



DECARBONATION DE LA PÊCHE

PROJET DGA-01-24A

RAPPORT D'ÉTUDE TECHNIQUE

Révision 02 du 28 février 2025

CT-ARCO 128 bis, rue Henri Gautier, 44550 MONTOIR DE BRETAGNE; Tél. 02 40 22 21 24 , e-mail : fernando.gutierrez@ctengineeringgroup.com

REDACTION DE LA FEUILLE DE ROUTE DE DECARBONATION DE LA PECHE

Rapport d'étude technique

02	28/02/2025	Intégration annexe G et correction tableau 2
01	31/10/2024	Première diffusion
REVISION	DATE	OBSERVATIONS

Le présent document synthétise les travaux menés par le cabinet d'études d'architecture navale CT-ARCO, mandaté par la Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA), dans le cadre de la rédaction de la feuille de route de décarbonation de la pêche (FdR « pêche »).

Sommaire

I.	Introduction	5
II.	Résumé.....	7
III.	Etat des lieux de la flottille française	8
A.	Discrétisation par longueur et type d'exploitation	8
B.	Discrétisation par âge.....	12
IV.	Profils énergétiques et leviers de décarbonation pour divers types de pêche	14
A.	Stratégie de décarbonation par segment d'âge	15
B.	Cadre de l'étude des navires de la flotte métropolitaine des moins de 24 mètres	16
C.	Méthodologie d'établissement des profils énergétiques	16
D.	Différences opérationnelle et énergétique marquées entre arts traînants et dormants ...	17
E.	Identification de leviers de décarbonation pour la pêche	19
V.	Stratégie d'intégration des énergies alternatives dans les navires	20
A.	Caractéristiques principales des énergies alternatives étudiées	20
B.	Ajout d'un volume technologique dédié.....	26
1.	Objectif de l'étude.....	26
2.	Hypothèses d'entrée et grandeurs caractéristiques des intégrations énergétiques	27
3.	Résultats des intégrations énergétiques	32
C.	Analyse de l'intégration des énergies alternatives	34
1.	Caractérisation de l'enjeu environnemental.....	34
2.	Caractérisation de l'enjeu opérationnel.....	35
3.	Confrontation des intégrations énergétiques face aux enjeux environnemental et opérationnel.....	35
D.	Identification du besoin en UMS.....	38
1.	Objectif de l'étude.....	38
2.	Définition des tailles des navires références pour l'intégration d'une tranche énergétique	38
3.	Evolutions de jauge associées à l'intégration d'un volume technologique.....	40
4.	Application à la flotte de pêche métropolitaine	41
VI.	Stratégie de transition au biocarburant de la flotte vieillissante : identification du besoin en biodiesel pour la pêche.....	42

A.	Objectif de l'étude	42
B.	Travail d'estimation du besoin en biocarburant pour la flotte métropolitaine.	43
VII.	Synthèse	45
A.	Analyse générale des leviers de décarbonation.....	45
B.	Analyse de la stratégie de décarbonation via des énergies alternatives	47
C.	Limites de l'étude	50
VIII.	Conclusion	52
	Table des figures	53
	Table des tables	54
	Références	55
	ANNEXE A : Profils énergétiques des navires de pêche	56
	ANNEXE B.1 : Leviers de décarbonation pour les arts dormants.....	61
	ANNEXE B.2 : Leviers de décarbonation pour les arts traînans.....	64
	ANNEXE C : Besoin en jauge induit par la transformation des navires	67
	ANNEXE D : Vues longitudinales des six transformations proposées (concept).....	71
	ANNEXE E : Références utilisées pour les intégrations des énergies alternatives.....	72
	ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations.....	73
	ANNEXE G : Mandat du Groupe de travail technique.....	75

I. Introduction

Face au dérèglement climatique, caractérisé par des observations telles que l'acidification des océans, l'extinction massive de milliers d'espèces et le réchauffement atmosphérique entre autres, les différents états et groupements d'états ont proposé des stratégies globales pour contenir ce dérèglement dans l'urgence.

La cause première de ce réchauffement est l'accroissement du taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'air et d'autres gaz à effet de serre (GES) qui piègent la chaleur dans l'atmosphère, contribuant à l'augmentation de sa température. Souvent citée sous le terme « décarbonation », la mise en œuvre de moyens de réduction des émissions de GES est donc primordiale pour contenir le réchauffement le plus possible.

En France, le secteur maritime représenterait 3% du total des émissions carbonées (Citepa, Avril 2023). La pêche étant incluse dans cette part représenterait – en émissions directes – moins de 1% du bilan français. Si cette valeur paraît faible, elle augmenterait considérablement si toutes les autres filières se décarboraient, d'où la dimension intersectorielle de la problématique environnementale.

Dans sa Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), la France étudie le scénario ambitieux d'atteindre la neutralité carbone nette d'ici 2050 pour le secteur du transport maritime (incluant la pêche) et prévoit l'accompagnement de l'évolution des différentes flottes (Ministère de la Transition Ecologique, 2018). Dans ce scénario, une collaboration des acteurs privés de la filière et des institutions est nécessaire pour coordonner les actions de transition écologique des secteurs de la mer.

Par la suite, la Loi Climat et Résilience impose aux secteurs polluants la création de feuilles de route de décarbonation qui seront au centre de la stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) imaginée par l'Etat français (Parlement V^e République, Août 2021). Etablies par le gouvernement et des représentants des filières polluantes, les feuilles de route doivent spécifier les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de baisse d'émissions de GES pour ces filières.

La FdR de la filière maritime déposée en octobre 2023 aux ministres en charge de la mer et des transports par la Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture et le Cluster Maritime Français définit un ensemble de leviers de décarbonation et des scénarios de transition pour la filière. La FdR de la filière pêche y est rattachée mais comporte des spécificités liées à la grande hétérogénéité de la flotte de pêche française et est encore en cours d'élaboration. Ce document s'inscrit dans le cadre de la construction de cette FdR et résulte de la collaboration des acteurs membres du Groupe de Travail (GT) Technique nommé à cet effet.

Les premiers travaux de déclinaison de la feuille de route au segment des navires de pêche ont commencé début 2023. La DGAMPA a désigné Laurent Clavery, pilote du groupe de travail technique de la feuille de route du segment de la flotte de pêche.

Cette désignation a permis au pilote de lancer un travail de concertation et d'analyse avec les entités représentatives de la pêche ainsi que les armateurs. Ce travail s'effectue sur du long terme et a nécessité l'intervention de CT ARCO afin d'obtenir des éléments de sortie permettant d'alimenter la feuille de route d'éléments techniques permettant à la profession et à l'Etat d'identifier les pistes de décarbonation et leurs conséquences sur la jauge, la longueur et l'autonomie des navires.

II. Résumé

Les émissions de GES générées par les activités halieutiques sont essentiellement issues de la propulsion des navires et donc intrinsèquement liées à la flotte. L'ensemble des travaux réalisés par CT ARCO porte en conséquence sur la conversion énergétique de la flotte.

Une première étude des profils énergétiques de différents types de pêche a été réalisée afin d'établir un « bilan énergétique » pour des marées caractéristiques. Cette observation a permis d'identifier des leviers et leurs impacts selon le type de pêche et la longueur du navire entre autres.

Afin de s'affranchir des énergies fossiles, il est envisagé d'utiliser des énergies alternatives. Ces énergies étant toujours moins denses énergétiquement que le diesel ou l'essence et donc nécessitant un plus gros volume pour conserver la même autonomie, leur utilisation impliquerait l'insertion d'un volume dédié au sein du navire. Cette « tranche énergétique » peut être extrudée longitudinalement à partir d'un couple du navire dans le cas d'un rétrofit mais également être accompagnée d'un accroissement du creux et de la largeur du navire si elle est prévue à la construction du navire dans le cas d'un neuvage. Cette hypothèse a été appliquée à la flotte de pêche métropolitaine dans le cadre des trois études décrites ci-après.

Dans un premier temps, une étude statistique de l'ensemble de la flotte métropolitaine a été conduite en vue de dégager une stratégie de décarbonation à l'échelle nationale comportant la définition de sous-segments de flotte et d'estimer la jauge absorbée par l'ajout potentiel d'une tranche énergétique.

Dans un second temps, un travail a été effectué sur le remplissage en carburants alternatifs des propositions faites de navires neufs après intégration d'une « tranche énergétique ». Réalisé via des modélisations en 3D, ce travail offre une première approche des capacités énergétiques intégrables ainsi que leur équivalent en diesel.

Dans une dernière étude, la crédibilité de chaque carburant en tant que mode de propulsion du futur a été confrontée, mettant en avant les avantages et inconvénients de chacun.

III. Etat des lieux de la flottille française

A. Discréétisation par longueur et type d'exploitation

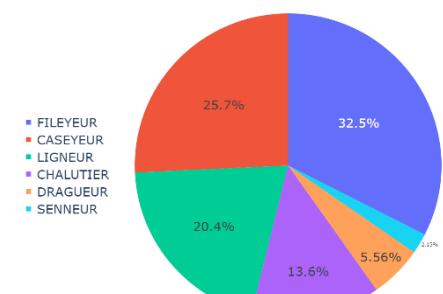
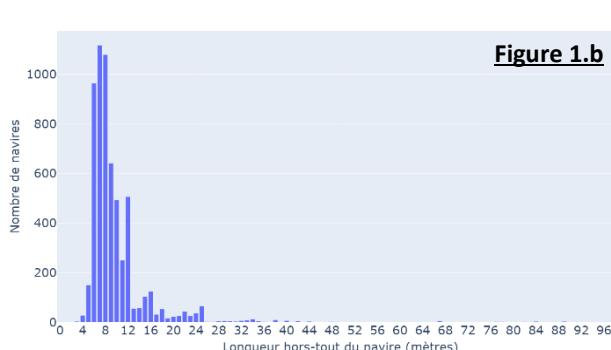


Figure 1. Trois indicateurs témoignant de la diversité de la flotte de pêche française : zone d'exploitation, type d'exploitation et longueur du navire

Légende :

En haut, carte du monde issues du site Global Fishing Watch retraçant les zones exploitées par les pêcheurs sous pavillon français (DOM inclus, COM exclus). Les zones sont coloriées en fonction de l'activité de pêche (vert = faible activité, blanc = forte activité) mesurée par intelligence artificielle à partir des données AIS (Automatic Identification System). Seuls les bateaux tenus ou désireux d'émettre l'AIS sont répertoriés, et ce depuis 2012 (URL de la recherche : [lien](#)).

A gauche et à droite, statistiques de la flotte établies à partir de la base de données « flottille » fournie par la DGAMPA. Les statistiques pour les types de pêche sont établies à partir de l'engin de pêche principal uniquement.

La France compte un important nombre de bateaux de pêche avec près de 6000 navires sous pavillon tricolore qui naviguent et pêchent au moins une fois par an. Forte de cette large flotte et de près de 500 000 tonnes de produits de la mer (PDM), la France se hisse au 3^{ème} rang européen derrière l'Espagne et le Danemark. L'enjeu de décarbonation de celle-ci est donc majeur au niveau européen.

La flotte de pêche française n'est pas seulement importante par sa population mais également par ses types de pêche qui sont très diversifiés. Cette hétérogénéité est marquée par un éventail de navires très large, s'étalant de 3 à 90 m (Figure 1.b) Tous les arts sont pratiqués sans écrasante majorité ni minorité dérisoire (Figure 1.c). Cette grande diversité peut s'expliquer par la dimension inter-océane de cette pêche. En effet, les navires sous pavillons français pêchent sur 3 grandes zones majeures aux climats différents (Figure 1.a). De plus, des petites pêches régionales sont pratiquées sur tout le littoral et dans près de 60 ports. Ces éléments ont pour conséquence, une grande variété de poissons se retrouvant dans les cales des navires de pêche français et une forte diversité de techniques et matériel de pêche.

Le champ d'étude du travail mené dans le cadre du mandat pour la FdR est d'ordre « macroscopique » et il n'a pas été question d'étudier la flotte au cas par cas. C'est pourquoi des segmentations ont été proposées pour traiter les différentes missions du mandat.

Tableau 1. Répartition de la flotte française par division

Métropole & DOM	Division	Taille des bateaux (m)	Nombre	Part de la flottille
	D227	LHT < 12	5200	86.8%
	D226	12 ≤ LHT < 24	609	10.2%
	D228	LHT ≥ 24	178	3.0%
	Toutes	-	5987	100%

Métropole	Division	Taille des bateaux (m)	Nombre	Part de la flottille
	D227	LHT < 12	3326	81.7%
	D226	12 ≤ LHT < 24	573	14.1%
	D228	LHT ≥ 24	172	4.2%
	Toutes	-	4071	100%

DOM	Division	Taille des bateaux (m)	Nombre	Part de la flottille
	D227	LHT < 12	1874	97.8%
	D226	12 ≤ LHT < 24	36	1.9%
	D228	LHT ≥ 24	6	0.3%
	Toutes	-	1916	100%

Il a été convenu de ne pas inclure dans un premier temps les bateaux de la division 228 (navires de plus de 24 mètres) qui représentent 3% de la flotte en termes d'effectifs mais beaucoup plus en termes d'émissions. L'impact de cette division a été jugé comme un sujet à traiter de façon distincte au vu de leur part relative dans la flottille (Tableau 1) et du profil particulier de ces navires aux dimensions largement hors des standards moyens de la flotte de pêche française et se rapprochant davantage des standards de la flotte des navires de commerce. Cette partie de la flotte sera étudiée ultérieurement.

Il a également été convenu d'écartier la flotte de pêche ultra-marine. En effet comme le montre le Tableau 1, la quasi-totalité de la flotte ultra-marine est composée (à 97,8%) de bateaux de moins de 12 mètres. La Figure 2 indique les parts de chacun des types de pêche pratiqués (en effectif) dans la flottille ultra-marine, elle montre que plus de 97% des bateaux pratiquent des arts-dormants.

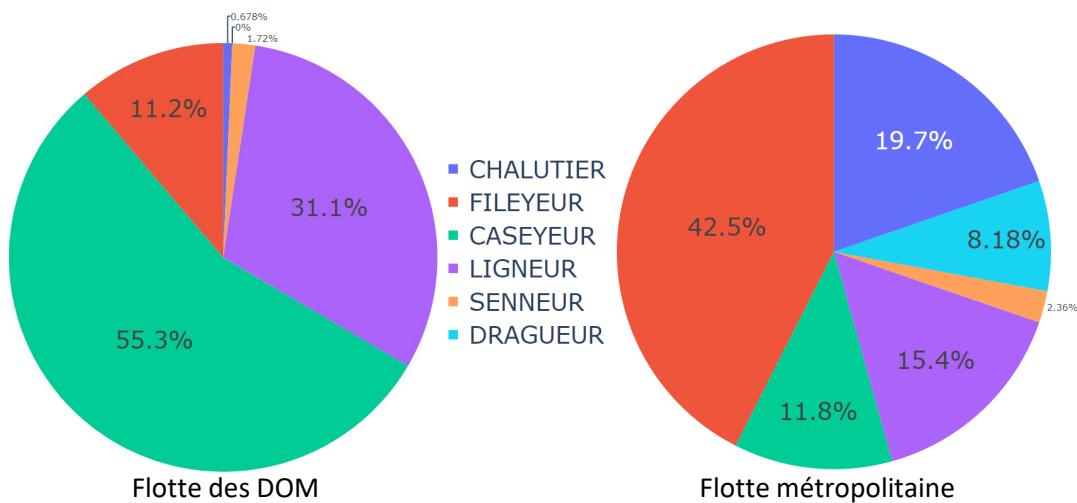


Figure 2. Répartition des navires par type de pêche dans la flotte des outre-mers (à gauche) et dans la flotte métropolitaine (à droite)

Selon le Conseil Economique social et environnemental (CESE) (Conseil économique et Social - République Française, 2007) sur une étude de la pêche en outre-mer, l'essentiel de la pêche serait à des fins d'autoconsommation et rarement commerciale. Ces petites embarcations sont pour la plupart propulsées par des moteurs hors-bords et donc à l'essence or ce travail porte en particulier sur le cas des alternatives au diesel. Ne disposant pas ou peu de moyens de pêche moderne (du moins à la date de l'année 2007 correspondant à l'élaboration de ce rapport), la flotte des DOM a été occultée du spectre de la présente étude.

En effet, de par la diversité des embarcations de pêche ultra-marine et de la dimension artisanale de sa pêche, la flotte d'outre-mer se distingue du reste de la flotte française et rendrait plus difficile l'élaboration de profils de pêche moyens et d'une architecture globale d'un bateau représentatif de toute la flotte. Ainsi, en écartant cette pêche ultra-marine, la

répartition par type de pêche de la flotte considérée dans cette étude est représentée par le graphique circulaire de droite sur la Figure 2.

Les régions ultra-marines s'inscrivent dans un contexte énergétique différent entre elles et différent de la métropole, caractérisé notamment par un mix énergétique majoritairement fossile. Cette considération conforte donc l'idée d'une approche distincte pour la décarbonation de la pêche des départements d'outre-mer.

Finalement, il a également été proposé de regrouper tous les arts-traînants (chalutier, senneur, drageur, ...) et les arts-dormants (fileyeur, caseyeur, ligneur, ...) en deux catégories distinctes afin que la discrétisation par type de pêche se limite à deux principaux groupes.

B. Discrétisation par âge

L'âge de la flotte est aussi une raison de sa grande diversité. Caractérisée souvent comme « vieillissante », la flotte a un âge moyen se situant autour des 32 ans. Les méthodes de pêche et la construction ayant évolué dans l'espace de ces quelques décennies, il n'est pas étonnant de retrouver un panel élargi de bâtiments de pêche. Par exemple, une évolution des tendances concernant les matériaux de construction des carènes est largement constatée (voir Figure 3).

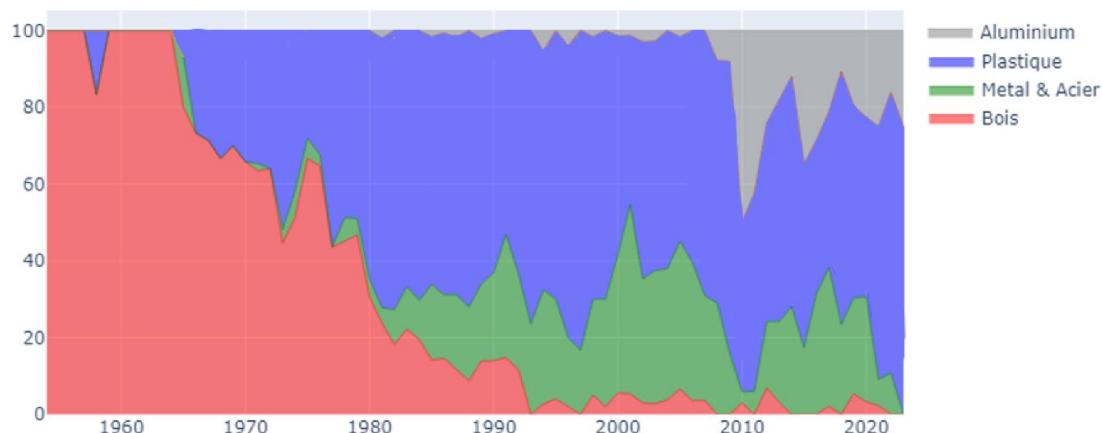


Figure 3 Evolution (en % des constructions annuelles) des matériaux dans la construction de navires de pêche

A partir des bases de données de la flottille, il est possible de créer le graphique de la Figure 4 qui comptabilise le nombre de navire en fonction de leur âge.

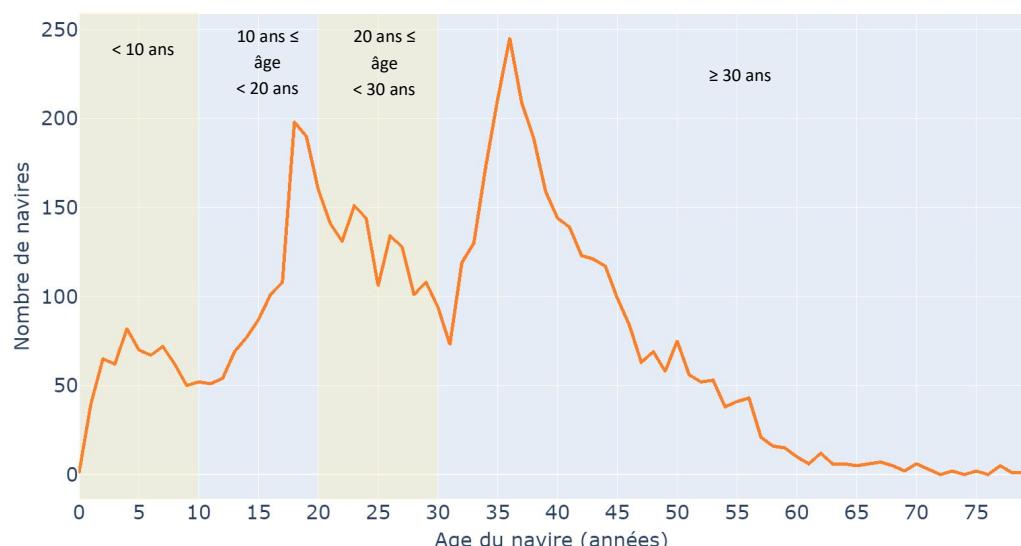


Figure 4 Répartition par âge des navires de pêche français.

