

Réduction Des Emissions De Gaz A Effet De Serre Du Transport Maritime : Bilan Des Politiques De l'Organisation Maritime Internationale

[Reducing Greenhouse Gas Emissions From Shipping: Assessment Of The International Maritime Organization's Policies]

Chadli Yaya¹ Frédéric Lasserre²

¹Doctorant au département de Géographie, Université Laval
chadli.yaya.1@ulaval.ca

²Professeur au département de Géographie, Université Laval.
Frederic.Lasserre@ggr.ulaval.ca



Résumé – Dans le contexte de la lutte contre les changements climatiques, la réduction des émissions de gaz à effet de serre est devenue une réelle préoccupation pour la communauté maritime. Pour s'aligner sur les objectifs de l'Accord de Paris, l'OMI a adopté en 2018 sa stratégie initiale appelant à réduire l'intensité carbone du transport maritime d'au moins 50% d'ici 2050. Cette stratégie représente le premier cadre mondial sur le climat du transport maritime et identifie une liste de mesures à court, moyen et long terme pour atteindre l'objectif. La présente étude a examiné la stratégie initiale de l'OMI en mettant en exergue les politiques et limites à la réduction des émissions de gaz à effet de serre du transport maritime

Mots-clés – Réduction des émissions de GES, réglementation de l'OMI, Changements climatiques

Abstract –In the context of the fight against climate change, reducing greenhouse gas emissions has become a real concern for the maritime community. To align with the goals of the Paris Agreement, the IMO adopted its initial strategy in 2018 calling for a reduction in the carbon intensity of shipping by at least 50% by 2050. This strategy represents the first global climate framework for shipping and identifies a list of short-, medium-, and long-term actions to achieve the goal. This study examined the initial IMO strategy, highlighting policies and limitations to reducing greenhouse gas emissions from shipping

Keywords – GHG emission reduction, IMO regulations, Climate change

I. INTRODUCTION

Les changements climatiques sont considérés comme les plus grands défis auxquels l'humanité est confrontée. Bien que le transport maritime soit généralement considéré comme un mode de transport plus propre par rapport à d'autres modes de transport, il est également confronté à d'importants défis environnementaux. L'un d'eux est l'utilisation massive des énergies fossiles dans les transports. Ces carburants fossiles, lorsqu'ils sont brûlés, libèrent de l'énergie thermique qui est ensuite convertie en électricité ou en mouvement, libérant dans l'atmosphère beaucoup de dioxyde de carbone (CO₂), un gaz à effet de serre qui contribue au problème du réchauffement climatique (Seetharaman et al. 2019). Avec environ 70 000 navires dans le monde, on

estime que le transport maritime consomme plus de 330 millions de tonnes métriques de carburant chaque année (Alamouh et al. 2022), ce qui représente près de 3% des émissions mondiales de CO₂ (Mander, 2017; Alamouh et al. 2022).

Les changements climatiques ont fait l'objet de nombreux accords dont le plus récent est celui de l'accord de Paris (COP21), signé en 2015 et entré en vigueur en 2016. L'accord enjoint aux États parties de maintenir l'augmentation de la température moyenne mondiale en dessous de 2°C au-dessus des niveaux préindustriels ; et de poursuivre les efforts pour limiter la hausse à 1,5°C (Dahl et Fløttum, 2019). On estime que les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites d'environ 50 à 85 % en 2050, par rapport aux niveaux actuels, afin de parvenir à une stabilisation de la température à 2-1,5°C au-dessus des niveaux préindustriels (Ibid). Contrairement au Protocole de Kyoto, qui fixe des objectifs d'émissions spécifiques pour les seuls pays industrialisés, l'Accord de Paris attend de toutes les parties qu'elles s'attaquent à toutes les émissions des activités humaines. Ainsi, pour freiner les changements climatiques (réduction des émissions de GES), toutes les industries doivent se conformer à l'objectif fixé par l'Accord de Paris de limiter l'augmentation de la température mondiale en dessous de 1,5° (Alamouh et al. 2022).

Dans le cas du transport maritime, le domaine réglementaire de la navigation internationale relève principalement de l'Organisation maritime internationale (OMI), qui est l'agence spécialisée des Nations Unies chargée de la prévention de la pollution marine par les navires et de la sûreté et de la sécurité des activités de navigation (Karim, 2015). L'OMI a traditionnellement abordé l'impact environnemental des activités maritimes en introduisant des conventions et des lois internationales pour les réglementer. En 1997, elle a été désignée par la CCNUCC comme l'organisme chargé de réguler les émissions maritimes (Yliskylä-peuralahti, 2016; Serra et Fancello 2020). En réponse à l'Accord de Paris en 2015, l'OMI a établi une stratégie initiale de réduction des émissions de GES des navires en avril 2018. Il s'agit d'une première stratégie qui vise à réduire les émissions de GES du transport maritime d'au moins 50% en 2050 par rapport à 2008. La stratégie met en évidence des mesures à court, moyen et long terme pour une éventuelle décarbonation du secteur du transport maritime (Chircop 2020). Cependant, très peu d'études ont essayé de relever les limites à la mise en œuvre de cette politique pour réduire les GES du secteur maritime. C'est dans ce sens, cet article évalue la stratégie initiale de l'OMI en mettant en lumière ses objectifs et examine son efficacité pour assurer la réduction des émissions du transport maritime.

II. LE TRANSPORT MARITIME COMME UNE SOURCE DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

2-1- Les émissions du transport maritime.

