

Environnement : des solutions innovantes pour les navires de demain

La présente Note de synthèse fait suite à celle de janvier intitulée "Global Sulphur Cap 2020: Etat des lieux". A côté des solutions dites "conventionnelles" pour répondre à la réglementation IMO 2020, les opérateurs maritimes étudient également d'autres solutions plus innovantes. Leurs objectifs, répondre à la transition énergétique dans les activités maritimes et anticiper la réglementation future. Pour rappel les objectifs de l'OMI visent à réduire le volume total des émissions de GES annuelles d'au moins 50% en 2050 par rapport à 2008. Et de réduire l'intensité carbone de leur navire d'au moins 40% en 2030, par rapport à 2008 en poursuivant les efforts en vue d'atteindre 70% d'ici 2050. A mesure que la quête du transport zéro carbone et ou carbone neutre progresse, les solutions encore embryonnaires émergent comme les biocarburants, le méthanol, l'ammoniac, l'hydrogène, l'électrique sous réserve qu'ils soient produits à partir de ressources durables et/ou acceptables. Le maillage structurel et la disponibilité à l'échelle mondiale de ces nouveaux carburants et modes de propulsion à la fois sur des lignes régulières et au tramping restent la plupart du temps à construire. La compétitivité de ces filières suit actuellement sa courbe d'apprentissage industrielle. Leur essor est intimement lié à des politiques publiques incitatives pour permettre aux industriels d'investir. L'avenir dira ensuite lesquels de ces nouveaux carburants seront des carburants de transition, et ceux qui se substitueront aux énergies fossiles.

Des solutions innovantes pour demain

Dans le cadre du programme GoodShipping, CMA CGM et Ikea Transport & Logistics Services sont engagés dans une démarche innovante visant à tester un nouveau **biocarburant marin**. Mis au point par la société néerlandaise GoodFuels, ce biocarburant de deuxième génération est fabriqué à partir de dérivés de résidus forestiers et d'huiles usagées (huiles de cuisson recyclées). Goodfuels a annoncé l'entrée en service en 2025 d'une nouvelle raffinerie à Rotterdam capable de fournir 300 000t/an. L'objectif est de passer à la phase d'industrialisation et d'ainsi diminuer le prix du nouveau carburant. CMA CGM aurait également passé un accord avec Shell pour être fournie avec un mélange de

biocarburants dont 20% sont issus d'huile de cuisson usagée. Maersk va également tester ces biocarburants sur l'un de ses navires Triple-E. La société pétrolière ExxonMobil, s'intéresse à un biocarburant dit de troisième génération¹ à base d'algues, dont le rendement serait bien plus élevé que celui issu de l'huile de palme, de soja ou encore de maïs pour une même surface de production. L'autre avantage est que les algues ne rentrent pas en concurrence avec des usages alimentaires (non soustraction de terres cultivables et non recours à la déforestation), pouvant perturber le cours mondial des denrées et engendrer des crises humanitaires.

Dans un rapport de décembre 2019, le SSI (*Sustainable Shipping Initiative*) a estimé, au travers de son enquête auprès de différents opérateurs portuaires, que les biocarburants pourraient couvrir entre 10 et 30% des besoins énergétiques du transport maritime², mais ne semblent être qu'une solution de court terme dans le mix énergétique du transport maritime. Par rapport aux énergies fossiles utilisées actuellement dans le transport maritime, les biocarburants exploités de façon raisonnée sur le plan social, économique et environnemental réduisent de 80 à 90% leurs émissions de GES et ne rejettent pas d'oxydes de soufre. En dehors de quelques réglages, aucune modification importante du navire n'est nécessaire. Reste à convaincre les armateurs qui se souviennent que les biodiesels de première génération avaient provoqué des dysfonctionnements des moteurs et ainsi mis en péril la sécurité maritime.

Le **méthanol** représente une réduction de 99% des émissions de soufre, de 60% des émissions de NOx, de 25% de CO₂ et de 95% des émissions de particules fines par rapport au HFO. L'utilisation du méthanol dans l'industrie maritime est actuellement limitée, son coût reste cher environ 400\$/t. Seul le navire de la compagnie suédoise Stena, le ropax *Stena Germanica* utilise un

¹ La première génération était réservée aux voitures, la deuxième est issue des résidus agricoles et forestiers et enfin la troisième génération avec les algues et les bactéries. Le bilan environnemental d'un biocarburant doit prendre en compte chaque étape de production de la culture à la fabrication et enfin à l'utilisation finale.