Selon ce graphique, 4 segments d'âge majeurs et caractéristiques se dégagent :

- Moins de 10 ans : il s'agit d'une population de navires récents, caractérisée par très peu de constructions nouvelles de nos jours.
- Entre 10 et 20 ans : il s'agit d'une population correspondant aux navires subsistant à la politique de modernisation de la pêche française faisant suite à la réforme de la politique commune de la pêche (PCP). Le dernier pic des navires âgés d'environ 17 ans correspond aux derniers navires subventionnés puis il y a eu une chute nette du nombre de bateaux construits.
- Entre 20 et 30 ans : il s'agit d'une population correspondant à des navires appartenant à la 2^{nde} phase d'essor de la construction
- Plus de 30 ans : il s'agit d'une population de vieux navires correspondant à la pleine croissance de la construction des navires de pêche, comprenant le pic principal de la population à environ 36 ans.

IV. Profils énergétiques et leviers de décarbonation pour divers types de pêche

La fin de la navigation à la voile a signé le début de la navigation carbonée, avec au début la machine à vapeur, et de progrès en progrès, le moteur à explosion qui fournit des quantités d'énergie élevées à bord. Propulsion, appareaux, chauffage et confort à bord sont le fruit de la combustion du carburant (souvent du diesel) par le(s) moteur(s) principal(aux) et/ou un(des) générateur(s). En 2020, la puissance thermique embarquée par la flotte de pêche est estimée à 964 000 kW (donnée Eurostat), cela équivaut à la puissance d'un réacteur nucléaire de première génération, à la différence que l'énergie nucléaire n'émet pas ou très peu de CO₂.

A titre de comparaison du niveau des émissions, en considérant une flotte moyenne de 6000 navires : 964000 kW / 6000 navires -> la puissance moyenne est estimée à 161 kW par navire. Et en considérant 565 000 jours de pêche par an, soit 94 jours par navire, la quantité d'énergie développée par les moteurs est de $161 \times 94 \times 24 = 363\,000$ kWh par navire, soit 2,18 GWh pour la flotte entière. Avec comme valeur de référence 0,090 kg CO₂e/MJ pour la combustion de gasoil marine, les émissions liées aux énergies fossiles s'élèveraient pour la pêche à 0,71 Mt CO₂e. Cette estimation est haute car elle considère une utilisation des moteurs à puissance maximale à 100% du temps. (**Sources** : Facteur émissions MGO : Green Maritime Methanol ; jours de pêche : (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, 2022)). Avec une flotte quasiment exclusivement thermique, le niveau d'émissions carbonées est directement proportionnel à l'énergie consommée par la flotte et au facteur d'émission du carburant. La décarbonation du milieu doit donc passer par une diminution de la consommation énergétique des bateaux et une réduction du facteur d'émission de la flotte. Ces deux grands axes de décarbonation constituent chacun une grande famille de solutions de décarbonation, ou « leviers » qui sont répertoriés dans la Figure 5.

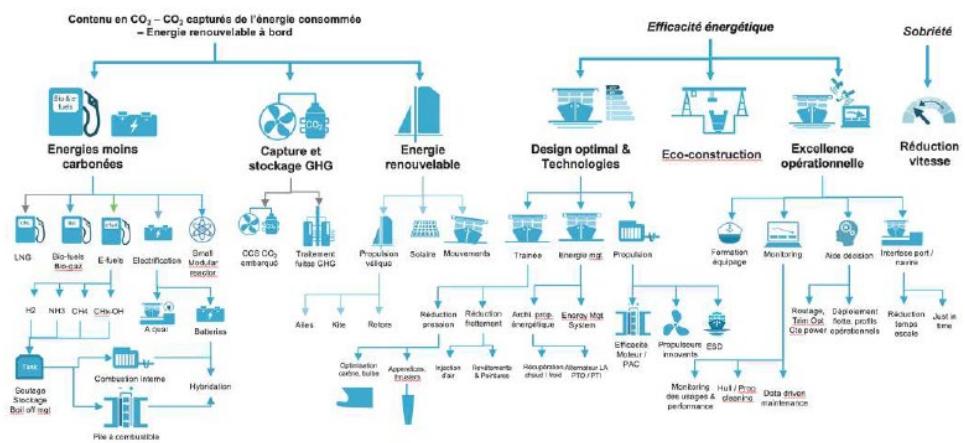


Figure 5. Les principaux leviers de décarbonation du maritime (source MEET2050)

Ce diagramme (Figure 5) repris par la FdR Maritime, décompte un certain nombre de leviers envisageables pour décarboner la filière maritime au global. La FdR « pêche » a pour objectif d'affiner ce panel et de définir les possibilités de leur déploiement, une considération particulière des profils énergétiques propres à la pêche semble alors indispensable.

A. Stratégie de décarbonation par segment d'âge

Dans le scénario de l'étude, aucune solution optimale de décarbonation n'existant, c'est une transition progressive vers une flotte de navires plus « verte » qui est planifiée. Les solutions de décarbonation dépendent du potentiel de rétrofit du navire. La flotte est donc divisée selon un critère d'âge établi suivant les principales familles d'âge répertoriées en amont (Discrétisation par âge). Pour chaque intervalle d'âge, une stratégie est proposée :

- Les navires de moins de 10 ans : Leur potentiel en terme de rétrofit est étudié.
- Les navires entre 10 et 20 ans : Idem sauf particularité empêchant d'envisager un rétrofit.
- Les navires entre 20 et 30 ans : Peu de possibilités de rétrofit sauf particularité ou passage au bio-carburant.
- Les navires de plus de 30 ans : Renouvellement prioritaire, ou passage au bio-carburant.

Finalement, dans le cadre de cette étude, la flotte étudiée est découpée comme présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2. Segmentation de la flotte métropolitaine des moins de 24 mètres selon l'âge des bateaux

Métropole	Tranche d'âge	Arts trainants	Arts dormants	Part de la flotte
	< 10 ans	82	272	9.1%
	10 ans ≤ âge < 20 ans	124	361	12.4%
	20 ans ≤ âge < 30 ans	111	456	14.5%
	≥ 30 ans	784	1709	64%

B. Cadre de l'étude des navires de la flotte métropolitaine des moins de 24 mètres

Avec près de 4000 navires (3899), la flotte métropolitaine pêche essentiellement sur 3 grandes façades maritimes. La grande diversité d'espèces débarquées et de pratiques en jeu décrédibilise l'idée d'un profil énergétique¹ moyen et conforte celle du besoin d'une discréétisation par segment de pêche (caractérisé par un type de pêche et une longueur de navire). Les segments de pêche étudiés doivent représenter une part significative de la flotte.

L'étude se restreignant à la flotte métropolitaine des navires de moins de 24 mètres et se voulant être une approche macroscopique, le travail d'analyse des profils énergétiques est réalisé sur une flotte discrétisée par type d'art pratiqué (traînante ou dormant) et par taille du navire. La caractérisation de tels « profils énergétiques » permet de :

- Mettre en évidence les besoins en énergie en fonction de la phase d'exploitation du navire au cours d'une marée (route, action de pêche, dérive, ...).
- Identifier les phases de la marée les plus énergivores au regard de différents paramètres tels que la vitesse.
- Déterminer la quantité réelle de carburant consommée lors d'une marée type.

C. Méthodologie d'établissement des profils énergétiques

L'établissement des profils énergétiques se fait par un relevé de marée qui s'effectue à bord des bateaux étudiés. L'équipage de pêche effectue une action de pêche type pendant qu'un tiers relève et date les paramètres moteurs et générateur au fil des événements de pêche. Un relevé de puissance des appareaux peut-être effectué si l'équipement le permet. Le coup de pêche est ensuite extrapolé en fonction du nombre de coups pratiqués habituellement sur une marée. Les différentes phases de pêche sont considérées : l'embarque, la route, la recherche, le retour et la débarque sont pris en compte lors de l'exercice. Parmi les paramètres observés parallèlement, il y a la vitesse du bateau, la vitesse de rotation de l'arbre moteur et le débit carburant.

L'auditeur peut-être un membre d'équipage ou un externe dépêché pour cette occasion. Les relevés de données brutes ont été effectués par les bureaux d'architecture navale COPREXMA et CT ARCO.

¹ Le profil énergétique caractérise les appels de puissance par phase de pêche au cours d'une marée pour un bateau ou plus largement pour une pêche particulière. Voir Figure 6.

D. Différences opérationnelle et énergétique marquées entre arts traînants et dormants

Les figures A et B sont deux exemples parmi les différents relevés effectués et retrouvables en ANNEXE A : Profils énergétiques des navires de pêche. Confronter ces deux figures permet de mettre en valeur les différences entre les profils énergétiques d'un bateau pratiquant un art dormant et un bateau pratiquant un art traînant.

Les profils de la Figure 6 A et de la Figure 6 B sont élaborés respectivement à partir des données de consommation d'un fileyeur de 12 m et d'un chalutier de 10 m. Les deux navires sont –comme pour la majorité de la flotte à propulsion thermique et aux équipements de pêche hydrauliques. Les actions de pêches, qui comprennent filage, recherche, virage et chalutage, peuvent être répétées plusieurs fois au cours de la pêche (ici respectivement 2 coups et 3 coups).

Il ne s'agit là que d'un échantillon des profils de marées étudiés dans le cadre de cette étude. Les profils de consommation propres à chaque type de pêche (ligneur, senneur, caseyeur etc.) sont disponibles en ANNEXE A : Profils énergétiques des navires de pêche.

Ces deux profils montrent que l'utilisation des moteurs pour un art traînant est continue et à haut régime durant la quasi-totalité de la marée, où pour un art dormant elle est moindre pendant plusieurs phases (filage, virage). L'exemple d'un fileyeur témoigne d'un bilan énergétique avec des pics importants de puissance car des phases de déplacement à haute vitesse s'alternent avec des phases de pêche à faible vitesse.

Ces bilans énergétiques permettent également de voir la répartition des énergies utilisées à bord durant les phases. Les besoins hydrauliques sont liés aux équipements de pêche principalement et l'énergie électrique répond aux besoins du bord.

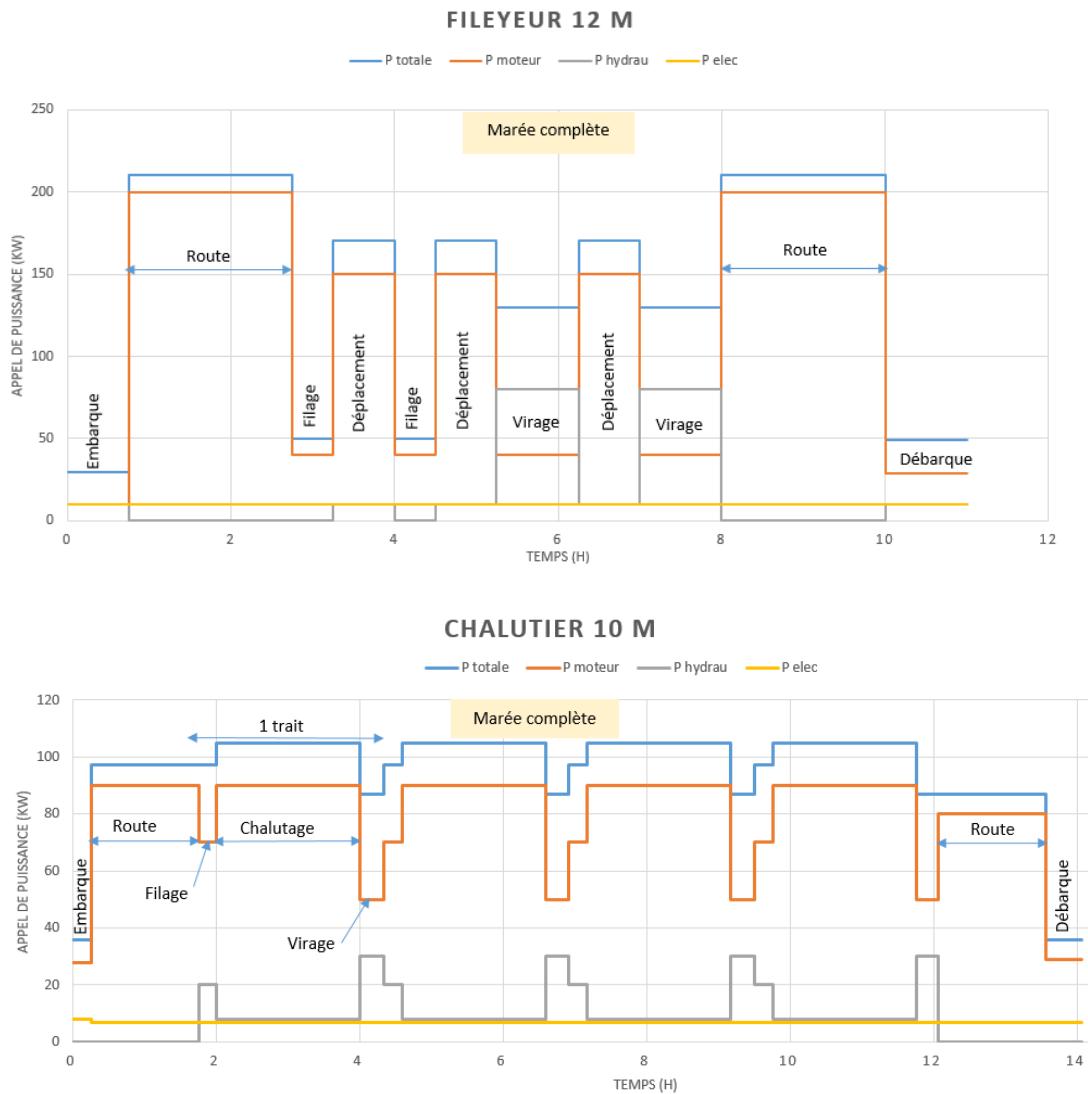


Figure 6 - A. Profil énergétique d'un ligneur de 12 m & B. Profil énergétique d'un chalutier de 10 m

E. Identification de leviers de décarbonation pour la pêche

Parmi les grandes familles de leviers identifiées pour la FdR du maritime, seulement deux ont des particularités pour la pêche : l'efficacité énergétique et les opérations. Les profils énergétiques mettent en avant des phases de pêches énergivores qui peuvent faire l'objet de nouveaux leviers, propres à la pêche et donc non considérés par la FdR du maritime :

- Efficacité énergétique :
 - o Optimisation des apparaux de pêche (réduire la consommation due aux apparaux par une meilleure conception de ceux-ci et une meilleure intégration sur les navires)
 - Optimisation énergétique des treuils et des enrouleurs (des efforts de conception pourraient mener à obtenir plus de travail d'un treuil pour la même énergie primaire apportée).
 - Optimisation de l'échantillonnage de ces apparaux (Une meilleure fourniture des catalogues constructeurs permettrait aux architectes d'intégrer des treuils plus adaptés aux besoins spécifiques d'un bateau et éviterait de la surconsommation à cause d'un treuil plus puissant que nécessaire)
 - Electrification des apparaux (Electrifier les treuils permettrait de bénéficier des rendements favorables de la propulsion électrique et de la réversibilité des machines qui pourraient générer de l'électricité lors du filage des équipements).
 - o Optimisation des équipements de pêche (concerne la diminution d'énergie nécessaire à déplacer les équipements de pêche).
 - Allègement des panneaux (des panneaux plus légers nécessiteraient moins d'énergie à sortir de l'eau, de la même manière que toute masse embarquée génère un travail supplémentaire à fournir par l'appareil propulsif).
 - Réduction de la trainée des chaluts (des chaluts traînant moins diminuerait considérablement l'énergie appelée par le virage des chalutiers)
- Opérations :
 - o Nouvelles techniques de pêche (l'émergence de nouvelles techniques de pêche, plus efficaces, plus proches des côtes et moins énergivores de manière générale permettrait une diminution facile et immédiate de la flotte de pêche)

La famille des leviers liés à l'énergie primaire exploitée à bord du navire et aux infrastructures associées ne présente pas de spécificités liées à la pêche, de même que l'efficacité opérationnelle du navire en transit (hors action de pêche).

V. Stratégie d'intégration des énergies alternatives dans les navires

Tandis que la première famille de leviers se concentre sur la diminution de l'utilisation d'énergie à bord, la deuxième grande famille concerne la diminution des émissions carbonées, soit par l'usage de carburants plus « verts » soit par l'usage d'énergies renouvelables à bord ou la compensation par capture de GES.

A. Caractéristiques principales des énergies alternatives étudiées

Hydrogène ou « H2 »

L'Hydrogène est un élément non carboné, qui mélangé à l'air est hautement explosif. Stockable sous forme gazeuse dans des bonbonnes ou liquide dans des compartiments cryogéniques, il représente une vraie difficulté à l'emploi pour le secteur des transports car très peu dense et donc volumineux.

Ses propriétés explosives et détonantes ont jusqu'ici mené toutes les études de risque à favoriser une installation sur pont. Dans l'hypothèse où son stockage pourrait se faire dans les cales, il faudrait considérer à minima une cloison étanche séparant le compartiment de stockage de la salle des machines de 900 mm et des équipements de détection, de renouvellement de l'atmosphère et d'évacuation de l'hydrogène

Lorsqu'elle est applicable, cette étude considère une cuve cryogénique mais ne considère pas le reste de la chaîne cryogénique (en termes de volume et de masse)

Etat de stockage :

Gazeux à 20°C

Liquide à -253°C

Pression de stockage :

350 bars à 20°C

P_{atm} à -253°C

Point d'éclair²

Pas de point éclair

Pouvoir Calorifique

33.3 kWh/kg

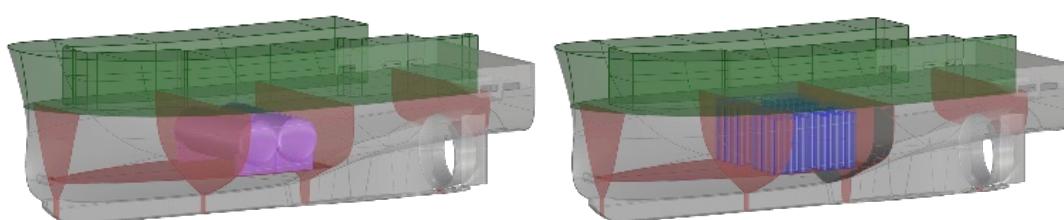
Équivalence diesel

$0,066 L_{Go} / L_{H2}$ en gaz

$0,198 L_{Go} / L_{H2}$ en liquide

Toxicité

Pas de toxicité



² Point d'éclair : Température à partir de laquelle un carburant **liquide** s'évapore suffisamment pour créer un mélange air/vapeur propice à une combustion. Cette valeur est donnée pour des conditions standards en espace clos.

Ammoniac ou « NH₃ »

L'ammoniac est un composé chimique largement utilisé pour la production d'engrais mais ses propriétés physico-chimiques en font un carburant plausible pour remplacer le diesel.

L'ammoniac étant très toxique pour l'homme et pour l'environnement, un caisson étanche doit contenir l'espace dédié au stockage du carburant, et les conduits d'ammoniac doivent posséder une paroi double pour mieux prévenir des fuites.

La chaîne de traitement de l'ammoniac en amont de sa combustion n'est pas intégrée à cette étude tant bien en masse qu'en volume ni en rendement. Une probable baisse de potentiel de remplacement du diesel est à prévoir pour ces raisons.

Etat de stockage :

Liquide à -33°C

Liquide à 20°C et 10 bars

Pression de stockage :

10 bars à 20°C

P_{atm} à -33°C

Point d'éclair

Pas de point éclair

Pouvoir Calorifique

5.3 kWh/kg

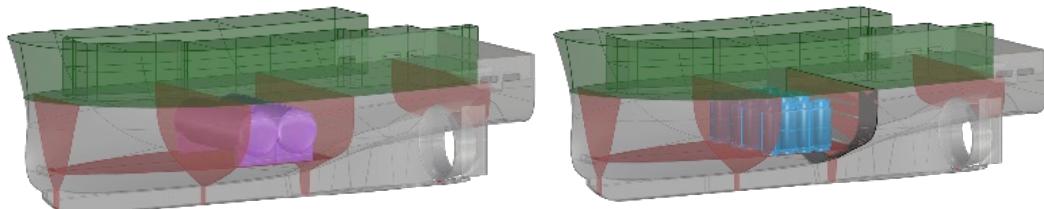
Equivalence diesel

$0,312 L_{Go} / L_{NH_3}$

Toxicité

Inhalation dangereuse à basse concentration.

Gaz corrosif, Irrite les muqueuses. Mortel



Méthanol ou « MeOH »

Le méthanol est un composé de chimie organique qui émet du carbone à la combustion. Il est synthétisable à partir de biomasse ce qui crédibilise son rôle de potentiel futur carburant de la pêche française.

Liquide à température et pression ambiantes, il peut être stocké dans les formes du navire tout comme le diesel ce qui facilite grandement son intégration en leur sein. Cependant il ne présente pas que des avantages.

Le méthanol est très volatile et son point d'éclair très bas en fait un carburant extrêmement inflammable. Un *cofferdam* doit entourer l'espace de stockage de l'ammoniac sauf au niveau du franc-bord en dessous de la ligne de flottaison minimale. De plus des tuyaux doublement étanches doivent être utilisés.