Les gaz d'échappement des navires sont une source importante de pollution de l'air à la fois pour les polluants conventionnels et les gaz à effet de serre. Les facteurs qui influent sur les émissions sont les carburants et le type de moteur des navires. La pollution atmosphérique consiste en une variété de substances, qui vont des particules visibles de fumée et de suie, aux molécules gazeuses d'oxydes de soufre et d'azote qui ne sont pas détectables à l'œil nu. Ils ne doivent pas être confondus avec les gaz à effet de serre (Doudnikoff, 2016; Lindstad et Eskeland 2016; Rehmatulla et al. 2017). Les principales émissions comprennent : le dioxyde de soufre (SO₂) ; oxydes d'azote (NO_x) ; composés organiques volatils (COV); matière particulaire (PM); dioxyde de carbone (CO₂) et autres GES (Cullinane et Cullinane 2013; Salo *et al.* 2016; Wilewska-Bien et al. 2016). Les émissions de SO_x sont principalement associées à des teneurs en soufre élevées des combustibles fossiles (Balcombe et al. 2019). Le SO_x contribue de manière substantielle aux pluies acides. Les pluies acides interfèrent avec la croissance de la flore et de la faune et avec la vie aquatique (Cullinane et Cullinane 2013). Le SO₂ est le principal polluant atmosphérique à l'origine de l'acidification dans de nombreuses régions (Walker *et al.* 2019). Étant donné qu'environ 70% des émissions du transport maritime sont émises à moins de 400 km de terre, le transport maritime est une source de pollution atmosphérique à prendre en compte dans les discussions sur la qualité de l'air dans les zones côtières et les impacts sur la santé humaine et l'environnement (Corbett *et al.* 2007).

À propos des PM (microparticules), elles sont directement liées à la mauvaise qualité des combustibles marins et sont produites lors du processus de combustion, principalement sous forme de suie et de cendre. La mesure des particules est très difficile en raison de leur nature ultrafine. Elles sont généralement classées en PM₁₀, ce qui signifie que les particules ont un rayon de 10 microns, ou PM_{2,5}, qui signifie que leur rayon est 2,5 microns. Il est déjà difficile de mesurer la quantité de particules émises par un moteur lorsque le navire est à l'arrêt, mais cela devient presque impossible lorsqu'il se déplace à différentes vitesses ou dans des conditions différentes. Les termes noirs de carbone (Carbon black), carbone organique (OC) sont également fréquemment utilisés et peuvent prêter à confusion. Les BC sont des particules absorbant la lumière qui peuvent absorber la

lumière visible avec une longueur d'onde supérieure à 550 nm. En se déposant sur le sol, la neige ou la glace, elles peuvent contribuer à accélérer le réchauffement en absorbant le rayonnement solaire incident. Ces particules sont réfractaires, et une température supérieure à 4000 K est nécessaire pour volatiliser ces particules (Cullinane et Cullinane 2013). Les émissions de COV du transport maritime proviennent principalement de la production, du transport et du stockage du pétrole brut. Pas moins de 2,4 millions de tonnes de COV, ce qui représente des centaines de millions d'euros en valeur, sont perdues chaque année en raison du transport du pétrole brut (Corbett *et al.* 2007). Les COV comprennent le benzène, le toluène et les p-xylènes. Ils sont le résultat d'un processus de combustion incomplet dans les moteurs et constituent une source de pollution chimique.

Les NO_x résultent de la combustion de combustibles fossiles à des températures élevées. Les émissions de NO_x ont également un impact sur le climat (Salo *et al.* 2016). Les NO_x nuisent à la santé et aux écosystèmes. Les effets des NO_x sur la santé ne sont apparus que récemment et font maintenant l'objet d'une grande attention, même au point que de nombreuses villes parlent d'interdire les moteurs diesel des centres-villes et même d'interdire complètement l'utilisation du diesel. Les estimations du nombre de décès et de personnes souffrant d'impacts négatifs sur la santé attribuables à un polluant spécifique sont naturellement variables. Si l'on considère également les émissions de NO_x de la navigation maritime internationale dans les mers entourant l'UE, la part est encore plus importante (Cullinane et Cullinane 2013). Les SO_x et NO_x contribuent à l'acidification des zones terrestres et maritimes et à la formation de particules secondaires (*ibid.*). Ces émissions causent de graves problèmes de santé humaine et peuvent entraîner la mort. En 2010, la Chine a enregistré environ 1,2 million de décès prématurés causés par la pollution de l'air ambiant (Rajé *et al.* 2018).

2-2- Le CO₂ comme principal gaz à effet de serre du transport maritime contribuant aux changements climatiques et réglementé par l'OMI.

Les gaz à effet de serre (GES) sont l'une des principales causes des changements climatiques. Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre émis par le transport maritime et environ 3,1 kg de CO₂ sont émis pour chaque kilogramme de carburant brûlé. Il n'est pas le seul gaz à effet de serre (Corbett *et al.* 2010). D'autres polluants climatiques comme le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), le carbone noir (BC) produits par l'activité humaine contribuent aux déséquilibres thermiques de la terre. Ces émissions renforcent l'effet de serre et contribuent aux changements climatiques. Ces dernières ne sont pas réglementées par l'organisation maritime internationale, mais il devrait l'être. Au cours de la dernière décennie, plusieurs chercheurs (Acciario et Wilmsmeier 2015; Salo *et al.* 2016) ont tenté à plusieurs reprises d'évaluer les émissions totales de GES provenant du transport maritime. Selon Corbett *et al.* (2010) le transport maritime a émis 972 millions de tonnes de CO₂, soit 2,8% des émissions mondiales en 2012. La raison principale des émissions est liée principalement à la consommation des énergies fossiles (Eyring *et al.* 2010). Récemment une étude menée par ICCT révèle que les émissions totales de gaz à effet de serre (GES) du transport maritime ont augmenté d'environ 10% de 2012 à 2018 (ICCT, 2020). Les plus frappantes ont été l'augmentation des polluants climatiques de courte durée, dont une augmentation de 12% des émissions de carbone noir et une augmentation de 150% des émissions de méthane qui ne sont pas pris en compte dans la convention Marpol. La croissance de 150% des émissions de méthane de 2012 à 2018 était en grande partie due à une augmentation du nombre de navires alimentés au gaz naturel liquéfié (*ibid.*). Les activités sur les océans émettent du dioxyde de carbone et contribuent ainsi aux changements climatiques.

