



Global Sulphur Cap 2020: Etat des lieux

La présente Note de synthèse de l'ISEMAR fait suite à celle de novembre 2018 "Les émissions du transport maritime: Questions économiques et technologiques" qui dressait un bilan des différentes solutions de propulsion offertes aux opérateurs. Une troisième Note de synthèse prévue pour février 2020, poursuivra la réflexion, en abordant les solutions émergentes pour faire face aux futures réglementations relatives à l'environnement.

La flotte de commerce mondiale compte environ 60 000 navires de haute mer, elle consomme près de 4 M de barils de pétrole brut par jour (568 000 T de fioul lourd), soit 4% de la consommation mondiale totale et génère 2,5% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), soit 940 Mt de CO₂ par an. Contrairement à une idée reçue qui ferait du transport maritime, le secteur le plus gros émetteur de GES, c'est le secteur de la production d'électricité et de chaleur qui est la première source mondiale avec 31% des GES d'origine anthropique. Selon une étude de l'Organisation maritime internationale (OMI), les émissions du transport maritime mondial pourraient cependant augmenter jusqu'à 250 % d'ici à 2050, et représenteraient alors 17% des émissions mondiales. L'OMI a donc mis en place un ambitieux programme de "décarbonisation" du secteur maritime. Adoptée en 1997, l'Annexe VI de la convention MARPOL 73/78 introduit des limites d'émissions pour les principaux polluants atmosphériques provenant des gaz d'échappement des navires (oxydes de soufre SO_x et oxydes d'azote NO_x). Cette Annexe, abaisse le plafond mondial de la teneur en soufre à 0,5% m/m (unité de concentration pondérale dite masse par masse), depuis le 1er janvier 2020, (contre 3,5% m/m auparavant). A titre de comparaison, la réglementation pour les véhicules automobiles limite la teneur en soufre à 0,001% m/m. Les SO_x sont connus pour leurs effets nocifs sur la santé humaine (problèmes respiratoires, maladies pulmonaires etc) et sont à l'origine de pluies acides, qui nuisent aux récoltes, aux forêts et aux espèces aquatiques et qui de plus contribuent à l'acidification des océans. Cette réglementation couvrira tous les navires naviguant en eaux libres ou dans les eaux nationales des pays qui ont ratifié l'Annexe VI de MARPOL 73/78. En décembre 2019,

96 Etats l'avaient ratifiée, représentant 97% du tonnage mondial. A plus long terme, la stratégie de l'OMI est de réduire les émissions totales annuelles des GES du transport maritime d'au moins 50% d'ici 2050 par rapport à 2008 et les émissions relatives au carbone de 40% d'ici 2030. Elle vise 70% de ce tonnage d'ici 2050 par rapport à 2008. Cette stratégie sera révisée en 2023. Quelles solutions opérationnelles les acteurs du shipping ont-ils adoptées afin de se conformer à la réglementation?

Des solutions opérationnelles: la vitesse et le design

Le **slow steaming**, qui consiste à ralentir la vitesse du navire s'est généralisé lors de la crise de 2008, afin de réduire les coûts. La réduction de la vitesse impacte directement la consommation, avec un effet exponentiel. La baisse de vitesse d'un nœud (de 12 à 11 nœuds) réduit la consommation d'un navire de 18%. Cette réduction atteint 30% si la vitesse descend à 10 nœuds. Aujourd'hui, elle est fortement encouragée par les armateurs français, grecs et danois pour répondre aux objectifs à court terme affichés dans l'accord de Paris sur le climat du 12 décembre 2015 et dans la stratégie de l'OMI pour lutter contre les émissions en cause. C'est une solution simple, rapide, peu coûteuse et qui ne nécessite pas de modification technique du navire. Elle présente aussi, au-delà des aspects climatiques, un intérêt environnemental de réduction des bruits sous-marins et des risques de collision avec les mammifères marins. En revanche, pour ses détracteurs, ce n'est qu'une "demi-mesure", dont l'efficacité est difficile à mesurer et elle conduirait à l'augmentation du nombre de navires en circulation (surcapacité pour assurer des flux logistiques à niveau constant) et donc *in fine* à une augmentation des GES. Certains craignent également que le *slow steaming* provoque un surcoût opérationnel, en raison d'un transit-time plus long et de l'immobilisation de la marchandise en mer. Une autre solution, proposée par le Japon, consiste à brider les moteurs des navires existants (navires d'un tonnage brut de plus de 5000 unités de jauge). Ceci réduirait la puissance de 50% pour les vraquiers et de 66% pour les porte-conteneurs. Cette solution a les faveurs de l'une des plus représentatives organisations maritimes mondiales, le BIMCO (58% du tonnage