Etat de stockage :

Liquide à 20°C

Pression de stockage :

P_{atm} à 20°C

Point d'éclair

12 °C

Pouvoir Calorifique

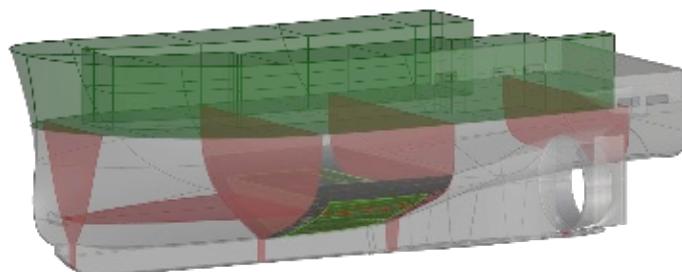
5.6 kWh/kg

Equivalence diesel

$0,443 L_{Go} / L_{MeOH}$

Toxicité

Irritant et brûlant au contact de la peau et des muqueuses. Potentiellement mortel à l'ingestion.



Gaz Naturel Comprimé ou GNC

Le gaz naturel est un mélange de gaz d'hydrocarbures, méthane prépondérant, et de gaz atmosphériques. Il est extrait des roches poreuses où il est piégé depuis sa formation, remontant à plusieurs millions d'années en général. C'est donc une énergie fossile mais elle est souvent considérée moins polluante que les hydrocarbures dérivés du pétrole. Il est toutefois constaté qu'une filière de production française de bio-gaz issue de la fermentation organique (méthanisation) se déploie progressivement.

Stocké sous haute pression ou sous forme liquide grâce à la cryogénie, les réservoirs types sont des bonbonnes ou des cuves cryogéniques. Le gaz naturel est inflammable et doit donc être séparé de la salle des machines d'une cloison étanche et coupe-feu d'au moins 900 mm.

Le gaz naturel peut s'injecter presque directement dans le moteur, la non prise en compte d'une chaîne de transformation du carburant n'est probablement pas très impactant dans ce cas de figure.

Etat de stockage :

Gazeux à 20°C

Liquide à -170°C

Pression de stockage :

200 bars à 20°C

P_{atm} à -170°C

Point d'éclair

Pas de point éclair

Gaz inflammable

Pouvoir Calorifique

13.9 kWh/kg

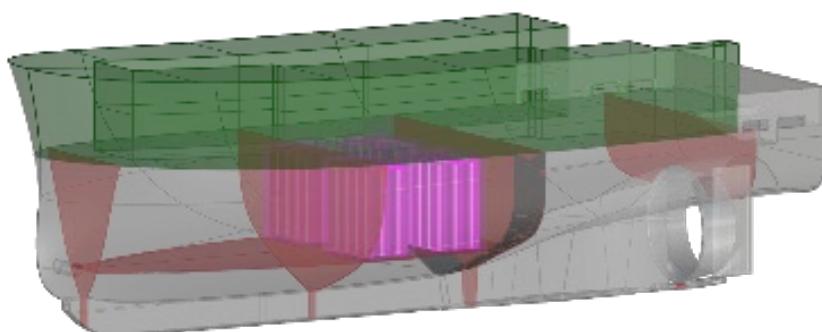
Equivalence diesel

0,208 L_{Go} / L_{GNC} en gaz
@200bar

Toxicité

Non toxique

Gaz à effet de serre
(Méthane)



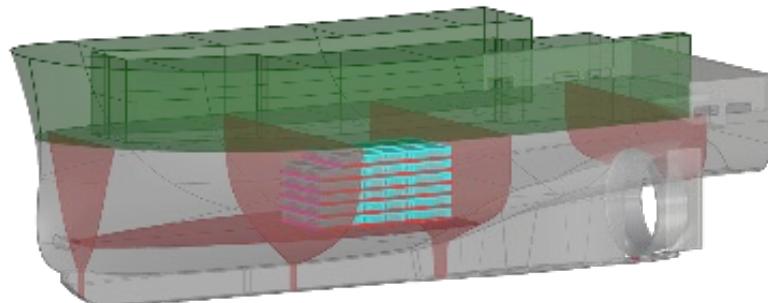
Batteries

Les batteries ou accumulateurs permettent de « stocker » de l'énergie sous forme chimique. Elles sont souvent fabriquées à partir de lithium, un métal semi-précieux qui explique le coût élevé de cette solution.

Les batteries sont stockées en rack sous pont, dans un espace ventilé. La masse et le volume des équipements de protection, transformation et distribution n'ont pas été pris en compte (armoire électrique volumineuse).

C'est un critère de poids qui limite souvent l'emport de batteries car leur masse volumique est élevée. Des risques associés au danger électrique sont à considérer avec les batteries, ainsi que les risques d'emballage thermique qui peuvent entraîner des incendies incontrôlables.

Le modèle électrique est souvent associé à une propulsion thermique en mode hybride auquel cas de la machinerie supplémentaire est à considérer.



Une problématique apparaît rapidement lorsque la possibilité d'utiliser des énergies alternatives est étudiée, car si le diesel est très dense énergétiquement, ce n'est pas le cas pour toutes les énergies alternatives. Comme l'illustre la Figure 7, remplacer le diesel risque d'être un défi de taille à demande d'autonomie constante.

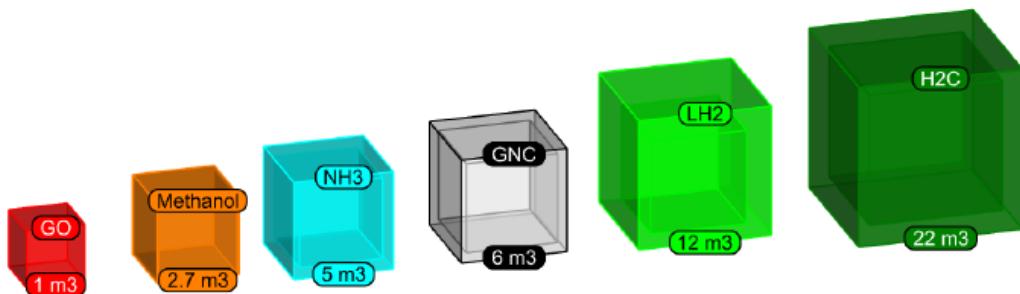


Figure 7. Comparatif de volumes à iso-capacité énergétique avec prise en compte du contenuant

NB : Ces volumes ne prennent pas en compte l'encombrement que représentent les équipements nécessaires au pré-traitement des carburants (pompes, détendeurs, filtres, etc.)

A cela peuvent s'ajouter des contraintes réglementaires et sécuritaires, imposées par la société de classification et la réglementation des Affaires Maritimes. Ces contraintes prennent souvent la forme d'espaces vides étanches, appelés « cofferdams » d'une épaisseur importante relativement à la longueur des bateaux. Ces volumes évidés font diminuer le rapport volume net/volume brut.

Pour rendre possible l'emploi de tels carburants, sans altérer les performances de pêche d'un navire, il est envisagé d'augmenter le volume des bateaux selon une stratégie différente selon si le navire est étudié en neuvage ou en rétrofit :

- En neuvage : Il serait proposé à l'armateur de construire un bateau plus volumineux lors du renouvellement d'un vieux navire, les dimensions de creux, de largeur et de longueur seraient impactées. Les capacités de pêche seraient inchangées, le volume ainsi gagné serait exclusivement dédié à l'accueil d'une solution énergétique alternative.
- En rétrofit : Un bateau existant serait jumboisé dans la longueur pour adjoindre une section de carène dans laquelle une solution décarbonnée pourrait être accueillie. La taille de la tranche correspondrait à l'augmentation de longueur du rétrofit, mais les autres longueurs caractéristiques ne sont pas impliquées.

Ce volume ajouté, dans lequel sera exclusivement intégrée l'énergie alternative, sera qualifié de tranche énergétique dans la suite de l'étude présentée ici.

B. Ajout d'un volume technologique dédié

1. Objectif de l'étude

La stratégie de transformation des bateaux a pour objectif de permettre l'emploi de carburants plus « verts ». Cela s'appliquerait, comme identifié en IV.A, à des navires récents (-de 20 ans) en vue d'un rétrofit, ou au neuvage lors d'un renouvellement de flotte.

Dans l'étude, le calcul du volume ajouté par la transformation est effectué pour une construction initiale, c'est-à-dire qu'il tient compte d'une évolution de creux et de largeur en plus de l'accroissement de longueur. Les valeurs issues de ce calcul ont été appliquées au neuvage mais aussi au rétrofit, pour des raisons de temps d'étude. Dans le cas d'un rétrofit, cela implique donc une surestimation de la capacité de carburant dans la tranche énergétique car elle serait moins volumineuse dans la réalité.

L'étude qui suit consiste en l'intégration de volumes de ces énergies alternatives dans des modèles 3D. Procéder ainsi permet de prendre en compte des facteurs limitants tels que les formes de la carène ou la réglementation. Les modèles utilisés sont issus de projets menés par CT ARCO pour la pêche et dont les formes ont été retravaillées pour atteindre les dimensions de références proposées dans la stratégie d'allongement des navires. Ces modèles sont un avant-projet arts-trainant de 12 mètres utilisé ici pour les transformations 8,5-10 m, 10-12 m et 12-15 m et un chalutier polyvalent de 15 mètres utilisé ici pour les transformations 15-18,5 m, 16-20,5 m et 20,5-24 m.

L'utilisation de seulement deux modèles n'est pas un cas idéal de représentativité de la flotte. En effet, les projets dont sont issus les modèles de références sont modernes par rapport à l'âge moyen de la flotte, et de deuxièmement, ces modèles sont tous deux adaptés à des arts-trainants alors que la majorité de la flotte concerne des arts dormants. Encore une fois, une étude plus poussée à l'échelle du cas par cas permettrait de fournir des valeurs précises à cette question. Il faut toutefois rappeler que l'idée pour ce travail est d'avoir un ordre de grandeur et ne nécessite pas – à ce stade – plus de détail.

Les énergies qui feront l'objet d'une étude en tant que source d'énergie du futur pour la flotte de pêche seront présentées plus en détail dans la sous-partie suivante, en voici néanmoins la liste : Biocarburant (Biodiesel), Hydrogène (comprimé gazeux et liquide cryogénique), Méthanol, Electricité (batteries), Ammoniac (comprimé liquide), Gaz Naturel (comprimé gazeux).

2. Hypothèses d'entrée et grandeurs caractéristiques des intégrations énergétiques

2.1. Hypothèses d'entrée des intégrations

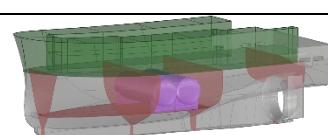
Pour les carburants liquides à température ambiante et pression atmosphérique l'utilisation de réservoirs structurels est favorisée car ils ont le meilleur rapport volume net/volume brut. Pour des carburants à point éclair bas (méthanol), ces réservoirs sont limitrophes au bordé et délimités par des cofferdams pour toutes les autres parois (cf. (BUREAU VERITAS) NR 670).

Pour les carburants gazeux ou liquides cryogéniques, des bonbonnes de gaz ou des cuves de référence sont utilisées. Ces éléments sont intégrés (ainsi que leur support) dans le volume de la tranche, jusqu'à dépassement du bordé ou du pont principal. Pour les gaz inflammables et/ou explosifs (hydrogène, gaz naturel), une cloison de 900 mm a été considérée entre la « tranche énergétique » et la salle des machines conformément à la réglementation (cf. (BUREAU VERITAS) NR 529). Il a par ailleurs été considéré que les carburants cryogéniques (hydrogène liquide, ammoniac) seraient contenus dans des réservoirs de « type C » afin de s'affranchir d'autres contraintes relatives au soutage de ceux-ci comme prévu dans la réglementation (cf. (BUREAU VERITAS) NR 529, NR 678).

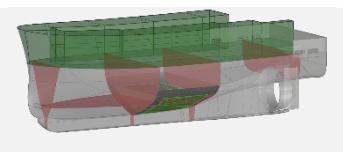
A l'instar des gaz et des liquides cryogéniques, la quantité d'énergie électrique est déterminée par le remplissage du volume de la tranche avec un modèle de batterie de référence. Toutes les références utilisées pour le calcul et l'intégration dans les maquettes 3D sont disponibles en ANNEXE E : Références utilisées pour les intégrations des énergies alternatives. Le Tableau 3 illustre l'intégration de chacune des références choisies dans cette étude.

Tableau 3 - Six références pour la tranche énergétique de la transformation de 16 à 20 mètres.

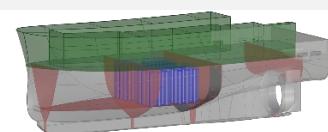
Intégration de cuves cryogéniques pour stocker des gaz à pression atmosphérique, sert dans les calculs des capacités d'hydrogène et d'ammoniac.



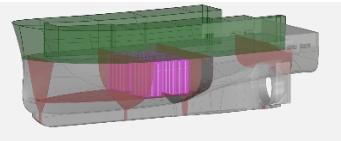
Intégration d'un réservoir structurel, utilisé pour le calcul des capacités de méthanol, diesel et biodiesel. Nécessite que le stockage se fasse à pression et température ambiante.



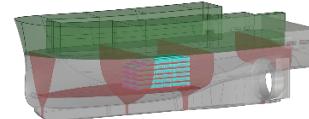
Racks de bonbonnes très haute pression pour le stockage de l'hydrogène. Bonbonnes placées en racks quand la taille de la tranche énergétique le permet.



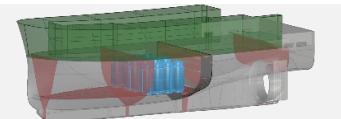
Racks de bonbonnes haute pression, équivalentes aux bonbonnes très haute pression mais pour le stockage du gaz naturel et biogaz.



Intégration de batteries certifiées pour applications marines. Technologie lithium-ion permettant l'allègement des batteries.



Intégration de bonbonnes moyenne pression pour le stockage de l'ammoniac liquide sous pression. Pour le calcul des capacités, seul le meilleur résultat entre cette solution et la cuve cryogénique est gardé.



L'utilisation de références est un moyen de faciliter l'étude mais il n'est pas exclu que ces intégrations puissent obtenir un meilleur rapport $V_{carburant} / V_{disponible}$ en utilisant des références plus appropriées au cas de chaque navire. Le choix d'utiliser des références uniques (ou double pour l'ammoniac) a été guidé par l'approche « macroscopique » et non exhaustive de ce travail. Les références ont malgré tout été choisies dans un raisonnement d'optimisation de l'espace (hauteur des bonbonnes, formes prismatiques) et de conditions d'exploitation (pression des bonbonnes, batteries marines).

Un critère de stabilité a été appliqué aux navires ainsi chargés de nouvelles énergies. A partir des masses connues de structures et d'éléments installés sur les navires évalués depuis les devis de poids des bateaux de référence, il a été possible d'estimer un devis des masses pour différentes hypothèses de « tranche énergétique ». De ces devis de poids et avec les plans de formes des navires, des calculs d'hydrostatique ont été effectués via le logiciel MaatHYDRO (CIRCE) et montrent que les navires testés passent le critère de franc-bord (franc-bord ≥ 400 mm) dans les différents cas de chargement réglementaires (voir division 211 des Affaires Maritimes).

Une étude plus poussée sur le déplacement, l'hydrostatique et l'hydrodynamique des navires transformés permettrait de déterminer si l'enfoncement des navires chargés en énergies alternatives et la traînée induite par cet enfoncement viendreraient à contrecarrer les gains d'efficacité énergétique dus à l'augmentation de finesse et les réductions d'intensité carbone engendrés par l'emploi de ces énergies plus « vertes ». De plus, une augmentation de traînée entraînerait dans certains cas une révision de la puissance propulsive à la hausse, or une hausse de puissance induit nécessairement une hausse d'émission.

2.2. *Grandeurs caractéristiques des intégrations*

Les résultats sont présentés en ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations. Le Tableau 4 offre une grille de lecture pour comprendre les grandeurs caractéristiques répertoriées et leur subtilité.

Tableau 4. Tableau de synthèse des grandeurs caractéristiques de l'intégration des énergies décarbonées dans la tranche

EVOLUTION DE 8.5M A 10M								
VARIATIONS GEOMETRIQUES				Besoin Jauge UMS	Augmentation Jauge %	Augmentation L/B %	Augmentation Finesse %	
Capas sans tranche				Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)				
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L	
x	x	x	x	x	x	x	x	
Coût (euros)								
x	x	x	x	x	x	x	x	x
EQUIVALENCE / GASOIL Litres								
x	x	x	x	x	x	x	x	x
REJET DE CO2 kg/L (Kg/kWh pour les batteries)								
x	x	x	x	x	x	x	x	x

Besoin Jauge UMS : C'est l'apport de jauge induit par l'ajout de la tranche, les valeurs de besoins de jauge ont été déterminées dans la partie D. Bien que nommée « besoin en UMS » au vu de la perspective d'évolution de la réglementation dans laquelle s'inscrit ce travail, cette valeur correspond bien à un ajout de jauge du bateau initial vers le bateau transformé et non au besoin total en UMS du navire transformé.

Augmentation Jauge % : Rapport entre la jauge totale du bateau initial et la jauge totale du bateau transformé. Cette augmentation ne concerne pas la jauge nette et ne signifie donc pas que la cale à poisson sera augmentée. Ce rapport ne prend pas en compte les éventuelles erreurs sur la jauge initiale, la jauge devra donc être réévaluée.

Augmentation Finesse % : Analogue à Augmentation Jauge %. La finesse est le rapport de la longueur à la flottaison par la racine cubique du déplacement. A cause des limitations portées à la longueur des navires de pêche et des souhaits de polyvalence de ceux-ci, ces derniers ont eu tendance à « s'alourdir » (augmentation du déplacement à longueur fixe, formes plus « génératrices »), une augmentation de finesse est bénéfique pour limiter la résistance à l'avancement.

Augmentation L/B % : Rapport entre la longueur du navire et sa largeur. Cette grandeur permet de caractériser l'affinement du navire transformé par rapport au navire avec ses dimensions initiales.

Capas sans tranche : Volume des caisses de gasoil présentes dans le bateau initial, en fonction de la solution, une partie ou la totalité de ces capacités pourront accueillir une énergie alternative. Ces valeurs sont des moyennes et se veulent représentatives des capacités de

carburant actuelles pour des bateaux d'un art donné et d'une longueur donnée. Ces valeurs sont établies par une enquête statistique :

- Pour les bateaux de plus de 12 m : à partir de projets, d'archives et d'expériences de stabilité, offrant un panel d'environ 30 navires de toutes tailles, tous âges et de tous types de pêche.
- Pour les bateaux de moins de 12 m : Une consolidation des données d'ARCO est apportée par la DGAMPA via la base de données GINA.

Cette donnée est la capacité maximale moyenne certifiée dans le dossier de stabilité mais n'est pas nécessairement représentative de ce qu'emportent réellement les marins-pêcheurs lors d'une marée. Comme le laissent apercevoir les relevés de consommation effectuées pour l'établissement des profils énergétiques, la consommation moyenne se situerait entre 75% et 90% des capacités installées. Cela implique une surestimation du volume nécessaire en énergie alternative pour obtenir la même autonomie en conditions standards d'exploitation.

Capas dans la tranche : Volume localisé dans la tranche, dédié aux carburants alternatifs.

Coût : Prix d'un plein (recharge pour les batteries), les prix sont basés sur des données diffusées par ArgusMedia (prix relevés le 6 août 2024) et ne tiennent compte d aucun scénario potentiel d'évolution du marché de l'énergie. Cette hypothèse introduit certainement des erreurs en raison de la haute plausibilité de l'évolution des prix des énergies alternatives avec les économies d'échelle, les concurrences sectorielles, prix de l'énergie primaire etc... Ce facteur de coût ne rend pas compte des prix initiaux des installations (exemple : prix des batteries non inclus).

Equivalence gasoil : quantité de gasoil nécessaire pour fournir le même travail à l'arbre moteur avec un appareil propulsif standard fonctionnant au gasoil que ce que permet de fournir le volume d'énergie alternative avec un moteur adapté.

Le facteur d'équivalence gasoil se calcule de la manière suivante :

$$EQ_{GO} = \frac{\eta_{tank-to-propeller-x}*PC_x}{\eta_{tank-to-propeller-GO}*PC_{GO}}$$

Pour les batteries, ne possédant pas de pouvoir calorifique, l'équivalence en litres de gasoil correspond à l'énergie électrique « stockée » dans la batterie ramenée à l'énergie mécanique en fin de chaîne produite par la combustion d'un litre de gasoil.

Le Tableau 5 présente le calcul des différents équivalents gasoils utilisés dans cette étude.

Tableau 5. Equivalences gasoil détaillées pour les carburants envisagés

Energie alternative	$\eta_{tank-to-prop-x}$	PC_x (kWh/L)	EQ_{GO}
Gasoil	0.42	10.4	1
B30	0.42	9.3	0.894
MeOH	0.44	4.4	0.443
NH3	0.42*0.9	3.6	0.312
GNC @20 MPa	0.42*0.8	2.7	0.208
H2C @35 MPa	0.4*0.9	0.8	0.0660
H2L	0.4*0.9	2.4	0.198
Batteries	0.95*0.9	/	0.196 (L/kWh)

Dans l'optique d'obtenir des résultats rapidement et sans considérations plus poussées telles que les conceptions de différents types de chaînes d'énergies pour chaque énergie alternative, les rendements exprimés dans la table ci-dessus sont proches de ceux d'un moteur à combustion interne. Dans la réalité, des baisses de rendement sont probables pour les carburants nécessitant des opérations avant une possible combustion. Pour les mêmes raisons, les architectures comprenant des piles à combustibles n'ont pas été considérées. Ces rendements sont donc à manipuler en conservant à l'esprit les hypothèses faites.