La question climatique est chaque jour à l'honneur dans le monde entier. Aujourd'hui, les changements climatiques se traduisent notamment par une hausse des températures moyennes et extrêmes, un changement de la configuration des pluies, la fonte du pergélisol et la progression des conditions météorologiques dangereuses. Des effets se font également observer de plus en plus sur les routes maritimes (Hoegh-Guldberg et Bruno 2010). Certains processus se produisent plus rapidement que les prévisions antérieures; la banquise arctique fond plus vite que ne le prévoyait le dernier rapport du GIEC en 2007 (Stroeve *et al.* 2007). Les effets des changements climatiques sont déjà visibles, par exemple sous la forme de rétrécissement des glaciers, de fonte du pergélisol et d'érosion côtière et de modifications des systèmes biologiques (Rosenzweig *et al.* 2008). Compte tenu des effets potentiellement dramatiques du réchauffement climatique, la pression sur l'industrie du transport maritime pour réduire ses émissions de CO₂ s'accroît. Dans cette perspective, l'OMI s'est engagé à réduire son empreinte carbone pour s'aligner sur les objectifs de l'accord de Paris.

III. CONTRIBUTION DE L'OMI A L'ATTENUATION DES GES DU TRANSPORT MARITIME.

3-1- Annexe VI de la Convention Marpol.

L'OMI, qui a été créée en 1959 en tant qu'agence des Nations Unies et dont le siège est à Londres, facilite la coopération technique et l'établissement de normes pour le transport maritime. Son comité de protection de l'environnement marin gère les questions environnementales, dont les changements climatiques, et a le pouvoir d'adopter et de modifier la législation régissant la pollution marine par les navires, y compris les émissions de gaz à effet de serre et les réglementations en matière d'efficacité énergétique. L'Organisation maritime internationale (OMI) est une institution spécialisée des Nations Unies (ONU) qui régleme le transport maritime. Cependant, elle-même ne dispose pas de pouvoir de contrôle au niveau des États. Ses domaines de compétence comprennent la sécurité maritime, la sécurité maritime, la protection de l'environnement marin, les questions juridiques, la coopération technique et autres. Le principal instrument réglemant la pollution par les navires est la Convention internationale pour la prévention de la pollution des navires (MARPOL) initialement adoptée en 1973, mais qui n'est entrée en vigueur qu'après l'adoption d'un protocole en 1978 (Chircop et al. 2018). À l'origine, MARPOL comportait cinq annexes réglementaires, traitant de la pollution par les hydrocarbures, des substances liquides nocives transportées en vrac, des substances nocives sous forme emballée, des eaux usées et des ordures.

En 1997, les parties à MARPOL ont adopté une sixième annexe, traitant de la pollution de l'air par les navires, qui est entrée en vigueur en mai 2005 et en 2009 pour les États-Unis (Doelle et Chircop 2018). Cependant, lorsque l'annexe VI a été adoptée en 1997, le changement climatique était déjà un problème majeur. Néanmoins, l'annexe VI n'en parlait pas à l'origine, en partie par respect pour les négociations sur le Protocole de Kyoto, qui se déroulaient au même moment. Au lieu de cela, l'annexe VI s'est concentrée sur les problèmes des pluies acides et de l'appauvrissement de la couche d'ozone, établissant des exigences réglementaires pour limiter les émissions des principaux contributeurs aux pluies acides, SO₂ et NO_x, et interdisant les émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone (Germond et Ha 2019). Ce n'est qu'en 2011 que les parties ont étendu l'annexe VI de MARPOL pour faire face aux changements climatiques (Bodansky, 2018). Celle-ci a été suivie au cours des années suivantes par des mesures de transfert de technologie et de collecte de données (Ibid). Conformément à l'accord de Paris sur le climat, en 2018, l'OMI a adopté sa stratégie initiale représentant la feuille de route pour atténuer les émissions de gaz à effet du transport maritime.

3-2- Actions de l'OMI dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre

La réduction des GES des navires est un défi majeur pour OMI. Cette agence est reconnue également comme le forum pour discuter des mesures visant à réduire les émissions de GES provenant du transport maritime international, comme l'indique l'article 2.2 du Protocole de Kyoto (Bodansky 2018). L'annexe VI de la convention Marpol Révisée impose des limites de réduction des émissions. Les règlements sont obligatoires pour tous les navires existants et nouvellement construits dans le but principal de rendre les systèmes énergétiques à bord plus efficaces. Depuis 2018, l'OMI a adopté la stratégie initiale sur la réduction des émissions de GES des navires lors de la 72e session du Comité de Protection de l'Environnement maritime (MEPC) de l'OMI. La stratégie initiale de GES fixe comme objectif de réduire l'intensité carbone du transport maritime international d'au moins 40 % d'ici 2030 par rapport à 2008 et de réduire les émissions annuelles totales de GES d'au moins 50 % d'ici 2050, également par rapport à 2008 (Cadez et al. 2019). La stratégie initiale de l'OMI sur les GES définit un calendrier et une structure pour déterminer quand envisager différentes politiques. Elle comprend une liste non exhaustive de mesures politiques envisageables à court, moyen et long terme, c'est-à-dire des mesures qui pourraient être finalisées et convenues entre 2018 et 2023, entre 2023 et 2030 et au-delà de 2030 et qui se présentent comme suit (OMI, 2020). Ces mesures peuvent être classées en trois catégories : les mesures technologiques, les mesures opérationnelles et les mesures fondées sur le marché (MBM). Les mesures technologiques comme L'EEDI (Energy Efficiency Design Index) comprennent le développement et l'installation à bord des navires des technologies vertes. Les mesures opérationnelles (Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP) sont des mesures qui améliorent les opérations d'un navire (c'est-à-dire par l'optimisation de route des navires et de la réduction vitesse opérationnelle des navires communément appelé le slow steaming. La troisième catégorie est composée par les mesures basées sur les marchés.