² *The Role of Sustainable Biofuels in the Decarbonisation of Shipping The findings of an inquiry into the Sustainability and Availability of Biofuels for Shipping Report prepared by the Sustainable Shipping Initiative (SSI), 11 décembre 2019.*

méthanol majoritairement issu du gaz naturel. Il peut également être extrait de matières premières renouvelables telles que les déchets domestiques ou industriels (pâte à papier) ou bien encore avec de la biomasse (résidus forestiers). C'est ce qu'on appelle du bio-méthanol. Les commandes de navires de Stena sont "gaz ready" c'est-à-dire compatibles GNL et méthanol. Des réglementations pour le méthanol et les carburants diesel à bas point d'éclair sont en cours d'élaboration à l'OMI. Le stockage de méthanol devrait être disponible dans la plupart des ports en raison de son utilisation dans l'industrie, mais il existe très peu d'endroits de soutage dans le monde. L'utilisation du méthanol est adaptée pour le transport maritime de courte distance, l'offshore, les ferries et les segments de passagers.

D'autres se lancent dans un carburant à base d'**ammoniac** (NH₃). Lors de sa combustion l'ammoniac ne dégage pas de CO₂, ni d'oxydes de soufre, mais il émet des oxydes d'azote et est connu pour son instabilité et sa toxicité. Sa production nécessite des énergies fossiles, mais il peut être produit à partir de l'électrolyse issue d'énergies renouvelables. Le norvégien Equinor a signé avec l'armateur Eidesvik offshore un accord pour expérimenter un carburant à base de NH₃ à bord du supply *Viking Energy*. Ce navire est déjà alimenté au GNL et dispose d'une propulsion hybride avec des batteries. Equinor se donne cinq ans pour lever ces contraintes et tester à compter de 2024 une alimentation du navire en ammoniac à hauteur de 60% à 70% de ses besoins énergétiques via une pile à combustible de 2 MW.

L'**hydrogène** (H₂) ne représente que 55 Mt/an, principalement pour l'alimentation des industries chimiques et pétrolières, il existe très peu d'installations de liquéfaction. L'UE compte environ 250 projets liés à l'hydrogène, en cours ou envisagés, parmi eux 20 concernent le maritime. Des projets de ferries alimentés à l'hydrogène comprimé sont en cours en Californie, en Ecosse ainsi qu'en Norvège. Des engins de manutention de conteneurs sont aujourd'hui alimentés à l'hydrogène dans les ports de Valence et de Los Angeles. En France, la navette fluviale le *Jules Verne 2* à Nantes et l'*Energy Observer*, un catamaran expérimental high-tech, l'utilisent. L'hydrogène est trois fois plus énergétique que le pétrole, et servirait à la fois de combustible pour la propulsion du navire et d'électricité grâce à une pile à hydrogène. On ne le trouve pas naturellement seul, il est toujours associé à d'autres molécules, la plus répandue étant la molécule d'eau (H₂O). L'hydrogène ne permet pas pour l'instant, de répondre à l'ensemble des usages maritimes, notamment ceux des navires de forte puissance ou transocéaniques. On l'obtient en grande majorité par vaporeformage des hydrocarbures (extraction de gaz naturel sous l'action de

la vapeur d'eau surchauffée). Ensuite, ce gaz hydrogène viendra alimenter une pile à combustible. Cette technique dégage énormément de CO₂. Pour 1t de H₂ produite, 10 à 11t de CO₂ sont produites, et en général, émises dans l'atmosphère. Actuellement, c'est le procédé le plus économique pour produire de l'hydrogène industriel. Son coût au Kg reste cependant le triple de celui du gaz naturel. Pour faire baisser les coûts, il faudrait des projets de plusieurs dizaines de MW dès la phase initiale. Cette technique est condamnée à plus ou moins courte échéance car trop émettrice de CO₂ dans l'atmosphère. Mais d'autres techniques décarbonées de production d'hydrogène existent via l'électrolyse alcaline. Il n'en reste pas moins que les coûts de production sont aujourd'hui encore rédhibitoires (trois fois ceux du vaporeformage) et dépendants de l'électricité décarbonée. Un autre inconvénient est le stockage de l'hydrogène. Ce dernier doit être liquéfié à pression atmosphérique et à une température extrêmement basse (-253°C), or ceci représente un coût énergétique important. Une autre solution consiste à comprimer l'hydrogène à très haute pression (700 bars), tout en maîtrisant les risques de fuites, de corrosion et d'explosion. Cela nécessitera également de très gros réservoirs et exclura ainsi les petits navires.