Rejet de CO₂ : Quantité (en Kg) de CO₂ équivalent de GES émis dans l'air pour l'équivalent d'un kWh d'énergie chimique. Les GES pris en compte ainsi que leur pouvoir réchauffant à 100 ans (GWP_{100}) sont ceux répertoriés - ainsi que leur valeur de référence - dans le rapport SECTEN (Citepa, Avril 2023) et par extension dans le 6^{ème} rapport du GIEC.

Comme pour le cas des coûts des énergies, il est important de noter que les facteurs d'émissions ici renseignés sont valables pour le cycle de vie des carburants, mais pas des installations. Typiquement pour le cas de l'électricité, l'essentiel de l'impact environnemental est lié à la fabrication des batteries, et donc non pris en compte ici en l'occurrence.

3. Résultats des intégrations énergétiques

Les résultats du travail d'intégration de capacités en carburant alternatif dans les tranches technologiques sont présents en intégralité en ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations. Des exemples, un pour un art-trainant et un autre pour un art-dormant, sont donnés ci-dessous.

Exemple de transformation : Art-trainant de 16 m vers 20,5 m

Le navire de pêche de référence (un chalutier polyvalent de 15 mètres) est retravaillé pour correspondre aux dimensions L,C,B prévues dans les tableaux en ANNEXE D : Vues longitudinales des six transformations proposées (concept), pour la transformation de 16 à 20,5 m. Le tableau pour cette transformation est donné ci-dessous :

Tableau 6 - Exemple intégration : Table des dimensions du bateau avant et après transformation

AVANT TRANSFORMATION						APRES TRANSFORMATION					
Jauge(UMS)	L(m)	B(m)	C(m)	L/B	Finesse	Jauge(UMS)	L(m)	B(m)	C(m)	L/B	Finesse
96,4	16	7,2	3,5	2,222	2,16577	132,5	20,5	7,2	3,5	2,85	2,55

Le navire ainsi obtenu (aux dimensions « Avant Transformation » (colonne 1)) est copié puis modifié pour atteindre les grandeurs « Après transformation » (colonne 2). Le bateau transformé est supposé être exploité à la même puissance qu'avant sa transformation. Un aperçu des formes est donné ci-dessous pour le navire avant et après transformation.

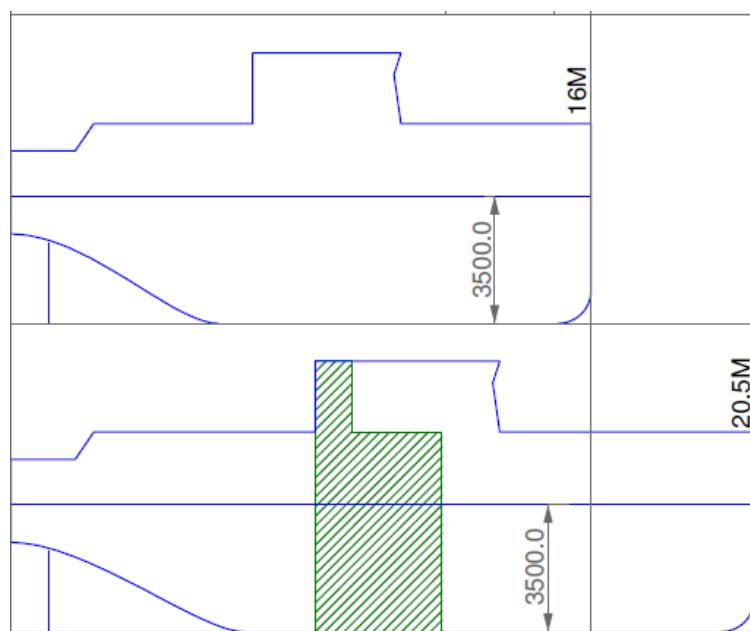


Figure 8 – Exemple d'intégration : Vues longitudinales d'un bateau avant transformation (en haut) et après transformation (en bas).

Un cloisonnement permet de positionner les limites de la tranche énergétique. Seule la partie sous pont de la tranche est considérée comme pouvant accueillir des capacités de combustibles alternatifs. Ainsi, le volume disponible pour l'installation de la capacité est le volume sous-pont, entre la salle des machines et la cale à poissons. L'espace sous plancher n'est considéré que dans le cas de réservoirs structurels.

Un calcul de stabilité à partir des formes et une estimation de la position des masses permet de fixer une limite massique pour l'emport en carburant dans la tranche. Les valeurs finales et retrouvables en ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations, sont issues des calculs présentés dans la table suivante.

Rappel : les volumes calculés ne concernent que l'emport de carburant et leur contenant, éventuellement un cofferdam ou une cloison. La prise en compte des appareils nécessaires au prétraitement du carburant n'est pas faite. Il est considéré que le volume et la masse de l'ensemble propulsif d'un bateau transformé sont équivalents à l'ensemble propulsif au diesel avant transformation. De plus il est supposé que l'intégration de l'hydrogène est faite sous-pont bien que ce carburant est quasi systématiquement contraint à être disposé à l'air libre sur le pont.

Tableau 7 - Exemple intégration : Table de calcul des volumes embarqués

Référence ou type de capacité	Carburant concerné	Masse (maximum = 14 tonnes)	Nombre d'éléments	Nature du facteur limitant	Volume emporté	Volume en équivalent gasoil
Cuves cryogéniques	Hydrogène	$(3t_{vide} + 0.5t_{H_2}) * 2 = 7t$	2	Encombrement	$2 * 5981 l = 11962 l$	$11962 * 0.198 = 2368 l$ GO
Cuves cryogéniques	Ammoniac	$(3t_{vide} + 4t_{NH_3}) * 2 = 14t$	2	Encombrement et stabilité	$2 * 5981 l = 11962 l$	$11962 * 0.312 = 3732 l$ GO
Bonbonnes moyenne pression	Ammoniac	$(0.4t_{NH_3} + 0.45t_{vide}) * 16 = 13.6t$	16	Encombrement et stabilité	$16 * \frac{400Kg}{\rho_{NH_3}} = 10543 l$	$10543 * 0.312 = 3289 l$ GO
Réervoir structurel	Méthanol	$14t_{limite}$	1	Stabilité	$\frac{14t_{limite}}{\rho_{MeOH}} * 0.85\eta_{brut}^{net} = 15082 l$	$15082 * 0.443 = 6681 l$ GO
Bonbonnes très haute pression	Hydrogène	$4 * (12 * (95Kg_{vide} + 4.9Kg_{H_2}) + 549Kg_{rack}) = 7t$	48	Encombrement	$4 * 12 * \frac{4.9kg_{H_2}}{\rho_{H_2}} = 9840 l$	$9840 * 0.066 = 649 l$ GO
Bonbonnes haute pression (rack inclus)	GNC	$4 * (3t_{vide} + 0.48t_{GNC}) = 13.92t$	4	Encombrement et stabilité	$4 * \frac{0.48t_{GNC}}{\rho_{GNC}} = 11107 l$	$11107 * 0.208 = 2310 l$ GO
Batteries	-	$70 * 0.2t_{batterie} = 14t$	70	Stabilité	-	$70 * 19.2 * 0.196 = 263 l$ GO

Les images correspondant à l'intégration de ces volumes sont celles présentées dans le Tableau 3.

C. Analyse de l'intégration des énergies alternatives

Dans cette dernière partie, un regard critique est apporté sur les différentes énergies alternatives. En se basant sur les résultats des intégrations précédemment étudiées, une approche qualitative est faite pour chaque carburant à chaque segment de flotte identifié. Plus précisément, est étudiée la capacité d'une intégration à propulser son segment à iso-autonomie par rapport à une propulsion gasoil classique.

Le problème ne présentant pas de solution évidente (dans cette partie, le terme « solution » renvoie à l'intégration d'un type de carburant alternatif pour un segment), il a été décidé de procéder par classement des solutions selon deux critères, l'un renvoyant à la performance écologique et le second renvoyant à la performance opérationnelle. Cette méthode de classement permet une approche objective mais il faut préciser que les résultats dépendent beaucoup de la méthode de calcul des critères. L'approche finalement retenue présente 2 critères qui sont issus de 3 valeurs, il y a donc un critère à deux variables (voir §2).

Les données d'entrée pour le calcul des critères prennent leurs valeurs dans des sources diverses de recherche quand elles ne sont pas référencées sur la Base Empreinte® de l'Ademe (ADEME, 2022).

Les tables ayant servi pour le calcul de ces critères sont présentes en ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations.

1. Caractérisation de l'enjeu environnemental

L'enjeu environnemental représente la capacité d'une solution à décarboner efficacement. Il est mesuré à partir du facteur d'émissions du carburant de la solution étudiée et se présente comme le rapport dudit facteur d'émissions par le facteur d'émissions du gasoil marin. Pour les carburants présentant plusieurs facteurs d'émissions (gris, vert, bleu) l'option verte a systématiquement été choisie bien qu'elle représente pour le moment moins de 1% de la production de ces alternatives.

Pour rappel, ces couleurs font référence au mode de production des vecteurs énergétiques de synthèse et renvoie surtout à la méthode de production de l'hydrogène utilisé dans le procédé (H2OH24.com, 2020). La présente étude comprend le gris, le vert et le bleu, respectivement issus de combustibles fossiles (haut niveau d'émissions), d'énergie renouvelable (émissions « nulles ») et de combustibles fossiles avec captage du carbone et enfouissement sous-terrain (émissions nulles par définition, du moins en théorie).

2. Caractérisation de l'enjeu opérationnel

L'enjeu opérationnel représente la capacité d'une solution à ne pas changer les performances du bateau initialement propulsé au gasoil. Cet indicateur est calculé sur la base du rapport entre l'équivalent diesel d'un plein de la solution décarbonée dans la tranche énergétique et un plein classique pour une capacité de diesel correspondant à la taille du bateau étudié.

Pour le cas des rapports de facteurs d'émissions, pour les mêmes raisons que dans le cas de la partie 2.2 du V.B, les énergies sont exprimées au stade primaire, c'est-à-dire au stade d'énergie chimique. L'introduction de rendements pourrait mener à une évolution des différents critères d'évaluation dans cette partie.

3. Confrontation des intégrations énergétiques face aux enjeux environnemental et opérationnel

Une fois les critères calculés pour chaque carburant alternatif et pour chaque transformation proposée, chaque solution est posée sur le graphique de la Figure 9. L'axe des abscisses porte le critère environnemental tandis que l'axe des ordonnées représente le critère opérationnel.

Le diesel étant le carburant de référence, il se trouve en (0 ; 1) pour les deux graphiques. Les carburants se situant à droite du diesel émettent moins de CO₂ par kWh (ou par unité d'énergie de manière générale) tandis que ceux situés en-dessous ont une moindre performance opérationnelle. Lorsque la valeur du critère environnemental est égale à 1 ou plus, cela signifie qu'elle est neutre d'émissions (bilan net) voire qu'elle capte du CO₂ (par exemple dans les hypothèses les plus optimistes pour le biogaz, cette hypothèse n'est pas présentée dans les tables car l'incertitude reste très forte).

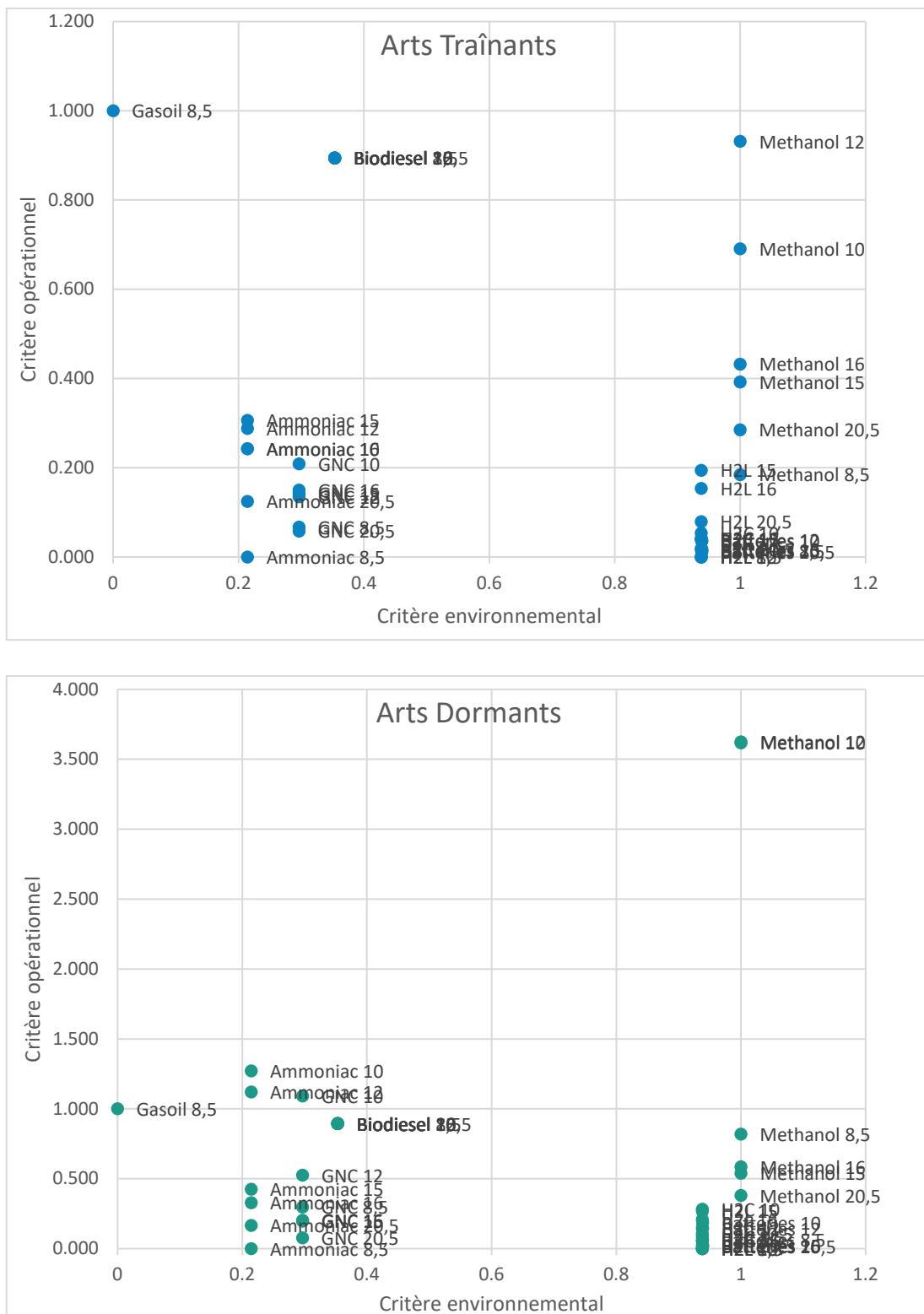


Figure 9. Evaluation multicritère des solutions de décarbonation pour les arts traînants (en haut) et les arts dormants (en bas).

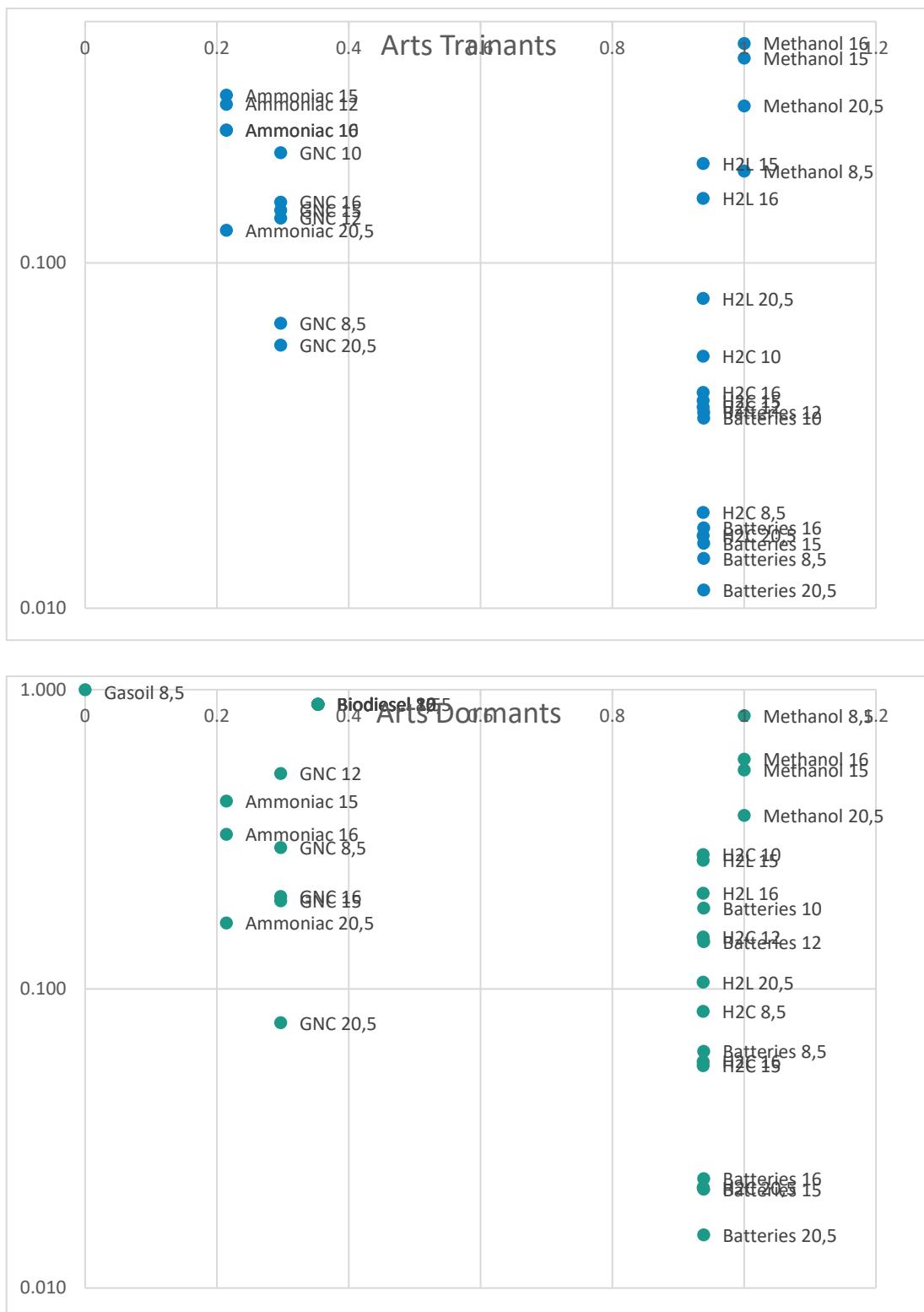


Figure 10 bis. Evaluation multicritère des solutions de décarbonation pour les arts traînants (en haut) et les arts dormants (en bas). (Axe des ordonnées logarithmique réduit)

D. Identification du besoin en UMS

1. Objectif de l'étude

A l'heure actuelle, un volume fermé sous pont est considéré comme la capacité de pêche et par conséquent, les autorités empêcheraient une telle transformation sans apport de jauge. La finalité de cette étude est d'apporter des chiffres pour justifier d'un besoin de déblocage de jauge non dédiée à la capacité de pêche ou « d'assouplissement » de la réglementation.

Les transformations étudiées doivent être vues comme une proposition systématique d'agrandissement faite à l'armateur en phase d'avant-projet afin d'intégrer une énergie alternative tout en conservant la capacité commerciale souhaitée du navire.

2. Définition des tailles des navires références pour l'intégration d'une tranche énergétique

En vue d'estimer la jauge que représenterait l'ajout d'une telle tranche énergétique à l'échelle de la flotte, une série de propositions a été imaginée sur 6 tailles de navires entre 8 m et 24 m. Le choix de ces tailles n'est pas arbitraire puisqu'il se base sur des tailles correspondant aux longueurs « seuils » employées dans la réglementation ou dans la régulation des pêches de certaines espèces et aux dimensions communes des navires de pêche actuels. Les dimensions modifiées sont aussi choisies de manière réaliste dans le but que le navire allongé puisse être sensiblement exploité avec la même puissance et la même capacité de pêche que celui de taille initiale. La conservation de l'autonomie entre le navire initial et le navire transformé est recherchée mais n'est pas confirmée pour chacune des transformations. Les évolutions retenues pour l'étude sont présentées en Figure 11.