L'EEDI vise à promouvoir l'utilisation de conceptions de navires économes en énergie dans le but ultime de réduire les émissions des navires. L'EEDI n'aborde pas les mesures opérationnelles; il se concentre fondamentalement sur la conception. Son

utilisation implique l'amélioration des zones de résistance et de propulsion des navires pendant la phase de conception des navires. Ce règlement impose aux navires construits après le 1er janvier 2013 de respecter un niveau minimal d'efficacité énergétique (Trivyza et al. 2020). L'EEDI pour les nouvelles constructions exige jusqu'à 30 % d'amélioration des performances de conception en fonction du type de navire. C'est un mécanisme non contraignant basé sur les performances qui permet à l'industrie de choisir librement la technologie à utiliser dans une conception de navire spécifique. Les concepteurs et constructeurs de navires sont libres d'utiliser la solution la plus rentable, dans la mesure où le niveau d'efficacité énergétique requis est atteint pour se conformer à la réglementation (Endres *et al.* 2018). Le niveau EEDI est resserré progressivement tous les cinq ans avec un niveau initial de réduction de CO₂ de 10 % pour la première phase (2015-2020), 20 % pour la deuxième phase (2020-2025) et une réduction de 30 % obligatoire de 2025 à 2030. L'objectif de l'EEDI est de stimuler l'innovation continue et le développement technique de tous les composants (conception de la coque, hydrodynamique, moteur, propulsion et carburants alternatifs) influençant le rendement énergétique d'un navire en réduisant les émissions de GES dès sa phase de conception (Rehmatulla et al. 2017). Plus l'EEDI est petit, plus la conception du navire est économe en énergie. Il est calculé par une formule basée sur les paramètres techniques de conception pour un navire donné.

Par ailleurs, l'une des insuffisances relatives à l'EEDI est qu'il ne fixe aucun objectif ou plafond de réduction des émissions juridiquement contraignant pour le secteur; il s'agit d'un instrument d'approbation aux effets limités puisque la durée de vie moyenne d'un navire est d'environ 30 ans et qu'il faudra une ou deux décennies avant que l'EEDI ait un impact réel (Olsthoorn et al. 2016; Ross et Schinas 2019). L'EEDI ne se traduit pas automatiquement par une consommation d'énergie également inférieure dans les opérations du monde réel. Dans certaines circonstances, la poursuite d'un EEDI, inférieur, sacrifiera la sécurité de la navigation dans des conditions météorologiques et maritimes extrêmes en raison de la puissance réduite du moteur. Actuellement, seules les émissions de CO₂ sont réglementées dans le cadre de l'EEDI. « Le méthane n'est pas encore réglementé par l'OMI, mais il devrait l'être parce qu'il a un potentiel de réchauffement planétaire beaucoup plus fort que le CO₂ » (ICCT, 2020 :1). L'OMI poursuit des "mesures fondées sur le marché" supplémentaire, mais celles-ci n'en sont encore qu'à leurs débuts (Stevens *et al.* 2015). Les avancées technologiques ont longtemps été saluées comme des solutions prometteuses pour lutter contre les changements climatiques, mais elles seules ne peuvent conduire à une réduction des émissions du transport maritime dans un futur proche (Miola et al. 2011). Il n'existe donc actuellement pas de solution unique pour réduire l'empreinte carbone du transport maritime. Cependant, les entreprises sont autorisées à sélectionner les mesures les plus rentables pour leurs navires tant que l'efficacité énergétique requise est atteinte. La sélection de la meilleure option (ou mesure d'efficacité énergétique) parmi les alternatives et sa mise en œuvre de manière efficace sont les deux phases importantes pour parvenir à un transport maritime efficace sur le plan énergétique. L'une des difficultés les plus importantes concernant la mise en œuvre est le coût de la transformation des navires et de l'élévation de l'équipage pour répondre aux exigences des conventions. En général, les coûts peuvent donc soulever des doutes quant à la capacité des entreprises, des gouvernements et de l'industrie dans son ensemble à appliquer pleinement et correctement les conventions (Lindstad et al. 2012; Hansen et al. 2020). Par exemple dans le cadre des exigences de l'annexe VI de la convention Marpol relative à l'efficacité énergétique dans le transport maritime, la mise en œuvre de l'EEDI implique un changement ou une modification des navires, ce qui nécessitera un coût d'investissement élevé.

Outre l'EEDI, l'OMI s'est penchée également sur le SEEMP. Le SEEMP est une mesure opérationnelle rentable qui crée un mécanisme pour améliorer l'efficacité énergétique d'un navire. Cette approche vise à améliorer l'efficacité énergétique d'un navire en quatre étapes : Planification ; mise en œuvre ; surveillance ; évaluation (Tavasszy et Piecyk 2018). Le SEEMP fournit une méthode permettant aux compagnies maritimes de gérer les performances d'efficacité des navires et de la flotte en utilisant des outils tels que l'indicateur opérationnel d'efficacité énergétique (EEOI). L'EEOI permet aux opérateurs d'évaluer l'efficacité énergétique d'un navire en exploitation et l'impact de toute amélioration opérationnelle, telle qu'une meilleure planification du voyage ou un nettoyage plus régulier des hélices, ou la mise en œuvre de solutions technologiques telles que des systèmes de récupération de la chaleur perdue ou une nouvelle hélice. Cet indice est mis à jour une fois que le navire termine chaque voyage en raison de variables externes telles que les conditions de l'environnement de navigation, la zone de navigation, les conditions météorologiques, la température de l'environnement, le poids de la cargaison, etc. (Corbett et al. 2010).

Les directives de l'OMI donnent des orientations sur les meilleures pratiques. Cependant, il appartient à la compagnie maritime de décider des mesures à mettre en œuvre. Le SEEMP est universellement reconnu comme une condition nécessaire pour réduire les émissions de carbone et la consommation d'énergie dans l'industrie du transport maritime international. Le SEEMP s'applique à tous les navires existants à partir de 2013 et est devenu un outil important pour encourager les armateurs à

incorporer diverses mesures pour assurer un fonctionnement économe en carburant (Poulsen et Sornn-Friese 2015). Les directives SEEMP suggèrent des mesures comme le routage météorologique, l'arrivée juste à temps, le slow steaming et la récupération de la chaleur perdue comme des pratiques pouvant réduire les gaz à effet de serre. Mais, certaines pratiques ne conviennent pas à tous les types de navires. Les lignes directrices soulignent également la nécessité d'une coordination entre les différentes parties prenantes en matière d'efficacité énergétique (Shi 2016). Cependant, l'absence d'objectif de réduction réduit l'efficacité du SEEMP. Certaines des mesures opérationnelles efficaces comme le slow steaming ont des effets négatifs sur le commerce maritime international. Elle peut affecter négativement les chaînes d'approvisionnement, la concurrence sur le marché du transport maritime et la sécurité des navires (Corbett et al. 2010).