Des projets de production d'hydrogène vert, via l'électrolyse de l'eau par des énergies renouvelables sont à l'étude. Toyota est en train d'implanter une centrale de production d'énergie renouvelable sur le port de Long Beach, en Californie. Prévue pour ouvrir en 2020, elle sera en mesure de générer chaque jour 2,35 MW d'électricité, ainsi qu'1,2 t d'hydrogène. La centrale pourra donc alimenter en carburant les véhicules transitant par le port. Toyota a également construit sur place une station hydrogène. Le groupe pétrolier BP, Nouryon (entreprise de chimie) ainsi que le port de Rotterdam souhaitent convertir la raffinerie qui utilise actuellement de l'hydrogène dérivé d'hydrocarbures par de l'hydrogène vert, ce qui pourrait réduire les émissions de CO₂ de 350 000t/an. L'accord prévoit une installation d'électrolyse de l'eau de 250 MW permettant de produire jusqu'à 45 000 t/an d'hydrogène vert. Ce serait le plus grand centre du genre en Europe. Pour une généralisation de l'hydrogène vert comme moyen de propulsion maritime, il faudrait créer un maillage de stations de ravitaillement ainsi que de nouveaux moyens de stockage.

Pour ce qui est de la **propulsion électrique**, dont le grand avantage est de n'émettre aucune émission de GES, les compagnies de ferries la plébiscitent souvent avec une motorisation hybride (diesel, GNL, biodiesel/électrique). C'est particulièrement vrai en Norvège avec des ferries côtiers. Une motorisation tout électrique est bien adaptée

pour des traversées trans fjords de 10 à 30 minutes. Selon le *Norwegian Centers of Expertise*, 74 navires électriques devraient être opérationnels le long des côtes norvégiennes d'ici 2021. La compagnie Grimaldi a récemment inauguré le ferry *Cruise Roma* retrofité et fonctionnant avec des batteries au lithium et des panneaux solaires lors de ses escales, pour un coût de tout de même de 40 M€. Grimaldi souhaite équiper une douzaine de navires rouliers d'ici 2022. Maersk s'est lancé également dans l'électrification de sa flotte et de ses terminaux afin de faire des économies de carburant. A noter, que l'essor de l'électricité dans le transport routier provoquera un effet levier dans le secteur maritime. Mais attention aux fausses bonnes idées, il ne faut pas transférer en amont l'impact des émissions carbonées. Le choix des opérateurs, pour être cohérent, devra se porter sur des sources d'énergies renouvelables. Et quoi de mieux que de recourir à l'énergie inépuisable du vent pour faire naviguer un navire?

La **propulsion par le vent** qui comprend tout un panel de technologies (propulsion auxiliaire et propulsion principale) est de plus en plus étudiée par les armateurs comme Louis Dreyfus Armateurs, Maersk, CMA CGM, MOL ou Viking Lines ainsi que par les chargeurs avec Airbus, Renault, Shell ou encore Cargill. Des projets innovants relatifs au navire du futur écologique fleurissent un peu partout dans le monde, avec une dominante européenne. Il existe une grande variété de technologies. Les gains en carburants oscillent entre 5 et 30% en propulsion auxiliaire, en propulsion principale cette économie peut avoisiner les 90%. La solution est technologiquement mature, reste à convaincre le marché. Au travers de leur politique énergétique, les Etats se doivent d'encourager les énergies propres en accompagnant les porteurs de projets. La décennie qui commence doit rendre crédible ces technologies alternatives et faire en sorte qu'elles soient dimensionnées aux besoins des acteurs du maritime. La solution réside dans un premier temps, dans un mix énergétique entre énergies vertes et fossiles.

Quels moyens de financement ?