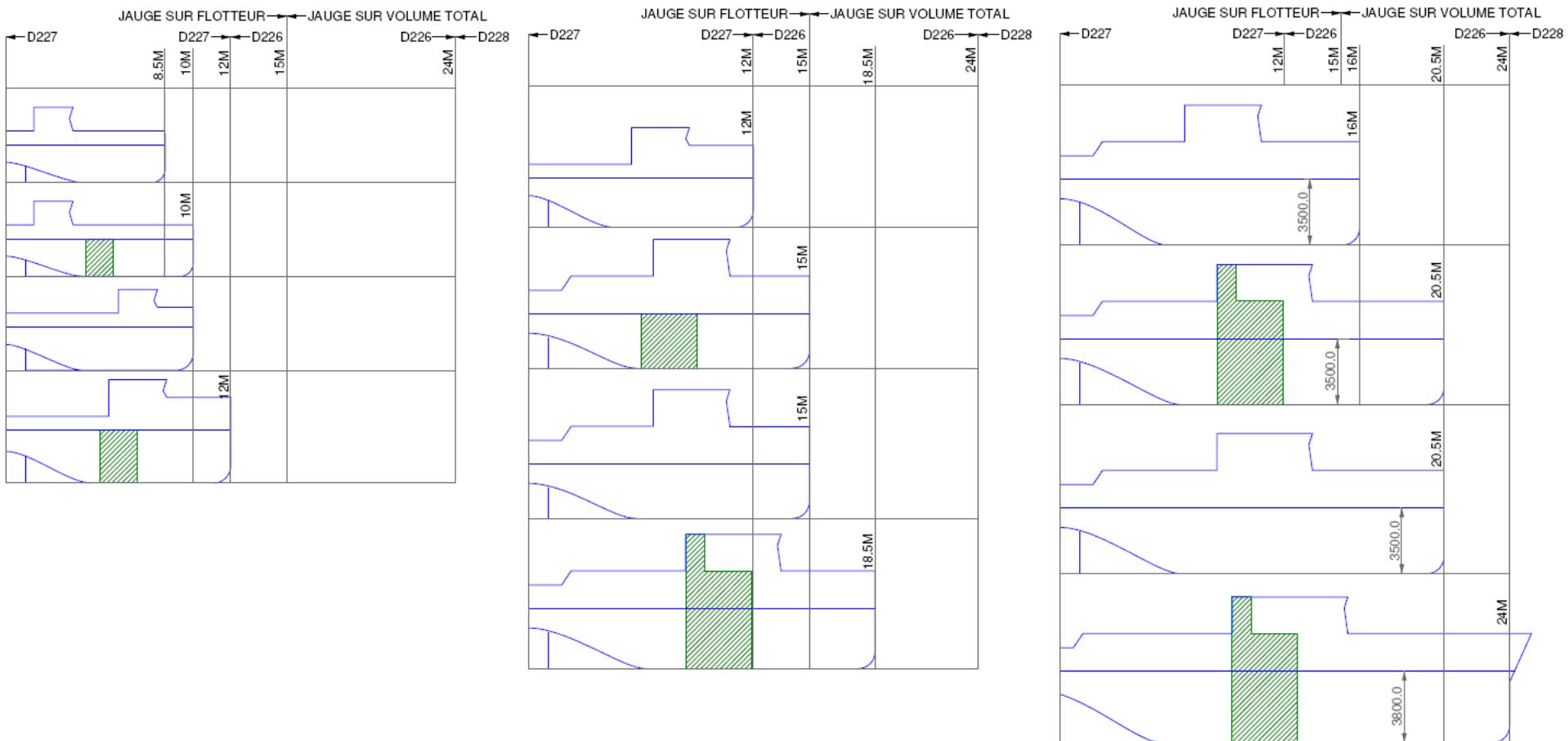


Figure 11. Evolutions caractéristiques des navires proposées en vue d'accueillir une "tranche énergétique" (en vert)

3. Evolutions de jauge associées à l'intégration d'un volume technologique

Le Tableau 8 est un tableau récapitulatif des dimensions des maquettes utilisées comme modèles d'études, ainsi que du gain de jauge découlant de leur modification.

Le gain de jauge associé à la transformation des bateaux « types » proposés en Figure 11 est déduit soit par un calcul simple à partir des dimensions caractéristiques du navire (pour le cas des navires de moins de 15 mètres), soit par un calcul impliquant la mesure des volumes de carène. Dans le deuxième cas de figure, le calcul a été effectué à partir des volumes mesurés sur les maquettes 3D. Cette différence, ayant la limite de 15 mètres de longueur hors-tout pour point de pivot, émerge de la réglementation.

Dans le Tableau 8, les mentions « pas de modification » renvoient au fait qu'aucune proposition de transformation des bateaux pour l'intervalle de taille considéré n'a été étudiée, aucune jauge supplémentaire n'est donc mentionnée. Lorsqu'il s'agit d'un intervalle de tailles et non d'une taille unique, il a été fait le choix d'extrapoler la valeur de jauge associée à la transformation proposée dont la longueur initiale est incluse dans l'intervalle ou bien en est une borne. Par exemple, l'intervalle [8 ; 10[permet d'inclure les bateaux de 8 à 10 m dans la transformation calculée de 8,5 m vers 10 m.

Tableau 8. Besoins en jauge (UMS) et évolution des dimensions pour les différentes évolutions proposées

Taille initiale du navire (m)	Jauge nécessaire à la tranche énergétique par bateau (UMS)	Gain de longueur associé (m)	Gain de largeur associé (m)	Gain de creux associé (m)
]0 ; 8[	Pas de modification			
[8 ; 10[	2,75	1,5	0,2	-
[10 ; 12[	11,4	2	0,25	0,5
12	18	3	0,3	0,3
[13 ; 14[	Pas de modification			
15	29,3	3,5	0,4	0,3
16	36,1	4,5	-	-
[17 ; 20[	Pas de modification			
20,5	40	3,5	0,3	0,3

4. Application à la flotte de pêche métropolitaine

A partir du découpage de la flotte en segments d'âge comme décrit en partie A de la section IV, un travail de discrétisation de la flotte par âge, par longueur et par type de pêche est effectué afin de compter les navires dont les tailles sont compatibles avec un allongement. Les données de flottille proviennent de la DGAMPA et sont traitées par CT ARCO, la Figure 12 représente un résumé de ce tri et l'étude complète est située en ANNEXE C : Besoin en jauge induit par la transformation des navires.

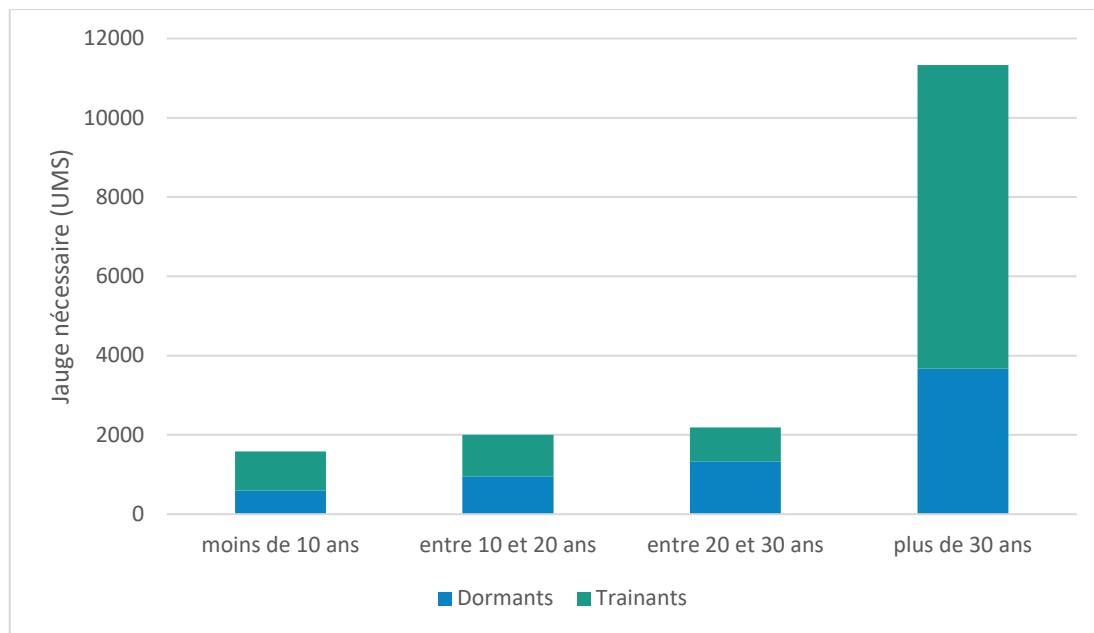


Figure 12. Besoins en jauge (UMS) pour la flotte métropolitaine inférieure à 24 mètres par tranche d'âge

La Figure 12 montre un besoin en jauge total proche de 17 000 UMS avec, en raison de l'âge moyen de la flotte, un besoin largement majoritaire pour les navires vieux de plus de 30 ans. Selon la stratégie proposée pour les différents segments d'âge et en tenant compte des transformations proposées par CT ARCO, il faudrait débloquer un total entre 3500 et 4000 UMS pour les premières jumboïsation sur les navires de moins de 20 ans, puis environ 11 000 UMS pour le renouvellement des plus vieux bateaux. Enfin encore 2000 UMS seraient nécessaires à la conversion de la dernière partie de la flotte.

VI. Stratégie de transition au biocarburant de la flotte vieillissante : identification du besoin en biodiesel pour la pêche

A. Objectif de l'étude

Dans l'attente d'un renouvellement, les embarcations de plus de 20 ans dont les capacités resteront inchangées jusqu'au désarmement, pourront soutenir un mélange de biodiesel. Le biodiesel, très proche du diesel conventionnel sur le plan chimique, est en mesure de fournir la même quantité d'énergie pour le même volume de MFO (Marine Fuel Oil = diesel marin).

Le biodiesel est un carburant renouvelable, fabriqué à partir de biomasse oléagineuse, d'huiles alimentaires, de matières lignocellulosiques ou encore potentiellement de micro-algues.

Pour que le biodiesel reste une ressource renouvelable, sa production est limitée par la quantité de matière première disponible. Ne disposant pas de stocks infinis, il est judicieux de réguler son utilisation et d'attribuer des stocks aux différents secteurs qui en dépendent. En vue d'en quantifier le besoin, une étude des quantités annuelles de carburants soutenues par les bateaux de plus de 20 ans est nécessaire.

Les biocarburants, ou agro carburants, sont des hydrocarbures issus de biomasse. Trois générations de biocarburants se distinguent, la première consiste à la transformation d'huiles végétales, la deuxième encore en cours d'élaboration reposera sur la gazéification de résidus forestier tandis que la troisième qui n'est que théorique pour le moment, pourrait permettre de produire du carburant à partir d'algues.

Parmi les 2,1 millions de tonnes de biocarburant produites annuellement en France, les carburants de 1ère génération représente la quasi-totalité du mix. Ces carburants sont fabriqués à partir d'huiles végétales, comme le tournesol, la palme ou le colza. Ce point soulève des controverses en raison de l'entrée en concurrence avec le circuit alimentaire de l'agriculture, ainsi que les potentielles conséquences sur la déforestation de la production massive de tels carburants. Des carburants de deuxième génération, seuls autorisés par la réglementation européenne pour alimenter le secteur maritime, devraient également émerger dans un futur proche.

Sur le plan des émissions carbonées, il n'est pas facile d'estimer les gains que représenterait l'emploi de tels carburants. Si certains affirment que le bilan carbone de ces énergies est presque nul en analyse de cycle de vie car la production de biomasse implique nécessairement le captage d'une masse de carbone équivalente à celle émise à la combustion, d'autres affirment qu'une analyse élargie en prenant en compte les processus

de changement d'affectation des sols et les rendements de production tendrait à prouver que le bilan carbone serait pire que pour le cas d'énergies fossiles. Les moyens de mesure et de définition de l'intensité carbone sur un principe *Well-to-Wake (du puits au sillage)* propre à chaque carburant sont actuellement en discussion au niveau international

Le biodiesel est un type de biocarburant gras à haut indice d'octane dont les propriétés se rapprochent du diesel conventionnel et qui convient aux moteurs in-board actuels sans modifications majeures. Il est généralement incorporé à du diesel fossile et sa dénomination dépend du ratio du mélange (B100 = 100% biodiesel, B20 = 20% biodiesel & 80% diesel, B7 = 7% biodiesel & 93% diesel). De récents essais ont montré qu'un additif pouvait être nécessaire en raison de l'apparition de colonies bactériennes dans des mélanges à hautes concentration en bio-carburant. Des essais sont en cours (ou prévus) auprès d'un navire de la SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer) afin de tester des mélanges au ratio supérieur à 30% de biodiesel dans un moteur in-board.

La présente étude retient un mélange biodiesel/diesel à 30% ou B30 faisant entièrement référence à des "FAME" ou Esther méthyliques d'acide gras, qui est un biodiesel de première génération (les données disponibles sur les biocarburants de 2nde génération restant à être validées). Les réductions des émissions sur la base *Well-to-Wake* de ce biocarburant sont considérées à 18% par rapport aux émissions du diesel marine fossile exprimé sur la même base. Ces chiffres, issus de l'OMI sont ceux utilisés pour le calcul des émissions dans la marine marchande et trouvables en ligne (Bureau Veritas, 2023). L'OMI diffuse sur son site (OMI, s.d.) les prix de soutage des principales énergies alternatives au diesel marine, parmi elles, un biodiesel B30 environ 40% plus cher que le diesel marine conventionnel.

La disponibilité de tels combustibles est aujourd'hui limitée par la ressource et la technologie alors que certains secteurs énergivores en dépendent pour se décarboner (secteurs des transports). Il est donc important de définir les besoins de chaque secteur prétendant à son usage afin de mieux répartir la ressource. Le rôle de cette partie du travail est de quantifier les besoins pour la pêche.

B. Travail d'estimation du besoin en biocarburant pour la flotte métropolitaine.

Les données disponibles pour ce travail sont issues à la fois d'un fichier de la flotte de pêche (European Commission, 2024), des valeurs de consommation de GO établies par une étude du RICEP (RICEP, Juin 2023) et des relevés de consommation sur les différentes façades par l'Observatoire du Carburant du programme AMARREE (AMARREE, 2024). Le résultat est une évaluation basée sur la répartition de la flotte sur les 4 différents segments d'âge pour lesquels la consommation moyenne est connue.

Il est important de prendre ce résultat avec précaution en raison de ces facteurs d'erreurs :

- Les consommations moyennes rapportées par le programme AMARREE et par le RICEP concernent des intervalles importants de tailles de navire (exemple : tous les chalutiers bretons entre 6 & 12 mètres ont la même consommation de 3617l/mois)
- Aucune donnée disponible pour les bateaux de moins de 6 mètres
- Aucune donnée disponible pour les bateaux de plus de 24 mètres, ayant conduit à des estimations à partir des relevés de marées

Le résultat de l'étude permet d'extraire le graphique de la Figure 13.

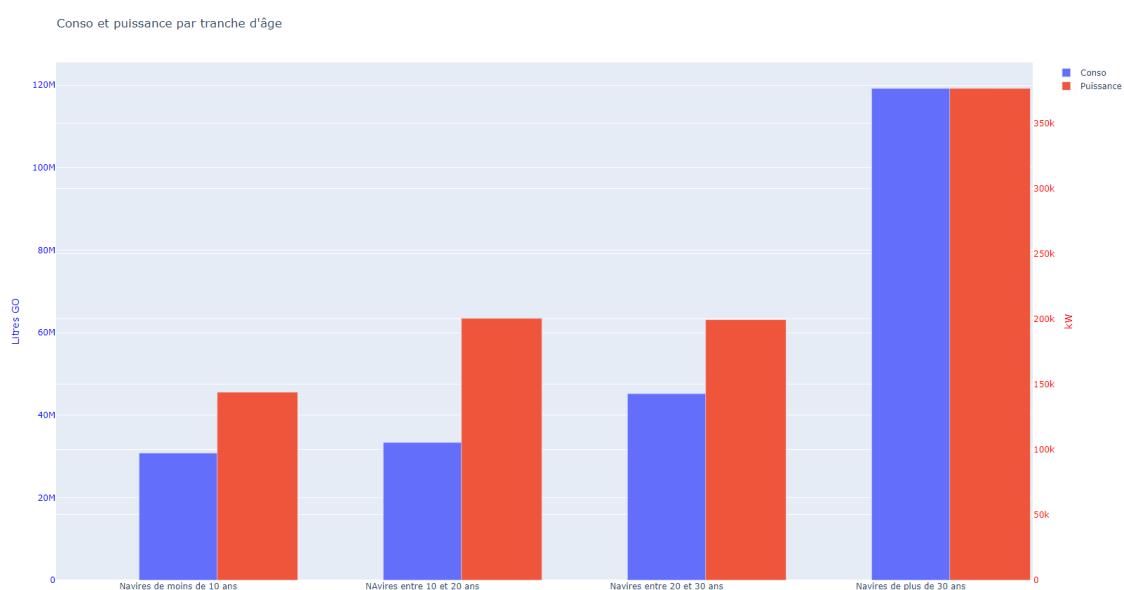


Figure 13. Répartition de la consommation de carburant et de la puissance par flottille d'âge donné

Ainsi 164 000 mètres cubes de diesel sont requis pour alimenter les bateaux de plus de 20 ans (flotte métropolitaine seulement). Avec un taux d'incorporation à 30%, cela représente 49 200 mètres cubes de biodiesel pur. Bien que cette estimation se veuille la plus fidèle possible, elle n'inclut pas les bateaux les plus petits (-de 6 mètres) car les données de consommation pour ces segments n'étaient ni connues par le programme AMARREE ni par l'étude du RICEP. Il faut toutefois mentionner que cette part de la flotte est plus souvent propulsée par un moteur hors-bord (essence) et donc plus concernée par une adaptation au bioéthanol (moteur hors-bord fonctionnant à l'essence).

VII. Synthèse

A. Analyse générale des leviers de décarbonation

L'analyse des leviers proposés pour la décarbonation de la pêche est entièrement disponible en ANNEXE B.1 : Leviers de décarbonation pour les arts dormants et en ANNEXE B.2 : Leviers de décarbonation pour les arts traînants. Ces fiches leviers proposent une critique des solutions associées aux leviers se traduisant par l'attribution d'une couleur qualifiant la complexité et l'efficacité de ces solutions appliquées aux différents segments de pêche ciblés.

Les segments sont les suivants :

Arts Traînants						Arts Dormants					
Neuf			Rétrofit			Neuf			Rétrofit		
D227	D226	D228	D227	D226	D228	D227	D226	D228	D227	D226	D228

La légende de la coloration donnée à chaque solution est la suivante :

- Vert : Solution Favorable
- Orange : Solution Neutre
- Rouge : Solution Défavorable

On distingue deux grandes familles parmi les leviers :

- Une première famille constituée des leviers « légers » n'entraînant pas de modifications majeures du bateau.

Leviers communs/applicables à tous les types de navire (rétrofités et neuvages) :

- Exploitation : pas de frein technologique pour une sobriété en rétrofit et neuf, repose uniquement sur le comportement et la formation des navigateurs (écoconduite)
- Logique de projets de navires neufs propices à des optimisations de carène pour la réduction de traînée
- Optimisation des appareils et équipements de pêche en rétrofit et neuf : optimisation des masses, conversion hydraulique/électrique, critère d'encombrement en voie d'amélioration
- Utilisation de biocarburants (d'où le choix d'une transition facile pour les navires âgés), pas de modification d'équipement requise en rétrofit et neuf.

- Une deuxième famille de leviers qualifiée de « complexes » en raison de ce qu'ils impliquent pour l'architecture du bateau. Cette famille de leviers est moins aisée à mettre en place en raison de différents freins technologiques, cette différence est notamment marquée pour les navires en rétrofit.

Leviers distincts entre navires : différences notables sur l'intégration d'énergies alternatives et infrastructures associées (à tendance plus défavorable en rétrofit)

- Famille Arts Dormants :
 - Phases de pêche et besoins en puissance favorables à des énergies alternatives type hybridation diesel-EL/batteries ou utilisation de panneaux solaires et éoliennes pour les besoins bord (plutôt longs navires)
 - Carburants alternatifs (méthanol, GNC, ...) pour navires avec volumes importants pour stockage et faible autonomie requise
- Famille Arts Traînants :
 - Hybridation diesel-EL sur navires neufs et longs
 - Carburants alternatifs (méthanol, GNC, ...) pour navires avec volumes importants pour stockage et faible autonomie requise

B. Analyse de la stratégie de décarbonation via des énergies alternatives

Le scénario de décarbonation proposé en IV.A est repris ici et précisé dans le Tableau 9 avec les notions de rétrofit complexes et légers par segment d'âge des navires.

Dans le contexte de notre étude, la notion de rétrofit complexe correspond à l'intégration d'une énergie alternative comme spécifié dans le Tableau 10 en fonction de l'art pratiqué et de la longueur du navire notamment. La notion de rétrofit léger correspond, quant à elle, à l'optimisation de l'utilisation énergétique à bord et dans la pratique de la pêche sans intégration d'une énergie alternative mais en faisant appel à des solutions telles que l'électrification des appareaux. Les rétrofits légers concernent l'application de leviers définis dans la première famille comme leviers « communs » tandis que les rétrofits complexes concernent essentiellement l'intégration d'une énergie nouvelle décarbonée.