En dehors de l'EEDI et du SEEMP, en juin 2021, le comité de protection du milieu marin (MEPC) a proposé deux nouvelles réglementations qui auront un impact sur les propriétaires de navires dans le monde entier : l'indice d'efficacité énergétique des navires existants (EEXI) et l'indicateur d'intensité carbone (CII). Il s'agit des mesures à court terme obligatoires en vertu de l'Annexe VI de la Convention MARPOL. Les normes techniques applicables aux navires nouvellement construits via l'Energy Efficiency Design Index (EEDI) sont élargies pour couvrir les navires existants via l'Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI). Les armateurs doivent désormais s'assurer que leurs navires sont inspectés chaque année par des sociétés de classification utilisant l'EEXI. L'EEXI exige des exploitants de navires qu'ils évaluent la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ de leurs navires par rapport à des exigences spécifiques en matière d'efficacité énergétique pour chaque type de navire. L'indice de rendement énergétique des navires existants (EEXI) doit être calculé pour les navires d'une jauge brute égale ou supérieure à 400, conformément aux différentes valeurs fixées par types de navires et catégories de dimensions. Les calculs de l'EEXI sont basés sur la méthodologie développée pour l'Energy Efficiency Design Index (EEDI) pour les nouvelles constructions. L'EEXI décrit les émissions de CO₂ d'un navire, en déterminant les émissions de CO₂ normalisées liées à la puissance du moteur installé, à la capacité de transport et à la vitesse du navire. Les émissions sont calculées en fonction de la puissance installée du moteur principal, de la consommation de fioul et d'un facteur de conversion entre le carburant et la masse de CO₂ correspondante. Les propriétaires de navires peuvent être amenés à mettre en œuvre des mesures techniques pour ajuster les émissions de leurs navires au niveau requis.

Le plan de gestion de l'efficacité énergétique des navires (SEEMP), obligatoire pour les navires existants depuis 2013, est renforcé en introduisant des réductions annuelles obligatoires concernant l'indicateur d'intensité carbone (CII). Le CII représente l'indicateur d'intensité carbone opérationnel annuel, il détermine le facteur de réduction annuelle visant à garantir une amélioration continue de l'intensité carbone opérationnelle du navire dans le cadre d'un niveau de notation spécifique. L'indicateur d'intensité carbone opérationnel annuel réalisé (CII opérationnel annuel obtenu) devra être documenté et vérifié par rapport au CII opérationnel annuel requis. Cela permettrait de déterminer la note relative à l'intensité carbone opérationnelle. La note serait attribuée sur une échelle - la note relative à l'intensité carbone opérationnelle parmi les notes A, B, C, D et E, qui indiquent respectivement un niveau de performance très supérieur, légèrement supérieur, moyen, légèrement inférieur ou inférieur. Le niveau de performance serait enregistré dans le Plan de gestion du rendement énergétique du navire (SEEMP). Un navire ayant obtenu la note D pendant trois années consécutives ou E pendant un an devra soumettre un plan de mesures correctives, afin de montrer comment l'indice requis (C ou plus) serait atteint. Les administrations, les autorités portuaires et les autres parties prenantes comme DNV, ABS ou Bureau Veritas, sont encouragées à offrir des incitations aux navires ayant obtenu la note A ou la note B. En termes simples, les mesures à court terme visent à atteindre les objectifs de réduction de l'intensité carbone de la Stratégie initiale de l'OMI. Pour ce faire, ils exigent de tous les navires qu'ils calculent leur indice de rendement énergétique des navires existants (EEXI) et qu'ils établissent leur indicateur d'intensité carbone (CII) opérationnel annuel et la notation relative aux CII. En d'autres termes, les navires obtiennent une note de leur rendement énergétique (A, B, C, D, E - où A est le meilleur). Un navire fonctionnant avec combustible à faible teneur en carbone obtient clairement une meilleure note qu'un navire fonctionnant avec des combustibles fossiles. Les armateurs et les opérateurs peuvent adopter la pratique courante consistant à ralentir pour réduire les coûts de carburant, connue sous le nom de "slow steaming" pour se conformer. Le problème est que les mesures à court terme ne vont pas suffisamment avancer l'industrie vers le zéro net. Cette situation est susceptible d'inciter les gouvernements à adopter une législation comme des taxes sur le carbone qui impose des réductions d'émissions à l'industrie du transport maritime

3-3- Réglementation basée sur le marché

Dans la stratégie de réduction du gaz à effet de serre (GES) de l'Organisation maritime internationale (OMI), les mesures fondées sur le marché (MBM) sont considérées comme réalisables à moyen terme. Par conséquent, la pertinence de la MBM pour l'industrie du transport maritime devrait augmenter à l'avenir et, par conséquent, les émissions de carbone et d'autres gaz à effet de serre influenceront l'évaluation des investissements dans les technologies vertes. En augmentant le coût des émissions de GES par l'incorporation d'une taxe sur les carburants ou en échangeant des permis, le principe est de créer une incitation économique à investir dans les technologies de réduction (Miola et al. 2011). De nombreux organismes étudient actuellement la faisabilité du MBM. Dans de nombreux autres secteurs et pays, les instruments économiques, ou mesures fondées sur le marché (MBM), sont largement utilisés par les régulateurs pour internaliser les coûts de la pollution causée par les activités économiques, remédier aux inefficacités du marché et réduire les prix (Psaraftis 2012 ; Nikolakaki 2012; Cullinane et Cullinane 2013).