Cette transition écologique du transport maritime doit s'accompagner de mesures dissuasives, sur l'utilisation des énergies fossiles, avec l'application du principe "pollueur-payeur" (via une réglementation et une fiscalité plus draconiennes). Aujourd'hui, le transport maritime mondial bénéficie d'une exonération de taxe sur le carburant marin. Pourtant, cette tarification des émissions, si elle est de portée internationale, pourrait être un instrument efficace, incitant à investir dans les nouvelles technologies. Selon l'ONG *European Federation for Transport and Environment*, cette exonération fiscale sur

les combustibles marins vendus aux navires sur le territoire de l'UE engendrerait un manque à gagner de 24 Mds€³. Supprimer cette exonération de taxe ne pourra se faire sans l'unanimité des Etats membres. Chaque Etat sera alors, libre de taxer ou non les carburants marins. Des distorsions concurrentielles pourraient alors apparaître au sein de l'UE et dans sa périphérie, notamment dans un contexte de Brexit. Le risque est que plus aucun navire ne soute en Europe (sauf flotte captive type ferries et feeders), à moins d'une taxation mondiale. Parallèlement, la Commission européenne soutenue par le Parlement européen, réfléchit à intégrer le secteur maritime dans le nouveau système d'échange européen des quotas d'émissions (SEQE-UE). À travers son système d'échange de droits d'émissions, l'UE a pris des mesures pour réduire les émissions provenant du transport aérien, du secteur de la production d'électricité et de chaleur ainsi que des secteurs industriels à forte intensité énergétique (raffineries de pétrole, aciéries, usines de pâte à papier...). La Commission européenne souhaiterait y inclure le transport maritime dans son *Green Deal* qui a pour objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Des propositions législatives en ce sens sont attendues pour juin 2021 avec la création potentielle d'un fonds de transition. Reste à convaincre le Conseil de l'UE, au travers duquel certains Etats ne manqueront pas de rappeler leur opposition.

Face à cette mesure régionale, les opérateurs maritimes dénoncent un risque majeur de distorsion de concurrence qui mettrait à mal la compétitivité européenne. Ils souhaiteraient la voir appliquer sur l'ensemble du globe via une décision prise à l'OMI. Face à des prises de position jugées lentes et parfois trop consensuelles pour avoir un réel impact, la Commission européenne a souhaité initier le mouvement. Sachant qu'*in fine* ce sera le citoyen-consommateur qui règlera la facture. Mais ne faut-il pas, au nom de la préservation de l'environnement redonner au transport maritime son juste prix et ainsi revoir nos habitudes de consommation? Très récemment, les principales organisations internationales professionnelles maritimes se sont prononcées pour la création d'un fonds issu directement de l'industrie maritime pour soutenir la R&D dans la voie de la décarbonation. Ce fonds pourrait représenter 5 Mds\$ sur 10 ans, grâce à une cotisation de 2\$ prélevée sur chaque tonne de carburant consommée par les compagnies maritimes. Cette nouvelle taxation sera soumise aux membres de l'OMI en avril prochain, en vue d'une mise en œuvre "*d'ici à 2023*".

³ Ce calcul s'est fondé sur la base des livraisons de carburant marin et des taux de taxe nationaux sur le diesel des 28 Etats membres de l'UE.

Outre des mesures dissuasives qui peuvent être vécues comme punitives par certains, il existe des mesures incitatives. Afin d'encourager les armateurs à adopter un "comportement vertueux" sur le plan environnemental, six ports du range nord-européen ont mis en place en 2010 l'*Environmental ship index* (ESI). L'ESI permet de mesurer la performance des navires en escales en termes de réduction de leurs émissions atmosphériques (NOx, SOx, CO₂) et d'efficacité énergétique du navire (performance de la motorisation, qualité du carburant, système d'alimentation électrique...). Ces performances doivent aller au-delà de la réglementation internationale. Les armateurs qui obtiennent un bon score bénéficient d'avantages tarifaires (réduction sur les droits de port). Il existe d'autres indices qui intègrent les obligations environnementales et permettent aux chargeurs de choisir des opérateurs plus "verts": le *Clean Shipping Index*, le *Right Ship Index*... Le projet de loi de finances pour 2019 en France, prévoyait un mécanisme de suramortissement fiscal pour les investissements réalisés par les armateurs, afin d'inciter les compagnies maritimes à s'engager dans la transition énergétique de leurs navires, en fixant à 30% le taux de suramortissement pour les propulsions décarbonées (hydrogène, électrique, éolienne). Mais ce taux d'aide n'a pas été accepté par la Commission européenne qui l'a jugé trop élevé. Après révision, la loi de finances 2020 permet de suramortir à hauteur de 125% du surcoût (et non du coût total) de l'installation d'équipements qui permettent une propulsion principale décarbonée, 105% pour le surcoût lié à l'installation d'équipements pour utiliser le GNL et 85% sur les scrubbers, pour les navires ou installation construits entre 2020 et 2022 et toujours 20% de la valeur du bien pour les scrubbers, le courant quai ou la propulsion auxiliaire décarbonée⁴.