Tableau 9 - Stratégie de décarbonation par segment d'âge des navires

Segment de navires	Stratégie de décarbonation envisagée
Navire d'âge inférieur à 10 ans	<ul style="list-style-type: none">➤ Analyse du potentiel en rétrofit du bateau<ul style="list-style-type: none">• Si rétrofit favorable, le navire subit un rétrofit complexe.• Dans le cas d'un avis défavorable, le navire subit un rétrofit léger et passe au biodiesel.➤ À l'heure du renouvellement, le navire lui succédant intègrera une énergie alternative décarbonée.
Navire d'âge compris entre 10 et 20 ans	<ul style="list-style-type: none">➤ Idem à la stratégie des navires d'âge inférieur à 10 ans
Navire d'âge compris entre 20 et 30 ans	<ul style="list-style-type: none">➤ Analyse du potentiel en rétrofit du bateau<ul style="list-style-type: none">• Si rétrofit favorable, le navire subit un rétrofit léger.• Dans le cas d'un avis défavorable, le navire ne subit pas de rétrofit et passe au biocarburant en attente du renouvellement.➤ À l'heure du renouvellement, le navire lui succédant intègrera une énergie alternative décarbonée.
Navire d'âge supérieur à 30 ans	<ul style="list-style-type: none">➤ Passage automatique au biocarburant en attente du renouvellement.➤ À l'heure du renouvellement, le navire lui succédant intègrera une énergie alternative décarbonée.

En cas de renouvellement ou de rétrofit complexe, le navire fait l'objet d'une intégration d'énergie alternative décarbonée. Selon les cas d'étude décrits analysés en partie V.C, la nature de la nouvelle énergie diffère en fonction du contexte de renouvellement ou rétrofit, de l'art de pêche pratiqué et de la longueur du navire. En conséquence, la stratégie est distincte suivant quatre cas de figure décrits par le graphique ci-dessous. Sur ce diagramme, la notion d'âge supérieur à 20 ans induit un renouvellement et celle d'inférieur à 20 ans induit un rétrofit complexe.

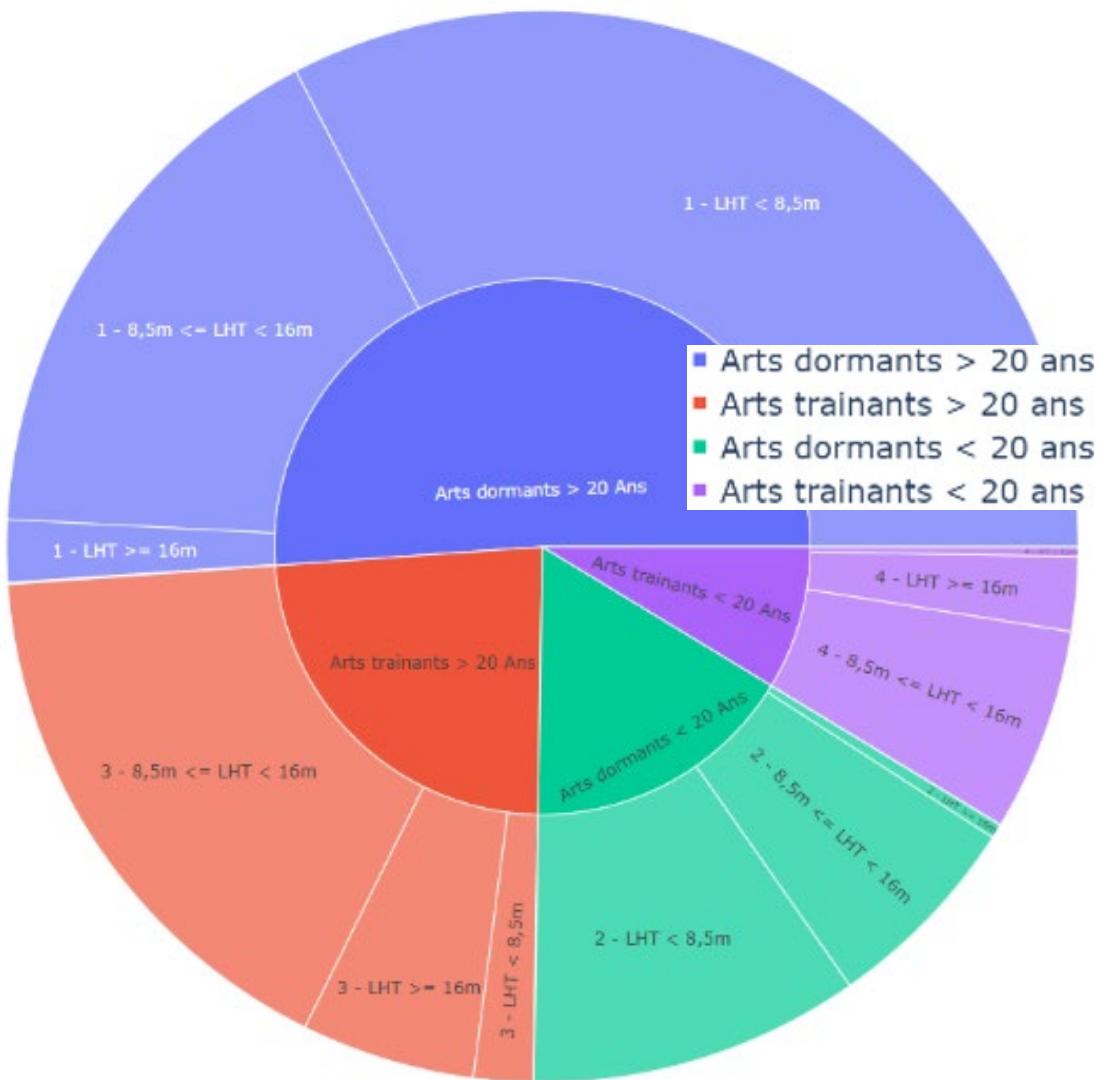


Figure 14 – Diagramme circulaire offrant une approximation des parts de flotte de chacun des quatre cas de figure subdivisées par longueur de navire.

Le Tableau 10 répertorie pour chacun des 4 cas de figure les solutions d'intégration énergétiques envisageables en s'appuyant sur les résultats obtenus dans la partie V.C.3.

Tableau 10 - Quatre segments aux solutions d'énergies alternatives différentes pour décarboner la pêche

Famille	Part de la flotte métropolitaine	Solutions envisagées
Cadran 1 : Arts trainants d'âge supérieur à 20 ans (neuvage).	24.2%	<p>A l'heure du renouvellement du navire :</p> <ul style="list-style-type: none"> Des solutions d'intégration en dual fuel sont envisagées avec un intérêt particulièrement marqué pour le méthanol pour les tailles de navires comprises entre 8,5 et 20,5 mètres. En effet, le critère opérationnel obtenu est le plus avantageux par rapport aux autres énergies. Le segment privilégié est celui de 12 m pour lequel on pourrait presque envisager une propulsion monofuel au méthanol (+ pilot fuel). Les solutions telles que l'ammoniac et le GNC présentent un intérêt plus faible du point de vue de l'autonomie et des émissions de GES. L'hydrogène présente un critère d'autonomie trop faible face aux autres énergies étudiées.
Cadran 2 : Arts traînants d'âge inférieur à 20 ans (rétrofit complexe).	6.09%	<p>Solutions d'intégrations d'énergie alternative en rétrofit envisagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> Conservation de l'appareil propulsif si possible Dual fuel biodiesel-méthanol si n'implique pas de changement de l'appareil propulsif pour les navires entre 8,5 m et 20,5 m. Dual fuel biodiesel-GNC sinon. L'ammoniac implique des changements majeurs dans l'appareil propulsif ne serait-ce que du point de vue de l'appareil propulsif (tuyauterie, corrosion des pièces de cuivre, joints et lubrifiants) Pour les solutions ayant un critère d'opérabilité inférieur à 20 % -> la question de l'utilité de rétrofiter doit être posée.
Cadran 3 : Arts dormants d'âge supérieur à 20 ans (neuvage).	54.1%	<p>A l'heure du renouvellement du navire :</p> <ul style="list-style-type: none"> Plusieurs solutions permettraient de conserver une autonomie similaire au diesel. Parmi ces solutions figurent le méthanol pour des bateaux de 10 et 12 mètres, l'ammoniac pour des bateaux de 10 et 12 mètres et le GNC pour des bateaux de 10 mètres. Pour les autres tailles de bateaux, le méthanol permettrait en dual-fuel de compter pour plus de 50% des besoins en puissance. Des solutions autres telles que l'ammoniac et le GNC permettraient en dual-fuel avec du biodiesel d'atteindre une autonomie équivalente mais leur faible performance écologique par rapport au méthanol conduit à favoriser ce dernier.
Cadran 4 : Arts dormants d'âge inférieur à 20 ans (rétrofit complexe)	15.6%	<p>Solutions d'intégrations d'énergie alternative en rétrofit envisagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> Conservation de l'appareil propulsif si possible Méthanol pour les navires de 10 et 12 mètres Dual fuel biodiesel-méthanol si n'implique pas de changement de l'appareil propulsif pour les navires entre 8,5 m et 20,5 m. Dual fuel biodiesel-GNC sinon pour les navires de 10 mètres Hybridation envisageable électricité-biodiesel car intéressant vis-à-vis des phases de pêche en arts dormants et autour de 20 % de l'autonomie juste avec les batteries dans les cas 10 et 12 mètres.

C. Limites de l'étude

Limite ou hypothèse	Note	Gain / Investissement
Extrapolation aux navires de taille proche lors de l'estimation du besoin en jauge	<i>Influe le résultat du calcul de besoin en jauge. A la hausse par rapport au cas où l'application des gains en jauge serait strictement tenue aux valeurs définies en Figure 11.</i>	Des résultats plus fins pourraient être obtenus en définissant des transformations spécifiques à chaque taille de bateau. Une étude du probable taux de transformation de la flotte serait plus appropriée dans un premier temps.
Hypothèses sur les grandeurs géométriques des transformations proposées	<i>Influe sur le résultat des calculs de jauge ainsi que sur le résultat de l'étude des intégrations d'énergies alternatives.</i>	L'étude avancée des réglementations et des régulations par espèce permettrait de définir des tailles de références pour les différents types de pêche. Il subsisterait l'hypothèse que ces dimensions régiraient les transformations.
Choix de comparer les énergies alternatives au niveau primaire (sauf batteries)	<i>La prise en compte des rendements des chaînes d'énergie influencerait les critères environnementaux et opérationnels des énergies nécessitant une préparation amont à la conversion en énergie mécanique.</i>	Les écarts introduits par ce choix sont potentiellement importants selon l'énergie et l'architecture de la chaîne considérées. Un projet approfondissant la propulsion aux énergies alternatives permettrait d'évaluer ces rendements.
Hypothèse de conservation de traînée après transformation par rapport au bateau non-allongé	<i>Impacte grandement les trois facteurs (émissions, coûts et autonomie) si l'on prend en compte la chaîne d'énergie.</i>	L'introduction d'un surplus de traînée lié à la modification de la carène pourrait potentiellement annuler les gains liés à l'emploi d'une énergie alternative. Nécessite des travaux plus précis notamment en CFD.
Hypothèse iso-puissance requise	<i>Si la traînée augmente, le critère d'opérabilité équivalente impliquerait d'augmenter la puissance, ce qui est contreproductif pour le critère environnemental.</i>	Lié à ci-dessus
Données capacité gasoil data DGAMPA	<i>Concerne l'estimation des facteurs d'autonomie.</i>	Une étude statistique à l'échelle de la base de données permettrait de définir une tendance LHT/Capacité ou Jauge/Capacité afin de l'appliquer à nos calculs d'intégration d'énergies.
Non considération de l'empreinte environnementale des machines liées aux énergies alternatives.	<i>L'étalement de l'empreinte environnementale de la fabrication des machines sur leur période de vie augmenterait le facteur d'émissions pour les différents carburants. Cohérence conservée pour un travail comparatif.</i>	Nécessite une étude dédiée aux chaînes d'énergie et transmission de puissance. Représente un impact majeur si certaines chaînes d'énergie requièrent des processus polluants (Batteries).

Hypothèse non remplissage ex capacités gasoil par énergie alternative	<i>Cette hypothèse tire le facteur d'autonomie vers le bas, cela impacte peu l'étude puisque l'on compare les énergies avec des hypothèses identiques.</i>	La nature intégrée à la structure des capacités de gasoil rend plus compliquée l'intégration en ces lieux de réservoirs rapportés types bonbonnes, cuves etc... Une étude de cas où ces volumes de capacité seraient absorbés par d'autres éléments pour être relocalisés au niveau de la tranche
Hypothèse de 2 bateaux de base non représentatifs de l'hétérogénéité de la flotte	<i>Tend à donner des résultats pour une flotte constituée de bateaux à formes spécifiquement proche des modèles utilisés</i>	Réitération de l'étude avec des modèles plus variés ce qui représenterait un travail plus laborieux avec plus de données à traiter à la fin. La caractéristique comparative énergie à énergie de l'étude n'implique pas ce niveau de détail.
Référence unique pour chaque énergie	<i>Impacte le facteur d'autonomie qui pourrait voir sa valeur augmenter légèrement pour les bateaux de petites tailles et les énergies avec une faible densité volumique.</i>	Pourrait faire l'objet d'un sous-objectif dans une étude de cas mais ne représente pas de source d'écart majeurs comparativement à d'autres items.
Hypothèse e-carburants verts	<i>Hypothèse forte sur laquelle se fonde l'intérêt de la stratégie d'énergie alternative car les alternatives grises sont plus polluantes que le gasoil marine actuel.</i>	Hors-spectre
Considération mélange biodiesel/diesel à 30% ou B30 de première génération	<i>Impacte l'ensemble des calculs concernant l'empreinte environnementale et l'équivalence gasoil</i>	Données sur les biocarburants de deuxième génération à considérer une fois approuvées
Evolution prix énergie proportionnelle, taxes	<i>Impacte le facteur de coûts</i>	Hors-spectre
Prix d'installation : L'estimation du coût en rétrofit a été confiée au GICAN. Arco s'occupe essentiellement des implications techniques du renouvellement de la flotte de pêche. Valider la conformité des hypothèses de départ pour l'établissement des prix.	<i>Impacte le facteur de coûts</i>	Assez important/ Etude des chaînes d'énergie, lié à l'item Notion de rendement
Réglementation	<i>Prise en compte partielle des politiques d'usage des différentes énergies utilisées. Impacte légèrement les 3 facteurs</i>	Facile à améliorer en collaboration avec le groupe de travail sur la réglementation

VIII. Conclusion

Le travail mené par CT ARCO a permis de dresser un état des lieux de la flotte de pêche française, en soulignant les défis liés à sa décarbonation. La diversité de la flotte, tant en termes de taille que de types de pêche, impose une approche segmentée pour identifier les leviers de décarbonation les plus appropriés.

L'analyse des profils énergétiques a révélé des différences marquées entre les arts traînants et dormants, mettant en lumière la nécessité d'adapter les solutions de décarbonation aux spécificités de chaque segment. Les solutions proposées telles que l'intégration d'énergies alternatives et la transition vers le biodiesel offrent des pistes pour la décarbonation du secteur. Cependant leur mise en œuvre relève de modifications structurelles importantes tant bien au niveau de la réglementation que des navires, pour lesquels la réalisation de démonstrateurs semble justifiée.

La stratégie d'intégration des énergies alternatives, parce qu'ambitieuse, devra être accompagnée d'une adaptation réglementaire et d'un soutien des institutions pour permettre une transition fluide. Bien que majoritairement traité dans cette étude, l'allongement des bateaux n'est pas une solution unique et c'est bien l'emploi de plusieurs des leviers identifiés qui permettra d'atteindre les objectifs fixés.

En somme, ces travaux fournissent des éléments clairs et des résultats prometteurs pour l'élaboration d'une feuille de route pour la décarbonation de la pêche. Ils soulignent l'importance d'une approche progressive et adaptée aux spécificités de chaque segment de flotte. La réussite d'une telle transition reposera sur une collaboration étroite entre les acteurs, une planification cohérente et une réglementation plus flexible.

Table des figures

Figure 1. Trois indicateurs témoignant de la diversité de la flotte de pêche française : zone d'exploitation, type d'exploitation et longueur du navire.....	8
Figure 2. Répartition des navires par type de pêche dans la flotte des outre-mers (à gauche) et dans la flotte métropolitaine (à droite)	10
Figure 3 Evolution (en % des constructions annuelles) des matériaux dans la construction de navires de pêche	12
Figure 4 Répartition par âge des navires de pêche français.	12
Figure 5. Les principaux leviers de décarbonation du maritime (source MEET2050)	14
Figure 6 - A. Profil énergétique d'un ligneur de 12 m & B. Profil énergétique d'un chalutier de 10 m	18
Figure 7. Comparatif de volumes à iso-capacité énergétique avec prise en compte du contenant.....	25
Figure 8 – Exemple d'intégration : Vues longitudinales d'un bateau avant transformation (en haut) et après transformation (en bas).....	32
Figure 9. Evaluation multicritère des solutions de décarbonation pour les arts taînents (en haut) et les arts dormants (en bas).	36
Figure 10 bis. Evaluation multicritère des solutions de décarbonation pour les arts traînents (en haut) et les arts dormants (en bas). (Axe des ordonnées logarithmique réduit)	37
Figure 11. Evolutions caractéristiques des navires proposées en vue d'accueillir une "tranche énergétique" (en vert)	39
Figure 12. Besoins en jauge (UMS) pour la flotte métropolitaine inférieure à 24 mètres par tranche d'âge	41
Figure 13. Répartition de la consommation de carburant et de la puissance par flottille d'âge donné	44
Figure 14 – Diagramme circulaire offrant une approximation des parts de flotte de chacun des quatre cas de figure subdivisées par longueur de navire.....	48

Table des tables

Tableau 1. Répartition de la flotte française par division	9
Tableau 2. Segmentation de la flotte métropolitaine des moins de 24 mètres selon l'âge des bateaux.....	15
Tableau 3 - Six références pour la tranche énergétique de la transformation de 16 à 20 mètres	27
Tableau 4. Tableau de synthèse des grandeurs caractéristiques de l'intégration des énergies décarbonées dans la tranche	29
Tableau 5. Equivalences gasoil détaillées pour les carburants envisagés	31
Tableau 6 - Exemple intégration : Table des dimensions du bateau avant et après transformation.....	32
Tableau 7 - Exemple intégration : Table de calcul des volumes embarqués	33
Tableau 8. Besoins en jauge (UMS) et évolution des dimensions pour les différentes évolutions proposées.....	40
Tableau 9 - Stratégie de décarbonation par segment d'âge des navires.....	47
Tableau 10 - Quatre segments aux solutions d'énergies alternatives différentes pour décarboner la pêche	49

Références

- ADEME. (2022). *Base Empreinte*. Obtenido de <https://base-empreinte.ademe.fr/>
- AMARREE. (2024). *Observatoire du carburant*.
- Assemblée Nationale. (Juin 2011). *De l'urgence de renouveler les navires pour sauver la pêche française*.
- Bureau Veritas. (July de 2023). *Biofuels and CII your questions answered*. Obtenido de <https://marine-offshore.bureauveritas.com/insight/business-insights/biofuels-and-cii-your-questions-answered>
- BUREAU VERITAS. (s.f.). *NR 529, 670, 671, 678*.
- Citepa. (Avril 2023). *Format SECTEN*.
- Conseil économique et Social - République Française. (2007). *La pêche et l'aquaculture en outre-mer*.
- European Commission. (2024). Obtenido de Europe's Fleet Register: https://webgate.ec.europa.eu/fleet-europa/search_en;jsessionid=5rtp0SMDv1MkS08-yhScLbd99_sUQ5ZxfHcC7ApYsAn4qvoNQN6T!-1433615823
- H2OH24.com. (2020). Obtenido de <https://h2h24.com/les-7-couleurs-de-lhydrogène/>
- Ministère de la Transition Ecologique. (2018). *Stratégie Nationale Bas-Carbone*.
- OMI. (s.f.). *Future fuels & technology project for low/zero carbon shipping*. Obtenido de <https://futurefuels.imo.org/home/latest-information/fuel-prices/>
- Parlement Vè République. (Août 2021). *Loi Climat & Résilience*.
- RICEP. (Juin 2023). *Etude "Decarbonation de la flotte de pêche"*.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. (2022). *2022 annual economic report on the EU fishing fleet*.