Différentes MBM ont été proposées par un certain nombre de pays et ont été discutées à l'OMI. Mentionnons par exemple : le prélèvement de l'État du port (PSL) Jamaïque Taxes, une redevance uniforme sur les émissions de tous les navires faisant escale dans leurs ports respectifs, basé sur la quantité de carburant consommée par le navire respectif lors de son voyage vers ce port. Le principe pourrait être réalisé par le biais d'un fonds autoadministré et/ou d'un mécanisme international (Groupement : « Focus on In-Sector » et « In-Sector & Out-of-Sector ») Le Libéria et la République de Corée ont ensuite été ajoutés en tant que co-sponsors de cette MBM. Ce Fonds établirait un objectif global de réduction pour le transport maritime international, fixé soit par la CCNUCC, soit par l'OMI. Les émissions supérieures à la ligne cible seraient compensées en grande partie par l'achat de crédits de réduction d'émissions approuvés. Les activités de compensation seraient financées par ce que les proposants appellent une "contribution" payée par les navires sur chaque tonne de combustible de soute achetée. Il est envisagé que les contributions soient perçues par l'intermédiaire des fournisseurs de combustible de soute (option 1) ou via un paiement direct des armateurs (option 2). Le taux de contribution serait ajusté à intervalles réguliers pour s'assurer que des fonds suffisants sont disponibles pour acheter des crédits de projet afin d'atteindre la ligne cible convenue. Le Leveraged Incentive Scheme (LIS) pour améliorer l'efficacité énergétique des navires basés sur le Fonds international des GES proposés par le Japon. Tous les nouveaux navires, à l'exception de ceux qui respectent des seuils EEDI prédéfinis et des navires existants, sont tenus de verser des contributions en fonction de la quantité de combustible de soute consommée/achetée et de la mesure dans laquelle l'efficacité du navire est inférieure à un niveau spécifique. Les fonds collectés sont versés à un fonds international de GES pour une allocation ultérieure (regroupement : focus sur le secteur). L'ETS (Émissions Trading System) pour le transport maritime international fixe un plafond sectoriel sur les émissions nettes du transport maritime international. Un certain nombre de quotas (unités d'émission de navires) correspondant au plafond seraient mis sur le marché chaque année via un processus d'enchères mondiales. Les unités pourraient alors être échangées. L'ETS pour le transport maritime international diffère de la proposition norvégienne d'ETS sur deux aspects : la méthode d'attribution des quotas d'émission (nationale au lieu d'enchères mondiales) et l'approche pour fixer le plafond des émissions (fixé avec une trajectoire décroissante à long terme). L'une des mesures efficaces fondées sur le marché pour réduire la pollution de l'air par les navires est la différenciation volontaire des droits de port. Cette approche a été introduite en Suède depuis 1998 - qui s'appelle programme de redevances de chenal différencié environnementales - où les navires les moins polluants ont droit à une réduction des frais de chenal ainsi que des droits de port dans les ports participants. L'ETS pour le transport maritime international (France) énonce des détails supplémentaires sur la conception des enchères dans le cadre d'un système d'échange maritime. La proposition est similaire à la proposition norvégienne d'ETS (Zis et Psaraftis 2021).

Il est encore très controversé de savoir si les MBM devaient être adoptées pour favoriser la réduction des émissions de GES provenant du transport maritime international. Par exemple, de nombreux États et organisations maritimes accueillent favorablement les MBM, tandis que de grands États en développement, l'Inde par exemple, s'opposent à l'adoption éventuelle de toute MBM par l'OMI, car on craint qu'elles ne compromettent les intérêts de leur industrie maritime. Toutes les propositions de MBM soumises décrivent des programmes et des procédures qui cibleraient les réductions de GES soit par des réductions d'émissions « dans le secteur » provenant du transport maritime, soit par des réductions « hors secteur » via la collecte de fonds à utiliser pour des activités d'atténuation dans d'autres secteurs qui contribueraient vers une réduction globale des émissions de GES (Psaraftis, 2012).

IV. CONCLUSION

L'industrie du transport maritime est également une source importante d'émission de gaz à effet de serre. Les initiatives actuelles de l'Organisation maritime internationale pour réduire les émissions du transport maritime sont loin de répondre aux besoins en matière de lutte contre les changements climatiques. L'adoption des mesures de réduction des émissions n'est souvent pas facile, car les armateurs font face à de nombreux obstacles. Par exemple les investissements qu'ils doivent réaliser suscitent des risques et des incertitudes élevées, car la transition vers des mesures à faible émission de carbone est coûteuse. De même, d'autres entraves comme le manque d'information, de collaboration et de coordination peuvent être également des obstacles associés à la mise en œuvre de la stratégie. A ce jour, le transport maritime, reconnu comme un pollueur majeur, est encore mal réglementé en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre (GES). Par exemple, en dehors des émissions de CO₂, l'OMI doit fournir des efforts pour réglementer les polluants climatiques tels que l'oxyde nitreux, le méthane ou le carbone noir qui contribuent également aux changements climatiques.

Les éléments suivants seront essentiels également à la réussite de la mise en œuvre de la stratégie 2018 de l'OMI : des incitations économiques, des réglementations doivent être créées pour motiver les acteurs de l'industrie à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Des efforts sérieux sont nécessaires pour concevoir et mettre en œuvre un mécanisme efficace de tarification du carbone, car il semble avoir le plus grand potentiel pour combiner la création d'incitations adéquates pour réduire les émissions. Une telle mesure pourrait permettre d'allouer une partie des revenus générés pour soutenir les pays en développement dans leur propre transformation, d'adaptation et faire face aux pertes et dommages, et éventuellement en soutenant le financement de la technologie et des infrastructures nécessaires pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du transport maritime mondial.

Dans le domaine de la lutte contre les changements climatiques, l'OMI n'a pas le pouvoir de faire appliquer ses règles, règlements et résolutions dans les États. Les États du pavillon ont alors un rôle important à jouer dans l'application des règles de l'OMI car ils exercent un contrôle réglementaire. Chaque pays peut faire appliquer ses règles internationales par le biais des lois adoptées à l'échelle nationale ou régionale en absence d'une réglementation internationale de l'OMI. Par ailleurs, bien que les gouvernements qui ratifient la Convention soient responsables de la mise en œuvre des politiques sur les navires battant leur pavillon, il revient à l'armateur de prendre des initiatives pour que ses navires respectent les normes de l'OMI. Les entreprises doivent également collaborer entre elles. La collaboration peut comprendre le partage des informations et pratiques en matière de réduction des gaz à effet de serre. L'OMI doit entreprendre de nombreux projets pilotes pour aider les pays à mettre en œuvre des mesures proposées pour atténuer les gaz à effet du transport maritime.

