	code guichet	code audit	département	année	n° d'ordre
<input type="text"/>	<input type="text"/>	9 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
(reporter les 10 premiers chiffres du RIB)					

(à remplir par l'administration systématiquement)

DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT EN FAVEUR DES ENTREPRISES DE PÊCHE PROFESSIONNELLE

L'entreprise bénéficiaire est : **artisanale** (remplir cadres A, C et D) ou **sociétaire** (remplir cadres B, C et D)

A ENTREPRISE ARTISANALE

M. <input type="checkbox"/>	nom patronymique (nom de naissance) ⁽¹⁾ :	<input type="text"/>	prénom :	<input type="text"/>
Mme <input type="checkbox"/>	nom d'usage (le cas échéant) :	<input type="text"/>		
Mlle <input type="checkbox"/>	c'est à dire le nom de l'époux(se), veuf(ve), divorcé(e) ; nom de l'autre parent, accolé au nom patronymique	<input type="text"/>		
né(e) le <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> à <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	(nom de la commune)	,	<input type="text"/>	(n° dépt.)
Numéro SIREN :	<input type="text"/>			
Adresse du siège de l'entreprise :	<input type="text"/>			
Code postal bureau distributeur :	<input type="text"/>	commune du siège ⁽¹⁾ :	<input type="text"/>	

⁽¹⁾ écrire en lettres majuscules

B ENTREPRISE SOCIÉTAIRE

L'entreprise sociétaire est de type : SNC <input type="checkbox"/> ; SCS <input type="checkbox"/> ; SARL <input type="checkbox"/> ; SA <input type="checkbox"/> ; Armement coopératif <input type="checkbox"/> ; GIE <input type="checkbox"/>			
Nom de l'entreprise sociétaire :	<input type="text"/>		
Date d'immatriculation au RCS :	<input type="text"/>	N° SIRET :	<input type="text"/>
Adresse du siège de l'entreprise :	<input type="text"/>		
Code postal bureau distributeur :	<input type="text"/>	commune du siège ⁽¹⁾ :	<input type="text"/>

⁽¹⁾ écrire en lettres majuscules

C COORDONNÉES BANCAIRES

Numéro d'identifiant de compte bancaire du demandeur

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

D L'AUDIT

pour un montant total de : €

L'audit est demandé en raison des difficultés de l'entreprise dans le secteur de production indiqué ci-dessous

Pêche maritime professionnelle

Suite donnée à la demande rejet de la demande pour le motif suivant :	(Réservé à l'administration) Autorisation de versement délivrée le : <input type="text"/> (signature et cachet de la DRAM)
Notifié le <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (signature et cachet de la DRAM)	
Numéro d'engagement comptable OCEAN <input type="text"/>	

Destinataires : Original (blanc) : DRAM / 1^{re} copie (jaune) : DRAM (à l'attention DR CNASEA)

Annexe V-2 : DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT TECHNIQUE (AVANCE ET SOLDE)

date d'arrivée à la DRAM	_____				
numéro de dossier					
code établissement	code guichet	code audit	département	année	n° d'ordre
<input type="text"/>	<input type="text"/>	9 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
(reporter les 10 premiers chiffres du RIB)					
(à remplir par l'administration systématiquement)					

DEMANDE DE PAIEMENT D'AUDIT TECHNIQUE EN FAVEUR DES ENTREPRISES DE PÊCHE PROFESSIONNELLE

L'entreprise bénéficiaire est : **artisanale** (remplir cadres A, C et D) ou **sociétaire** (remplir cadres B, C et D)

A ENTREPRISE ARTISANALE

M. <input type="checkbox"/>	nom patronymique (nom de naissance) ⁽¹⁾ :	<input type="text"/>	prénom :	<input type="text"/>
Mme <input type="checkbox"/>	{ nom d'usage (le cas échéant) :			
Mlle <input type="checkbox"/>	c'est à dire le nom de l'époux(se), veuf(ve), divorcé(e) ; nom de l'autre parent, accolé au nom patronymique			
né(e) le <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> à <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	(nom de la commune)		, <input type="text"/> <input type="text"/>	(n° dépt.) (pays)
Numéro SIREN :	<input type="text"/>			
Adresse du siège de l'entreprise :	<input type="text"/>			
Code postal bureau distributeur :	<input type="text"/> commune du siège ⁽¹⁾ :			

⁽¹⁾ écrire en lettres majuscules

B ENTREPRISE SOCIETAIRE

L'entreprise sociétaire est de type : SNC <input type="checkbox"/> ; SCS <input type="checkbox"/> ; SARL <input type="checkbox"/> ; SA <input type="checkbox"/> ; Armement coopératif <input type="checkbox"/> ; GIE <input type="checkbox"/>			
Autre ⁽²⁾ <input type="text"/>			
Nom de l'entreprise sociétaire :	<input type="text"/>		
Date d'immatriculation au RCS :	<input type="text"/>	N° SIRET :	<input type="text"/>
Adresse du siège de l'entreprise :	<input type="text"/>		
Code postal bureau distributeur :	<input type="text"/> commune du siège ⁽¹⁾ :		

⁽¹⁾ écrire en lettres majuscules

⁽²⁾ cas des copropriétaires : Seul le mandant doit remplir un formulaire de demande accompagné de la convention de mandat ainsi que de l'acte de francisation

C COORDONNÉES BANCAIRES

Numéro d'identifiant de compte bancaire du demandeur

| | | | | | |

D L'AUDIT TECHNIQUE : MONTANT DE L'AVANCE

Suite à l'avis de la CRAA du | | | |

Sur présentation d'un devis de | | | €, il est demandé :

le versement d'une avance de 50 % pour un montant de : | | | € ⁽³⁾

le versement du solde pour un montant de : | | | € ⁽³⁾

⁽³⁾ maximum 7 500 € pour l'avance ou pour l'avance + le solde

Suite donnée à la demande rejet de la demande pour le motif suivant : <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	(Réservé à l'administration) Autorisation de versement délivrée le : <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> (signature et cachet de la DRAM)
Notifié le <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (signature et cachet de la DRAM)	
Numéro d'engagement comptable OCEAN <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

Annexe VI : DEMANDE GROUPEE D'ENGAGEMENTS COMPTABLES

Annexe VI : Demande groupée d'engagements comptables

FICHE D'ENGAGEMENT COMPTABLE
NUMERO DE L'ENVELOPPE D'IMPUTATION:

Identification de l'administration responsable :

Service instructeur: DRAM-----

Personne à contacter:

Personne à contacter :

Tél :

Fax :

Identification des bénéficiaires :

Récapitulatif de la réservation de crédits :

Cadre réservé à la DRAM	Cadre réservé au CNASEA
Montant total demandé	Montant engagé 0 €
Demande en date du _____	VISA CNASEA le,
Signature et tampon	