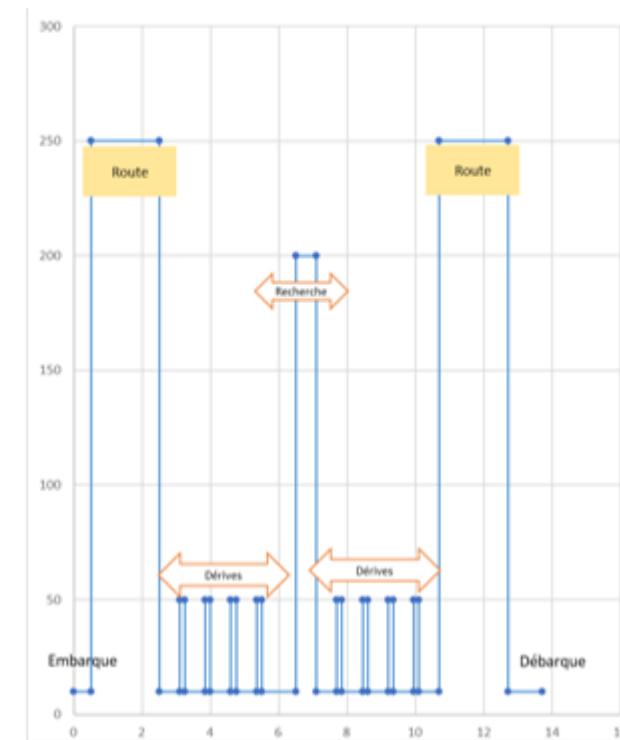
Annexe A

ANNEXE A : Profils énergétiques des navires de pêche

PROFILS D'UTILISATION

Ligneur 8,5 m

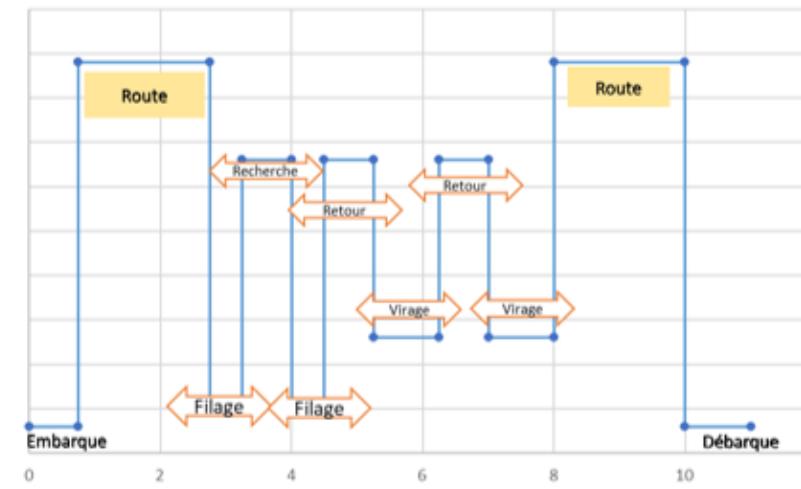
	Durée (h)	P total (kw)
Embarque	0,5	10
Route	2	250
Ligne	0,6	10
Remplacement	0,15	50
Recherche	1	200
Ligne	0,6	10
Remplacement	0,15	50
Route	2	250
Débarque	1	10
	13,7	



PROFILS D'UTILISATION

Arts dormants 12m

	Durée (h)	P total (kw)	P Propulsion (kW)	P hors prop - méca (kW)	P hors prop - élec (kW)	Conso totale (kWh)
Embarque	0,75	30	10	10	10	22,5
Route	2	440	430	0	10	880
Filage	0,5	50	40	0	10	25
Recherche	0,75	330	310	10	10	247,5
Filage	0,5	50	40	0	10	25
Recherche	0,75	330	310	10	10	247,5
Virage	1	130	40	80	10	130
Recherche	0,75	330	310	10	10	247,5
Virage	1	130	40	80	10	130
Route	2	440	430	0	10	880
Débarque	1	30	10	10	10	30
	11					2865



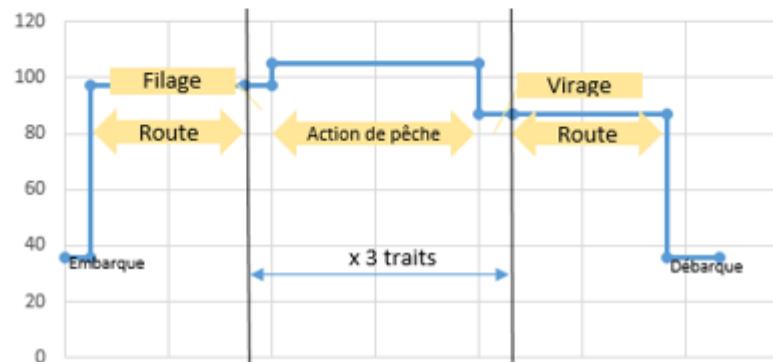
Annexe A

I.

PROFILS D'UTILISATION

Chalutier 10m

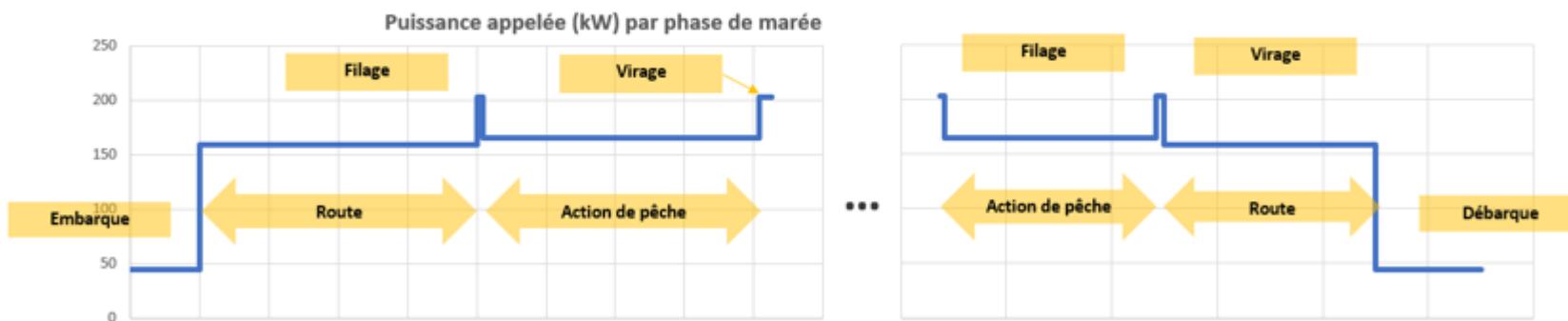
	Durée (h)	P totale (kW)	P Moteur (kW)	P Hydr. (kW)	P Elec (kW)	Consommation (kWh)	Consommation Moteur (kWh)	Consommation Hydr. (kWh)	Consommation Elec (kWh)
Embarque	0,25	36	28	0	8	9	7	0	2
Route	1,5	97	90	0	7	146	135	0	11
Filage	0,25	97	70	20	7	24	18	5	2
Action de pêche	2	105	90	8	7	210	180	16	14
Virage	0,33	87	50	30	7	29	17	10	2
Route	1,5	87	80	0	7	131	120	0	11
Débarque	0,5	36	29	0	7	18	15	0	4
Durée (h)									
Total (3 traits de pêche)	11,5					1092	919	93	81



PROFILS D'UTILISATION

Chalutier 17m

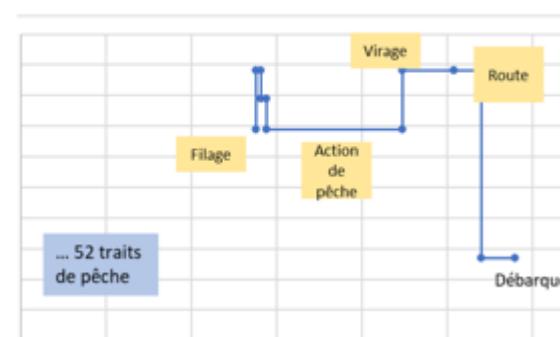
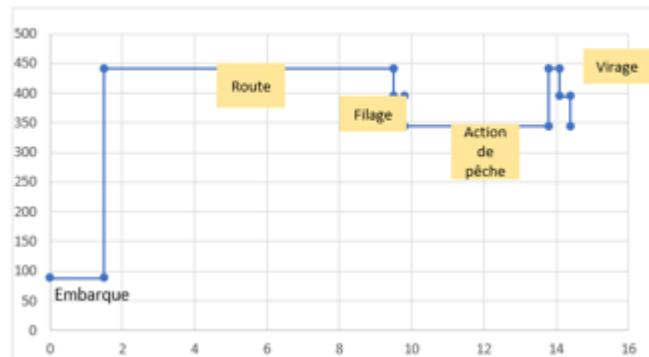
	Durée (h)	P total (kW)	P propulsion (kW)	P hors prop - méca (kW)	P hors prop - élec (kW)	Conso totale (kWh)	Conso prop (kWh)	Conso hors prop - méca (kWh)	Conso hors prop - élec (kWh)
Embarquée	1,00	44	28	8	8	44	28	8	8
Route	4,00	159	144	8	7	635	574	33	28
Filage	0,08	203	150	46	7	17	12	4	1
Action de pêche	4,00	165	150	8	7	662	599	33	30
Virage	0,17	203	37	158	7	34	6	26	1
Débarque	2,00	44	29	8	7	88	57	16	15
Durée (j)									
Total (17 traits de pêche)	3,47					13 510	11 732	1 164	613



PROFILS D'UTILISATION

Chalutier 25m

	Durée (H)	Jours	P total (kw)	Hélice	Hydraulique	Elec	Conso totale (kWh)
Embarque	1,5	0,0625	88	50	0	38	132
Route	8	0,33	441	405	0	36	3528
Filage	15		394	236	122	36	5910
Action de pêche	206	52 traits	344	308	0	36	70864
Virage	15		441	22	383	36	6615
Route	8	0,3	441	405	0	36	3528
Débarque	3	0,125	135	50	47	38	405
Total (52 traits de pêche)			5,5				90982



ANNEXE B

ANNEXE B.1 : Leviers de décarbonation pour les arts dormants

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
Efficacité énergétique du navire	Réduction de la traînée	Revêtement de carène (silicone) prix au m2 et Retex armement			Revêtement de carène (silicone) prix au m2 et Retex armement		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Bulbe : expertiser sa réelle utilité sur les rétrofits			Optimisation systématique de la carène (étrave...) en fonction du programme et des vitesses de transit et d'action de pêche		
		⊗	⊗	⊗			
		Modification de l'étrave à expertiser			😊	😊	😊
		😊	😊	😊			
	Optimisation du rendement propulsif	Propulseurs innovants , lequels ?			Propulseurs innovants ?		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Tenue à la mer	Stabilisateur passif (Flume)			Stabilisateur passif (Flume)		
		Suppression quilles de roulis			Suppression quilles de roulis		
		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	😊
Optimisation des processus	Optimisation de la consommation d'énergie à bord	Découplage propulsion / énergie difficile sur petits navires (< 10 m) en rétrofit.			Études d'optimisation énergétique systématiques.		
		optimisation de répartition des consommation : outils de monitoring de la performance et de la consommation.			Découplage propulsion / énergie systématique.		
		😊	😊	😊	Logiciel de gestion permanente de l'énergie à bord.		
	Optimisation des appareaux de pêche	Optimisation énergétique des vire-lignes/filet/casiers, paumailleurs			Optimisation énergétique des vire-lignes/filet/casiers, paumailleurs		
		Conversion hydraulique/électrique pour appareaux			Installation électrique dédiée aux appareaux		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Optimisation des équipements de pêche	Matériel allégé			Matériel allégé		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊

ANNEXE B

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
Energies et infrastructures	Énergie fossile moins carbonée et transitoire (GNC)	Rétrofit impactant largement les volumes à bord pour stocker l'installation de stockage du Gaz.			Navire à faible autonomie		
		A expertiser par rapport à l'exploitation et l'autonomie			Nécessite un volume dédié au stockage de l'énergie plus important		
		Problème des fuites de méthane fugitive					
		😊	😐	😐	😊	😐	😐
	H2 (01)	Pour la propulsion (PAC ou moteur)			Pour la propulsion (PAC ou moteur)		
		😐	😐	😐	😊	😐	😊
		Pour la production d'énergie à bord (PAC).			Pour la production d'énergie à bord (PAC).		
		😐	😐	😐	😊	😐	😊
	Biocarburants	Oui à tester selon différents taux d'incorporation			En complément des autres leviers		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	E-carburants	e-diesel possible, e-méthanol après remotorisation et mise en place d'équipements de sécurité et de la ventilation.			e-methanol ou methanol à expérimenter sur un navire neuf.		
		😊	😐	😐	😊	😐	😊

ANNEXE B

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
Energies et infrastructures	Électrification/hybridation	Hybridation diesel-EL / Batteries. Sur navires récents pour dissocier propulsion & énergie			Hybridation diesel-EL / Batteries		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Energies renouvelables éolien/Solaire	Solution 100% électrique			Solution 100% électrique		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
Exploitation	Excellence opérationnelle	Panneaux solaires et éoliennes pour besoins bord			Panneaux solaires et éoliennes pour besoins bord		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Ailes / voiles pour aide à la propulsion			Ailes / voiles pour aide à la propulsion		
	Sobriété et baisse de vitesse	😡	😊	😊	😊	😊	😊
	Nouvelle méthode de pêche	Formation des navigants			Formation des navigants		
		logiciel d'écoconduite et/ou routage adapté aux données disponibles à bord (capteurs ,moteur, GPS, courant....)			Logiciel de routage et d'écoconduite systématique		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Vitesse en transit			Vitesse en transit		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		?			?		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊

ANNEXE B

ANNEXE B.2 : Leviers de décarbonation pour les arts traînants

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
Efficacité énergétique du navire	Réduction de la traînée	Revêtement de carène (silicone) prix au m2 et Retex armement		Revêtement de carène (silicone) prix au m2 et Retex armement			
		  		  			
		Bulbe : expertiser sa réelle utilité sur les rétrofits		Optimisation systématique de la carène (étrave...) en fonction du programme et des vitesses de transit et d'action de pêche			
	Optimisation du rendement propulsif	Modification de l'étrave à expertiser		  		  	
		Propulseurs innovants , lequels ?		Propulseurs innovants ?			
	Tenue à la mer	  		  			
		Stabilisateur passif (Flume) Suppression quilles de roulis		Stabilisateur passif (Flume) Suppression quilles de roulis			
	Optimisation de la consommation d'énergie à bord	Découplage propulsion / énergie difficile sur petits navires (< 10 m) en rétrofit.		Études d'optimisation énergétique systématiques.			
		optimisation de répartition des consommation : outils de monitoring de la performance et de la consommation.		Découplage propulsion / énergie systématique. Logiciel de gestion permanente de l'énergie à bord.			
		  		  			
	Optimisation des apparaux de pêche	Optimisation énergétique des treuils, enrouleurs....		Optimisation énergétique des treuils, enrouleurs....			
		  		  			
		Optimisation de l'échantillonnage de ces apparaux, poids.		Optimisation de l'échantillonnage de ces apparaux, poids.			
	Optimisation des équipements de pêche	  		Conversion hydraulique/électrique pour apparaux		Installation électrique dédiée aux apparaux	
		  		  			
	Optimisation des équipements de pêche	Panneaux allégés, chaluts, funes ...		Panneaux allégés , chaluts, funes...			
		  		  			

ANNEXE B

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
Énergies et infrastructures	Énergie fossile moins carbonée et transitoire (GNC)	Rétrofit impactant largement les volumes à bord pour stocker l'installation de stockage du Gaz.			Navire à faible autonomie		
		A expertiser par rapport à l'exploitation et l'autonomie			Nécessite un volume dédié au stockage de l'énergie plus importante		
		Problème des fuites de méthane fugitive					
	H2 (01)	😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Pour la propulsion (PAC ou moteur)			Pour la propulsion (PAC ou moteur)		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Biocarburants	Pour la production d'énergie à bord (PAC).			Pour la production d'énergie à bord (PAC).		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Oui à tester selon différents taux d'incorporation			En complément des autres leviers		
	E-carburants	😊	😊	😊	😊	😊	😊
		e-diesel possible, e-méthanol après remotorisation et mise en place d'équipements de sécurité et de la ventilation.			e-methanol ou methanol à expérimenter sur un navire neuf.		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
	Électrification/hybridation	Hybridation diesel-EL / Batteries. Sur navires récents pour dissocier propulsion & énergie			Hybridation diesel-EL / Batteries		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Solution 100% électrique			Solution 100% électrique		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊

ANNEXE B

Familles de leviers	Leviers de décarbonation	RÉTROFIT			NEUF		
		<12	12<L<24	>24	<12	12<L<24	>24
	Energies renouvelables éolien/Solaire	Panneaux solaires et éoliennes pour besoins bord			Panneaux solaires et éoliennes pour besoins bord		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Ailes / voiles pour aide à la propulsion			Ailes / voiles pour aide à la propulsion		
		😊	😊	😊	😊	😊	😊
Exploitation	Excellence opérationnelle	Formation des navigants			Formation des navigants		
		logiciel d'écoconduite et/ou routage adapté aux données disponibles à bord (capteurs ,moteur, GPS, courant....)			Logiciel de routage et d'écoconduite systématique		
	Sobriété et baisse de vitesse	😊	😊	😊	😊	😊	😊
		Vitesse en transit			Vitesse en transit		
	Nouvelle méthode de pêche	😊	😊	😊	😊	😊	😊
		?			?		

ANNEXE C

ANNEXE C : Besoin en jauge induit par la transformation des navires

<i>Navires de moins de 10 ans</i>	Division D	Nbre Navires N	Ratio N/Flotte - 10 ans	Puissance Totale P Kw	Ratio P/Puissance totale	Besoin en jauge pour tranche tech (UMS)	Total besoin jauge/type de pêche
Chalutiers	227]0 ; 12[34	10%	5 697	6,24%	301,50	987
	227]0 ; 8[	3	1%	201	0,22%	0,00
	227 [8 ; 10[	6	2%	775	0,85%	16,50
	227 [10 ; 12[	25	7%	4 721	5,17%	285,00
	226 [12 ; 24]	67	19%	26 669	29,20%	685,10	
	226 [12 ; 13[	4	1%	744	0,81%	72,00
	226 [13 ; 15[	16	4%	4 086	4,47%	0,00
	226 [15 ; 16[	13	4%	4 033	4,42%	380,90
	226 [16 ; 17[	2	1%	750	0,82%	72,20
	226 [17 ; 20[	5	1%	1 800	1,97%	0,00
	226 [20 ; 22[	4	1%	1 681	1,84%	160,00
	226 [22 ; 24]	23	6%	13 575	14,86%	0,00	
	228]24 ; ++[	6	2%	19 689	21,56%	0,00
Fileyeurs	227]0 ; 12[128	36%	16 417	17,97%	227,15	303
	227]0 ; 8[	80	22%	7 431	8,14%	0,00
	227 [8 ; 10[	37	10%	6 164	6,75%	101,75
	227 [10 ; 12[	11	3%	2 822	3,09%	125,40
	226 [12 ; 24]	5	1%	1 403	1,54%	76,00	
	226 [13 ; 15[	2	1%	505	0,55%	36,00
	226 [17 ; 20[	2	1%	498	0,55%	0,00
	226 [20 ; 22[	1	0%	400	0,44%	40,00
	228]24 ; ++[	2	1%	1 191	1,30%	0,00
	227]0 ; 12[	49	14%	6 281	6,88%	83,70
Ligneurs	227]0 ; 8[28	8%	2 733	2,99%	0,00	84
	227 [8 ; 10[	18	5%	2 992	3,28%	49,50
	227 [10 ; 12[	3	1%	556	0,61%	34,20
	226 [12 ; 24]	5	1%	442	0,48%	0,00	
	226 [17 ; 20[	4	1%	1 768	1,94%	0,00
	226 [22 ; 24]	1	0%	701	0,77%	0,00	
	228]24 ; ++[	2	1%	588	0,64%	0,00
	227]0 ; 12[	48	13%	8 761	9,59%	201,95
Caseyeurs	227]0 ; 8[25	7%	3 045	3,33%	0,00	202
	227 [8 ; 10[	13	4%	2 997	3,28%	35,75
	227 [10 ; 12[	9	3%	2 470	2,70%	148,20
	227 [12]	1	0%	249	0,27%	18,00	
	227]0 ; 12[	10	3%	1 223	1,34%	11,40
Pêches spéciales (Plongée, à pied, verveux)	227]0 ; 8[9	3%	1 113	1,22%	0,00	11
	227 [10 ; 12[	1	0%	110	0,12%	11,40
						1587	

ANNEXE C

<i>Navires entre 10 et 20 ans</i>	Division D	Nbre Navires N	Ratio N/Flotte - 10-20 ans	Puissance Totale P Kw	Ratio P/Puissance totale	Besoin en jauge pour tranche tech (UMS)	Total besoin jauge/type de pêche
Chalutiers	227]0;12[78	16%	10 079	11%	653,70	1051
	227]0;8[	7	1%	314	0%	0,00
	227]8;10[	18	4%	1 780	2%	49,50
	227]10;12[	53	11%	7 985	9%	604,20
	226]12;24]	56	11%	21 191	24%	397,20	
	226]13;15[	16	3%	4 007	4%	0,00
	226]15;16[	4	1%	1 059	1%	117,20
	226]17;20[	12	2%	4 728	5%	0,00
	226]20;22[	7	1%	2 649	3%	280,00
	226]22;24]	17	3%	8 748	10%	0,00	
	228]24;++[	6	1%	8 823	10%	0,00
Fileyeurs	227]0;12[171	35%	21 753	24%	504,25	504
	227]0;8[	82	17%	6 748	8%	0,00
	227]8;10[	59	12%	9 193	10%	162,25
	227]10;12[	30	6%	5 812	7%	342,00
	226]12;24]	3	1%	677	1%	0,00	
	226]13;15[	1	0%	191	0%	0,00
	226]17;20[	2	0%	486	1%	0,00
Ligneurs	227]0;12[79	16%	8 660	10%	220,85	221
	227]0;8[	29	6%	2 291	3%	0,00
	227]8;10[	43	9%	5 074	6%	118,25
	227]10;12[	9	2%	1 295	1%	102,60
	226]12;24]	1	0%	345	0%	0,00	
	226]17;20[	1	0%	345	0%	0,00
Caseyeurs	227]0;12[85	17%	9 726	11%	225,20	225
	227]0;8[	46	9%	4 339	5%	0,00
	227]8;10[	28	6%	3 444	4%	77,00
	227]10;12[	13	3%	1 943	2%	148,20
Pêches spéciales (Plongée, à pied, verveux)	227]0;12[8	2%	838	1%	5,50	6
	227]0;8[	6	1%	506	1%	0,00
	227]8;10[	2	0%	332	0%	5,50
							2007