RÉFÉRENCES

- [1] Acciaro, M., et G. Wilmsmeier. 2015. Energy efficiency in maritime logistics chains. *Research in Transportation Business & Management* Complete(17): 1-7. doi: 10.1016/j.rtbm.2015.11.002.
- [2] Alamouh, A. S., A. I. Ölçer, et F. Ballini. 2022. Ports' role in shipping decarbonisation: A common port incentive scheme for shipping greenhouse gas emissions reduction. *Cleaner Logistics and Supply Chain* 3: 100021. doi: 10.1016/j.clscn.2021.100021.
- [3] Balcombe, P., J. Brierley, C. Lewis, L. Skatvedt, J. Speirs, A. Hawkes, et I. Staffell. 2019. How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. *Energy Conversion and Management* 182: 72-88. doi: 10.1016/j.enconman.2018.12.080.
- [4] Baumler, R., M. C. Arce, et A. Pazaver. 2021. Quantification of influence and interest at IMO in Maritime Safety and Human Element matters. *Marine Policy* 133: 104746. doi: 10.1016/j.marpol.2021.104746.
- [5] Bodansky, D. 2018. Regulating Greenhouse Gas Emissions from Ships: The Role of the International Maritime Organization. *Ocean Law Debates*. Brill Nijhoff: 478-501. doi: 10.1163/9789004343146_019.
- [6] Cadez, S., A. Czerny, et P. Letmathe. 2019. Stakeholder pressures and corporate climate change mitigation strategies. *Business Strategy and the Environment* 28(1): 1-14. doi: 10.1002/bse.2070.

- [7] Chircop, A. 2020. The Regulation of Ship Emissions in Canadian Northwest Atlantic and Arctic Waters: Is There a Need for Consistency and Equity? In *Governance of Arctic Shipping: Rethinking Risk, Human Impacts and Regulation*, éd. A. Chircop, F. Goerlandt, C. Aporta, et R. Pelot, 249-264. Springer Polar Sciences. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-030-44975-9_13.
- [8] Chircop, A., M. Doelle, et R. Gauvin. 2018. Shipping and Climate Change: International Law and Policy Considerations.
- [9] Corbett, J. J., J. J. Winebrake, E. H. Green, P. Kasibhatla, V. Eyring, et A. Lauer. 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. *Environmental Science & Technology* 41(24). American Chemical Society: 8512-8518. doi: 10.1021/es071686z.
- [10] Corbett, J. J., J. J. Winebrake, et E. H. Green. 2010. An assessment of technologies for reducing regional short-lived climate forcers emitted by ships with implications for Arctic shipping. *Carbon Management* 1(2). Taylor & Francis: 207-225. doi: 10.4155/cmt.10.27.
- [11] Cullinane, K., et S. Cullinane. 2013. Atmospheric Emissions from Shipping: The Need for Regulation and Approaches to Compliance. *Transport Reviews* 33(4). Routledge: 377-401. doi: 10.1080/01441647.2013.806604.
- [12] Dahl, T., et K. Fløttum. 2019. Climate change as a corporate strategy issue: A discourse analysis of three climate reports from the energy sector. *Corporate Communications: An International Journal* 24(3). Emerald Publishing Limited: 499-514. doi: 10.1108/CCIJ-08-2018-0088.
- [13] Doelle, M., et A. Chircop. 2018. Decarbonizing International Shipping: Potential Roles of the IMO's Initial Strategy and the UN Climate Regime. *Articles, Book Chapters, & Popular Press*.
- [14] Doudnikoff, M. Réduire les émissions du transport maritime: les politiques publiques et leurs impacts sur les stratégies des compagnies maritimes de lignes régulières: 386.
- [15] Endres, S., F. Maes, F. Hopkins, K. Houghton, E. M. Mårtensson, J. Oeffner, B. Quack, P. Singh, et D. Turner. 2018. A New Perspective at the Ship-Air-Sea-Interface: The Environmental Impacts of Exhaust Gas Scrubber Discharge. *Frontiers in Marine Science* 5. Frontiers. doi: 10.3389/fmars.2018.00139.
- [16] Eyring, V., I. S. A. Isaksen, T. Berntsen, W. J. Collins, J. J. Corbett, O. Endresen, R. G. Grainger, J. Moldanova, H. Schlager, et D. S. Stevenson. 2010. Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping. *Atmospheric Environment* 44(37). Transport Impacts on Atmosphere and Climate: The ATTICA Assessment Report: 4735-4771. doi: 10.1016/j.atmosenv.2009.04.059.
- [17] Germond, B., et F. W. Ha. 2019. Climate change and maritime security narrative: the case of the international maritime organisation. *Journal of Environmental Studies and Sciences* 9(1): 1-12. doi: 10.1007/s13412-018-0509-2.
- [18] Hansen, E., H. Rasmussen, et M. Lützen. 2020. Making shipping more carbon-friendly? Exploring ship energy efficiency management plans in legislation and practice. *Energy Research & Social Science* 65: 101459. doi: 10.1016/j.erss.2020.101459.
- [19] Hoegh-Guldberg, O., et J. F. Bruno. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science (New York, N.Y.)* 328(5985): 1523-1528. doi: 10.1126/science.1189930.
- [20] ICCT, 2020. New IMO study highlights sharp rise in short-lived climate pollution. Retrieved from <https://theicct.org/news/fourth-imo-ghg-study-finalreport-pr-20200804>. Consulté le 04-10-2022.
- [21] Karim, S. 2015. Implementation of IMO Legal Instruments: International Technical and Financial Cooperation. In *Prevention of Pollution of the Marine Environment from Vessels: The Potential and Limits of the International Maritime Organisation*, éd. M. S. Karim, 127-149. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-10608-3_7.
- [22] Lindstad, H., B. E. Asbjørnslett, et A. H. Strømman. 2012. The importance of economies of scale for reductions in greenhouse gas emissions from shipping. *Energy Policy* 46: 386-398. doi: 10.1016/j.enpol.2012.03.077.