Quelles évolutions dans les années à venir ?

Qu'elle soit à une échelle mondiale, régionale ou locale, cette dynamique vers un transport maritime propre, va s'intensifier dans les années à venir avec d'autres normes qui entreront progressivement en vigueur. A partir du 1^{er} janvier 2021, la mer du Nord et la mer Baltique seront considérées comme des zones de contrôle d'émission d'oxydes d'azote (NECA) en vertu de l'Annexe VI de MARPOL 73/78. Autre région du monde qui sera soumise à de grandes évolutions; l'Arctique. L'usage et le transport de fioul lourd en Antarctique sont prohibés depuis 2011. Cette interdiction pourrait bien s'étendre dans les années

à venir à l'Arctique, où 75% des navires utilisent du HFO ce qui contribue au réchauffement climatique et représente un risque en cas de marée noire pour ce milieu fragile. Pour l'heure, les États travaillent sur des études d'impact. Autres sujets de l'OMI; les seuils de tolérance des taux de CO₂, d'azote, ainsi que des particules fines et ultrafines présents dans les carburants. L'OMI envisage également de prendre des mesures contraignantes concernant la problématique des bruits sous-marins des navires, de la pollution des océans par des engins de pêche ainsi que par la perte de conteneurs en mer.

Au-delà des futures évolutions du droit international en matière environnementale, ce sont des coalitions d'Etats ou/et des Etats dans la limite de leurs eaux territoriales qui peuvent prendre des mesures contraignantes. En décembre 2019, sous l'impulsion motrice de la France, les Etats du pourtour méditerranéen ainsi que l'UE se sont prononcés, pour la création d'une zone d'émission contrôlée (*Emission Control Area ECA*) en Méditerranée, dont la teneur en soufre des carburants ne pourra excéder 0.1% m/m. Une étude d'impact économique est lancée afin d'affiner les besoins financiers des pays du pourtour sud méditerranéen. Après validation par l'OMI, cette nouvelle zone ECA pourrait voir le jour en 2024. Au 1^{er} janvier 2020, l'Islande a abaissé son taux de soufre à 0.1% m/m sur l'ensemble de ses eaux territoriales (ECA). Les tribunaux nationaux des Etats peuvent également saisir des navires à l'encontre de compagnies maritimes qui auraient enfreint leur réglementation environnementale. La compagnie de croisière Carnival, fit l'objet d'une condamnation de 40 M\$ d'amende en décembre 2016 et d'une mise sous surveillance de ses navires pendant 5 ans par le tribunal de Floride pour l'usage de fioul lourd dans des zones réglementées entre 2005 et 2013 et pour des rejets non autorisés (déchets plastiques). Un plan d'action devait être présenté afin de se conformer à la réglementation en vigueur, sous peine d'astreintes. Aujourd'hui, la transition énergétique à marche forcée que vit le transport maritime s'inscrit dans un mouvement de fond touchant à l'ensemble des secteurs économiques. Cette prise de conscience prend racine dans une urgence climatique sans précédent et appelle à des changements systémiques, mettant en cause, d'une certaine manière, les errements du libéralisme de ces dernières années. Reste à savoir si le comité de la protection du milieu marin (MEPC75), autorité suprême de l'OMI en matière d'environnement qui se réunira en avril 2020 aura le courage de prendre des décisions contraignantes.

Camille Valero

⁴Pour navires de commerce, pavillon espace économique européen, escalant 30% en port français + navigant 30% en ZEE française.