ANNEXE C

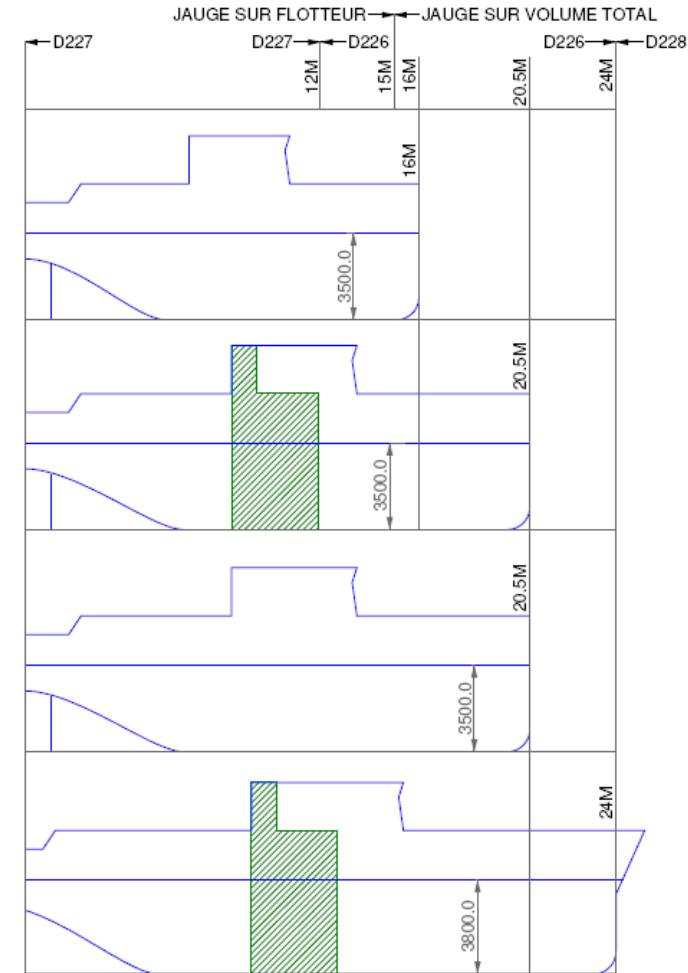
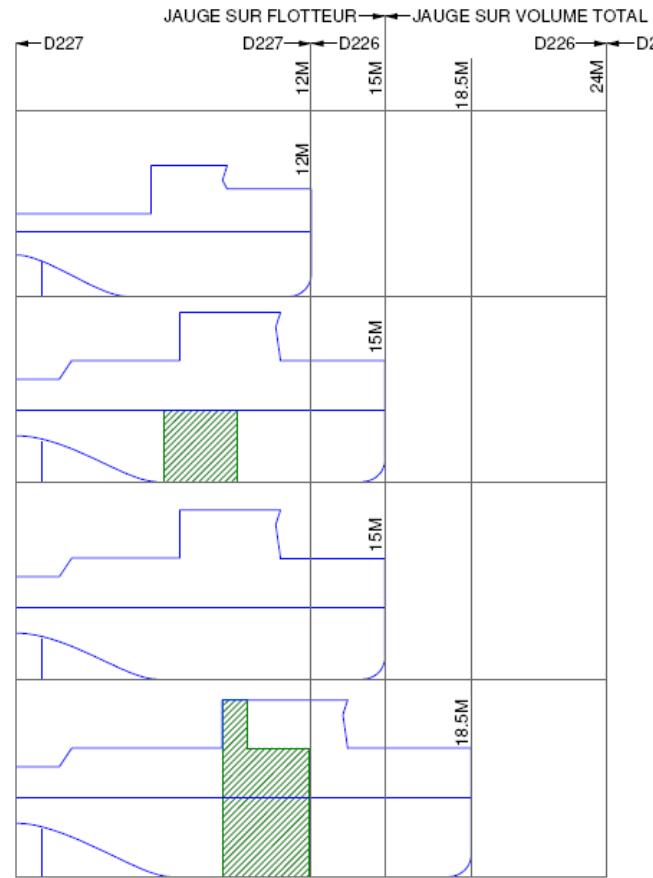
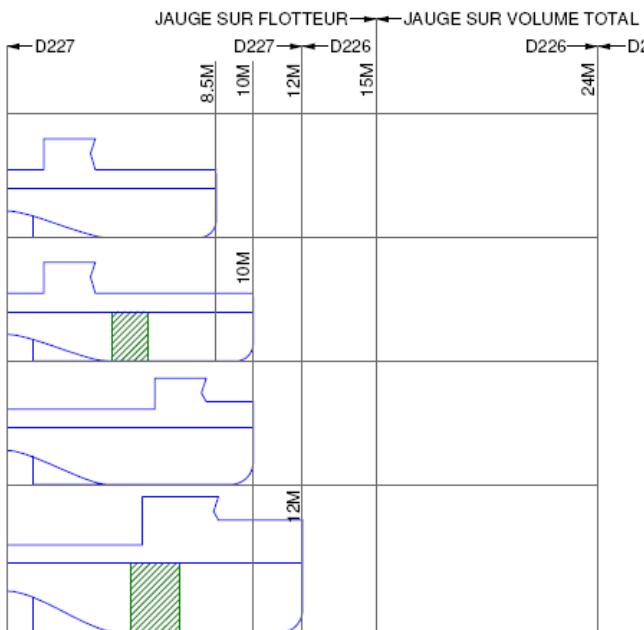
<u>Navires entre 20 et 30 ans</u>	Division D	Nbre Navires N	Ratio N/Flotte - 20-30 ans	Puissance Totale P Kw	Ratio P/Puissance totale	Besoin en jauge pour tranche tech (UMS)	Total besoin jauge/type de pêche
Chalutiers	227]0 ; 12[	60	10%	6 788	2%	434,35	
	227]0 ; 8[	9	2%	423	0%	0,00	
	227 [8 ; 10[	17	3%	1 703	0%	46,75	
	227 [10 ; 12[	34	6%	4 662	1%	387,60	
	226 [12 ; 24]	39	7%	14 348	4%	422,00	
	226 [12 ; 13[	3	1%	558	0%	54,00	
	226 [13 ; 15[	4	1%	920	0%	0,00	
	226 [15 ; 16[	6	1%	1 606	0%	175,80	
	226 [16 ; 17[	2	0%	754	0%	72,20	
	226 [17 ; 20[	3	1%	804	0%	0,00	
	226 [20 ; 22[	3	1%	1 351	0%	120,00	
	226 [22 ; 24]	18	3%	8 355	2%	0,00	
	228]24 ; ++[	56	10%	51 577	14%	0,00	
Fileyeurs	227]0 ; 12[	229	39%	24 574	6%	594,30	
	227]0 ; 8[	145	25%	10 888	3%	0,00	
	227 [8 ; 10[	42	7%	5 540	1%	115,50	
	227 [10 ; 12[	42	7%	8 146	2%	478,80	
	226 [12 ; 24]	14	2%	3 187	1%	240,00	
	226 [12 ; 13[	2	0%	175	0%	36	
	226 [13 ; 15[	5	1%	1 093	0%	0,00	
	226 [15 ; 16[	3	1%	702	0%	87,90	
	226 [16 ; 17[	1	0%	117	0%	36,10	
	226 [17 ; 20[	1	0%	283	0%	0,00	
	226 [20 ; 22[	2	0%	817	0%	80,00	
	228]24 ; ++[	2	0%	1 411	0%	0,00	
Ligneurs	227]0 ; 12[	83	14%	8 533	2%	216,15	
	227]0 ; 8[	39	7%	2 718	1%	0,00	
	227 [8 ; 10[	33	6%	3 834	1%	90,75	
	227 [10 ; 12[	11	2%	1 981	1%	125,40	
	226 [12 ; 24]	2	0%	455	0%	0,00	
	226 [13 ; 15[	2	0%	455	0%	0	
	228]24 ; ++[	2	0%	1 234	0%	0,00	
Caseyeurs	227]0 ; 12[	94	16%	9 529	3%	211,45	
	227]0 ; 8[	58	10%	4 767	1%	0,00	
	227 [8 ; 10[	23	4%	2 981	1%	63,25	
	227 [10 ; 12[	13	2%	1 781	0%	148,20	
	226 [12 ; 24]	3	1%	630	0%	58,60	
	226 [13 ; 15[	1	0%	160	0%	0	
	226 [15 ; 16[	2	0%	470	0%	58,6	
Pêches spéciales (Plongée, à pied, verveux)	227]0 ; 12[	4	1%	367	0%	11,40	
	227]0 ; 8[	3	1%	257	0%	0,00	
	227 [10 ; 12[	1	0%	110	0%	11,40	
							2188

ANNEXE C

<u>Navires de plus de 30 ans</u>	Division D	Nbre Navires N	Ratio N/Flotte - +30 ans	Puissance Totale P Kw	Ratio P/Puissance totale	Besoin en jauge pour tranche tech (UMS)	Total besoin jauge/type de pêche
Chalutiers	227 [0 ; 12[	473	19%	53 383	14%	3479,45	
	227]0 ; 8[	35	1%	2 071	1%	0,00	
	227 [8 ; 10[	175	7%	16 508	4%	481,25	
	227 [10 ; 12[	263	10%	34 804	9%	2998,20	
	226 [12 ; 24[	309	12%	84 475	22%	4175,10	
	226 [12 ; 13[	27	1%	4 674	1%	486,00	
	226 [13 ; 15[	64	3%	14 045	4%	0,00	
	226 [15 ; 16[	107	4%	27 267	7%	3135,10	
	226 [16 ; 17[	22	1%	6 414	2%	794,20	
	226 [17 ; 20[	43	2%	14 450	4%	0,00	
	226 [20 ; 22[	26	1%	9 328	2%	1040,00	
	226 [22 ; 24[	20	1%	8 297	2%	0,00	
	228 [24 ; ++[	27	1%	31 656	8%	0,00	
Fileyeurs	227 [0 ; 12[	1040	41%	82 465	22%	2510,35	
	227]0 ; 8[	643	26%	32 737	9%	0,00	
	227 [8 ; 10[	233	9%	23 944	6%	640,75	
	227 [10 ; 12[	164	7%	25 784	7%	1869,60	
	226 [12 ; 24[	68	3%	18 455	5%	0,00	
	226 [12 ; 13[	8	0%	1 325	0%	144	
	226 [13 ; 15[	10	0%	1 966	1%	0,00	
	226 [15 ; 16[	16	1%	3 672	1%	468,80	
	226 [16 ; 17[	5	0%	1 307	0%	180,50	
	226 [17 ; 20[	11	0%	3 609	1%	0,00	
	226 [20 ; 22[	6	0%	2 165	1%	240,00	
	226 [22 ; 24[	12	0%	4 411	1%	0,00	
	228 [24 ; ++[	17	1%	9 021	2%	0,00	
Ligneurs	227 [0 ; 12[	293	12%	24 928	7%	618,60	
	227]0 ; 8[	175	7%	10 311	3%	0,00	
	227 [8 ; 10[	84	3%	9 545	3%	231,00	
	227 [10 ; 12[	34	1%	5 072	1%	387,60	
	226 [12 ; 24[	7	0%	2 133	1%	0,00	
	226 [12 ; 13[	1	0%	125	0%	18	
	226 [13 ; 15[	2	0%	372	0%	0	
	226 [15 ; 16[	1	0%	473	0%	29,3	
	226 [17 ; 20[	1	0%	440	0%	0	
	226 [22 ; 24[	2	0%	723	0%	0,00	
	228 [24 ; ++[	15	1%	9 309	2%	0,00	
							619
Caseyeurs	227 [0 ; 12[	228	9%	18 102	5%	527,80	
	227]0 ; 8[	121	5%	6 087	2%	0,00	
	227 [8 ; 10[	80	3%	8 124	2%	220,00	
	227 [10 ; 12[	27	1%	3 891	1%	307,80	
	226 [12 ; 24[	7	0%	1 559	0%	0,00	
	226 [12 ; 13[	2	0%	322	0%	36	
	226 [13 ; 15[	2	0%	331	0%	0	
	226 [15 ; 16[	1	0%	221	0%	29,3	
	226 [20 ; 22[	1	0%	245	0%	40,00	
	226 [22 ; 24[	1	0%	440	0%	0,00	
							528
Pêches spéciales (Plongée, à pied, verveux)	227 [0 ; 12[	35	1%	3 446	1%	19,25	
	227]0 ; 8[	21	1%	1 091	0%	0,00	
	227 [8 ; 10[	7	0%	1 308	0%	19,25	
	227 [10 ; 12[	7	0%	1 047	0%	79,80	
							19
							11331

ANNEXE D

ANNEXE D : Vues longitudinales des six transformations proposées (concept)



ANNEXE E

ANNEXE E : Références utilisées pour les intégrations des énergies alternatives

Contenant		Capacité	Masse à vide	Nom du produit	Marque constructeur
Ammoniac		400 (Kg)	445 (Kg)	Ammonia 800L cylinder	Qingdao Ludong
Liquides cryogéniques		5981 (L)	3084 (Kg)	HS Series – Horizontal bulk storage	Charts
GNC	Rack de 12	482 (Kg)	3045 (Kg)	CNG 406-212-12	Baigong industrial
	Unité	40 (Kg)	211 (Kg)	CNG 406-212	
H2C	Rack de 12	58.8 (Kg)	1689 (Kg)	W205H35-12	Luxfer
	Unité	5.9 (Kg)	95 (Kg)	W205H35	
Batteries		19.2 (kWh)	200 (Kg)	Seanergy	SAFT

ANNEXE G

ANNEXE F : Tables des résultats des intégrations

EVOLUTION DE 8.5M A 10M								
VARIATIONS GEOMETRIQUES			Besoin Jauge UMS	Augmentatio n Jauge %	Augmentatio n L/B %	Augmentatio n Finesse %		
			2,75	28%	12%	10%		
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)						
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L	
2160	2160	154	900	0	694	620	0	
Coût (€/kW.h)								
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44	
EQUIVALENCE / GASOIL Litres								
2160	1931,04	28	360	0	193	20	0	
REJET DE CO2 (Kg/kW.h)								
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053	
EVOLUTION DE 10M A 12M								
VARIATIONS GEOMETRIQUES			Besoin Jauge UMS	Augmentatio n Jauge %	Augmentatio n L/B %	Augmentatio n Finesse %		
			11,4	63%	14%	4%		
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)						
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L	
2540	2540	461	3960	1976	2545	2067	0	
Coût (€/kW.h)								
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44	
EQUIVALENCE / GASOIL Litres								
2540	2270,76	85	1584	460	707	67	0	
REJET DE CO2 (Kg/kW.h)								
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053	
EVOLUTION DE 12M A 15M								
VARIATIONS GEOMETRIQUES			Besoin Jauge UMS	Augmentation Jauge %	Augmentation L/B %	Augmentation Finesse %		
			17,95	57%	19%	10%		
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)						
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L	
4280	4280	806	9000	3953	2776	2481	0	
Coût (€/kW.h)								
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44	
EQUIVALENCE / GASOIL Litres								
4280	3826,32	148	3600	919	771	80	0	
REJET DE CO2 (Kg/kW.h)								
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053	

ANNEXE G

EVOLUTION DE 15M A 18.5M							
VARIATIONS GEOMETRIQUES				Besoin Jauge UMS	Augmentation Jauge %	Augmentation L/B %	Augmentation Finesse %
				29,3	42%	16%	9%
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)					
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L
12200	12200	960	10700	11962	8330	7380	11962
Coût (€/kW.h)							
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44
EQUIVALENCE / GASOIL Litres							
12200	10906,8	176	4280	2782	2314	238	1441
REJET DE CO2 (Kg/kW.h)							
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053

EVOLUTION DE 16M A 20.5M							
VARIATIONS GEOMETRIQUES				Besoin Jauge UMS	Augmentation Jauge %	Augmentation L/B %	Augmentation Finesse %
				36,1	37%	28%	18%
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)					
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L
15400	15400	1344	15025	11962	11107	9840	11962
Coût (€/kW.h)							
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44
EQUIVALENCE / GASOIL Litres							
15400	13767	247	6010	2781	3085	317	1441
REJET DE CO2 (kg/kW.h)							
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053

EVOLUTION DE 20.5M A 24M							
VARIATIONS GEOMETRIQUES				Besoin Jauge UMS	Augmentation Jauge %	Augmentation L/B %	Augmentation Finesse %
				40	31%	12%	7%
Capas sans tranche		Capa dans la tranche (Litres sauf batteries)					
Diesel	Biodiesel	Batteries kWh	Methanol	Ammoniac	GNC	H2C	H2L
30000	30000	1728	19300	11962	8330	7380	11962
Coût (€/kW.h)							
0,13	0,16	0,047	0,43	0,54	0,098	0,44	0,44
EQUIVALENCE / GASOIL Litres							
30000	26820	318	7720	2782	2314	238	1441
REJET DE CO2 (Kg/kW.h)							
0,85	0,55	0,052	0	0,66	0,60	0,053	0,053

ANNEXE G

ANNEXE G : Mandat du Groupe de travail technique



Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture

Mandat du Groupe de travail

Feuille de route décarbonation « pêche »

La feuille de route de décarbonation de la filière maritime, élaborée par la filière sous le pilotage de la DGAMPA et du Cluster Maritime Français a été remise au Secrétariat d'Etat chargé de la Mer et au ministre en charge du transport le 4 avril dernier.

Cette feuille de route a identifié les leviers technologiques, opérationnels et énergétiques pouvant être déployés sur une flotte moyenne correspondant à l'intégralité des navires qui soutien en France. Cette feuille de route a également proposé un scénario de décarbonation qui applique ces leviers à des degrés divers afin de répondre aux objectifs de l'OMI et de l'UE, elle propose également un plan d'actions. Ce scénario est aujourd'hui en cours de révision dans le cadre des travaux du Secrétariat Général de la Planification Ecologique (SGPE) et le plan d'actions est en cours d'analyse par l'Etat.

Nous sommes au deuxième stade de la feuille de route, stade qui consiste à consolider les hypothèses avancées, fiabiliser les gains en émissions de CO₂ par levier, affiner les hypothèses des surcuts associés et affiner les besoins en carburants alternatifs. Cela se traduit par un travail plus précis par segment de flotte qui regroupe les navires dont les caractéristiques sont suffisamment proches.

Des groupes de travail sont donc initiés, sous pilotage de la DGAMPA afin de rendre une feuille de route thématique et précise par segment de flotte d'ici la fin de l'année 2023.

Le mandat ci-joint couvre les travaux de la feuille de route de décarbonation des navires de pêche qui seront pilotés par Laurent Clavery de CT ARCO .

**Le Directeur général des affaires maritimes,
de la pêche et de l'aquaculture**

Eric BANEL

Mandat du groupe de travail « Navires de pêche »

mer.gouv.fr
Tour Sequoia
92005 La Défense Cedex

1 / 3

ANNEXE G

Pilote

Laurent Clavery CT ARCO

Périmètre

- Navires de pêche sous pavillon français
- (*Nombre de navires et volume annuel d'énergie souté en France à identifier*).

Objectifs

- Affiner les leviers et solutions proposées dans la feuille de route à chaque type de navire ou de technique de pêche, voire en proposer d'autres, en soulignant la spécificité de la filière. Définir les possibilités de déploiement de ces leviers sur la flotte actuelle d'ici 2030 avec les gains en intensité carbone et/ou réduction de la consommation d'énergie associés.
- Identifier les possibilités de mutualisation, de collaboration
- Identifier les verrous face au challenge de la décarbonation, en neuvage, comme en retrofit :
 - o Techniques
 - o Financiers
 - o Réglementaires
 - o Opérationnels
 - o Energétiques
 - o Autres
- Présenter un programme de renouvellement/d'adaptation de la flotte actuelle
- Estimer les besoins en approvisionnement d'énergie décarbonées en France (quantité, type, localisation) sur la base des hypothèses retenues.
- Estimer les surcouts en distinguant les coûts d'investissements et les coûts (ou économies) à l'usage et en déduire les besoins en investissements à l'horizon 2030.

Pilotage

Laurent Clavery pilotera les échanges de ce Groupe de Travail
Le pilote guidera, et encadrera les échanges entre armateurs, en veillant à ce que le travail produit rende compte de l'ensemble des points de vues, et pas seulement d'une ou plusieurs flottes. Le pilote sera le garant de la crédibilité de ces propositions.

Participants

- o Armateurs à la pêche
- o CNPMEM
- o UAPF
- o France Pêche durable
- o Coopérative maritime
- o France Pélagique
- o Région Bretagne
- o DIRM NAMO, MED et MEMN
- o TOTAL énergie
- o IFREMER
- Pilotes des différents axes de la FdR :
 - o Gican
 - o Evolen
 - o Bureau Mauric (ou autre architecte naval)
 - o Institut MEET2050
- DGAMPA
- Cluster Maritime Français

mer.gouv.fr

Tour Séquoia
92005 La Défense Cedex

2 / 3

ANNEXE G

- CGDD

Organisation :

- Réunion de lancement juillet
- Ateliers intermédiaires par thématiques à identifier (type de pêche ?)
- Point d'étape - Présentation première version - (octobre)
- Ateliers intermédiaires
- Réunion de clôture – présentation version finale (décembre)
- Remises officielles lors d'un évènement « ministres » à organiser

Notes :

- Utilisation possible de l'outil de modélisation MEET2050 (à définir)
- Le partage des caractéristiques techniques des navires existants paraît essentiel ainsi des soutages en France