- [23] Lindstad, H. E., et G. Eskeland. 2016. Environmental regulations in shipping: Policies leaning towards globalization of scrubbers deserve scrutiny. 67-76. doi: 10.1016/j.trd.2016.05.004.
- [24] Mander, S. 2017. Slow steaming and a new dawn for wind propulsion: A multi-level analysis of two low carbon shipping transitions. *Marine Policy* 75: 210-216. doi: 10.1016/j.marpol.2016.03.018.
- [25] Miola, A., M. Marra, et B. Ciuffo. 2011. Designing a climate change policy for the international maritime transport sector: Market-based measures and technological options for global and regional policy actions. *Energy Policy* 39(9): 5490-5498. doi: 10.1016/j.enpol.2011.05.013.
- [26] Nikolakaki, G. 2012. Economic incentives for maritime shipping relating to climate protection. *WMU Journal of Maritime Affairs* 12. doi: 10.1007/s13437-012-0036-z.
- [27] Olsthoorn, M., J. Schleich, L. Javaudin, et Y. Jiang. 2016. BARRIERS TO ENERGY EFFICIENCY IN DEVELOPING COUNTRIES' INDUSTRY SECTORS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM (CDM) PROJECTS. *The Journal of Energy and Development* 42(1/2): 189-221.
- [28] Poulsen, R. T., et H. Sornn-Friese. 2015. Achieving energy efficient ship operations under third party management: How do ship management models influence energy efficiency? *Research in Transportation Business & Management* 17. Energy Efficiency in Maritime Logistics Chains: 41-52. doi: 10.1016/j.rtbm.2015.10.001.
- [29] Psaraftis, H. N. 2012. Market-based measures for greenhouse gas emissions from ships: a review. *WMU Journal of Maritime Affairs* 11(2): 211-232. doi: 10.1007/s13437-012-0030-5.
- [30] Rajé, F., M. Tight, et F. D. Pope. 2018. Traffic pollution: A search for solutions for a city like Nairobi. *Cities* 82: 100-107. doi: 10.1016/j.cities.2018.05.008.
- [31] Rehmatulla, N., J. Calleya, et T. Smith. 2017. The implementation of technical energy efficiency and CO2 emission reduction measures in shipping. *Ocean Engineering* 139: 184-197. doi: 10.1016/j.oceaneng.2017.04.029.
- [32] Rosenzweig, C., D. Karoly, M. Vicarelli, P. Neofotis, Q. Wu, G. Casassa, A. Menzel, T. L. Root, N. Estrella, B. Seguin, P. Tryjanowski, C. Liu, S. Rawlins, et A. Imeson. 2008. Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature* 453(7193). Nature Publishing Group: 353-357. doi: 10.1038/nature06937.
- [33] Ross, H. H., et O. Schinas. 2019. Empirical evidence of the interplay of energy performance and the value of ships. *Ocean Engineering* 190: 106403. doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106403.
- [34] Salo, K., M. Zetterdahl, H. Johnson, E. Svensson, M. Magnusson, C. Gabriellii, et S. Brynolf. 2016. Emissions to the Air. In *Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine Transportation*, éd. K. Andersson, S. Brynolf, J. F. Lindgren, et M. Wilewska-Bien, 169-227. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-49045-7_5.
- [35] Seetharaman, K. Moorthy, N. Patwa, Saravanan, et Y. Gupta. 2019. Breaking barriers in deployment of renewable energy. *Heliyon* 5(1): e01166. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01166.
- [36] Serra, P., et G. Fancello. 2020. Towards the IMO's GHG Goals: A Critical Overview of the Perspectives and Challenges of the Main Options for Decarbonizing International Shipping. *Sustainability* 12(8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 3220. doi: 10.3390/su12083220.
- [37] Shi, Y. 2016. Reducing greenhouse gas emissions from international shipping: Is it time to consider market-based measures? *Marine Policy* 64: 123-134. doi: 10.1016/j.marpol.2015.11.013.
- [38] Stevens, L., C. Sys, T. Vanelslander, et E. van Hassel. 2015. Is new emission legislation stimulating the implementation of sustainable and energy-efficient maritime technologies? *Research in Transportation Business & Management* 17. Energy Efficiency in Maritime Logistics Chains: 14-25. doi: 10.1016/j.rtbm.2015.10.003.
- [39] Stroeve, J., M. M. Holland, W. Meier, T. Scambos, et M. Serreze. 2007. Arctic sea ice decline: Faster than forecast. *Geophysical Research Letters* 34(9). doi: <https://doi.org/10.1029/2007GL029703>.

- [40] Tavasszy, L., et M. Piecyk. 2018. *Sustainable Freight Transport*. MDPI.
- [41] Trivyza, N. L., A. Rentizelas, et G. Theotokatos. 2020. A Comparative Analysis of EEDI Versus Lifetime CO2 Emissions. *Journal of Marine Science and Engineering* 8(1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 61. doi: 10.3390/jmse8010061.
- [42] Walker, T. R., O. Adebambo, M. C. Del Aguila Feijoo, E. Elhaimer, T. Hossain, S. J. Edwards, C. E. Morrison, J. Romo, N. Sharma, S. Taylor, et S. Zomorodi. 2019. Chapter 27 - Environmental Effects of Marine Transportation. In *World Seas: an Environmental Evaluation (Second Edition)*, éd. C. Sheppard, 505-530. Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-805052-1.00030-9.
- [43] Wilewska-Bien, M., J. F. Lindgren, M. Magnusson, M. Zetterdahl, K. Salo, C. Gabriellii, L. Granhag, et S. Brynolf. 2016. Measures to Reduce Discharges and Emissions. In *Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine Transportation*, éd. K. Andersson, S. Brynolf, J. F. Lindgren, et M. Wilewska-Bien, 341-396. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-49045-7_11.
- [44] Yliskylä-Peuralahti, J. 2016. Sustainable Energy Transitions in Maritime Transport The Case of Biofuels*. *Journal of Sustainable Mobility* 3: 67-93. doi: 10.9774/GLEAF.2350.2016.de.00005].
- [45] Zis, T. P. V., et H. N. Psaraftis. 2021. Impacts of short-term measures to decarbonize maritime transport on perishable cargoes. *Maritime Economics & Logistics*. doi: 10.1057/s41278-021-00194-7.