mondial) et est soutenue par l'*International Chamber of Shipping* ainsi que par l'armement Maersk. Reste à trouver un consensus entre limitation de la vitesse et limitation de la puissance, le tout étant de ne pas perdre de vue l'objectif de "décarbonner" le *shipping*. Dans la ligne droite de l'OMI, la France, le Danemark, l'Allemagne et l'Espagne sont favorables à des "mesures fondées sur des objectifs", qui assignent aux navires des objectifs de réduction des émissions et laissent le choix aux armateurs des moyens pour y parvenir. Ces moyens doivent être transparents, efficaces et faire l'objet d'un contrôle par l'Etat du port.

L'autre curseur opérationnel afin de diminuer l'empreinte carbone des navires, réside dans le **design** et l'indice nominal de rendement énergétique (*Energy Efficiency Design Index*, EEDI) des navires neufs ainsi que dans le plan de gestion du rendement énergétique (*Ship Energy Efficiency Management Plan*, SEEMP) de tous les navires existants qui peut encore être amélioré (forme des carènes, peinture antisalissure, technologie de lubrification à air des coques de navires...). Les schémas logistiques, les itinéraires de navigation adossés aux nouvelles technologies et à l'intelligence artificielle peuvent aussi être source d'économie financière, de gains énergétiques et environnementaux. L'investissement dans la R&D doit être encouragé.

Des solutions conventionnelles

- **Les scrubbers**

Afin de se conformer à la réglementation 2020, les armateurs ont dû faire des choix technologiques. Quel bilan peut-on en dresser aujourd'hui? Selon l'association des systèmes de nettoyage des gaz d'échappement (EGCSA), 4 000 navires seront équipés de scrubbers d'ici 2020-2021. Ce qui représente moins d'un navire sur dix. On peut noter cependant une progression spectaculaire, de cet équipement car en 2017 seulement 618 navires étaient équipés de scrubbers. Les scrubbers permettent de conserver l'avantage économique de l'usage du fioul lourd (*Heavy Fuel Oil*, HFO) tout en respectant la législation soufre 2020. L'inconvénient pour l'armateur est le coût de cette immobilisation, plusieurs semaines dans un chantier de réparation navale en plus du prix des scrubbers (le coût d'installation est estimé entre 5 et 10 M\$ par navire). Pour les plus gros navires, le coût d'un arrêt technique peut s'évaluer entre 30 000 \$ et 50 000 \$ par jour. Pour les chantiers navals, la réglementation OMI a représenté et représentera encore pour un certain temps, une manne de travail considérable au point que ces derniers sont parfois en retard en raison d'un manque de main d'œuvre et d'un carnet de commande dense.

Il existe plusieurs types de scrubbers, ceux à système sec ou humide (eau de mer ou eau douce, ou les deux). Ces derniers se déclinent en boucle ouverte (rejet des eaux de lavage en mer) ou à boucle fermée, le soufre est filtré puis stocké à bord des navires. Il existe aussi des scrubbers hybrides (boucle fermée et ouverte). Selon la société de classification DNV GL, la proportion de scrubbers à circuit ouvert atteint 80% contre 16,5% pour les circuits hybrides et à peine 0,2% pour les scrubbers fermés. Les vraquiers, les pétroliers ainsi que les chimiquiers sont, à l'heure actuelle, leurs principaux "clients". Ces navires doivent enregistrer en permanence le bon fonctionnement de leur système d'épuration. En cas de défaillance, le carburant utilisé devra être conforme, sous peine de poursuites de la part de l'Etat du port d'escale. La crainte des armateurs réside dans la fiabilité du système (problème récurrent de corrosion précoce des capteurs enregistreurs). L'usage de scrubbers nécessite que l'équipage y soit formé. Les scrubbers à boucle fermée doivent disposer de caissons de rétention des eaux de lavage (au détriment d'espaces dédiés au fret) qui seront déchargés au port. Ce déchargement représente un coût pour l'armateur et se fait, via un système de pompage par camion.

Pour des raisons financières et/ou techniques, beaucoup de ports ne disposent pas encore des équipements nécessaires à la réception et au traitement de ces eaux de lavage. Les scrubbers à boucle ouverte présentent l'avantage d'être moins chers et plus économes en place que ceux à boucle fermée. Des interrogations subsistent concernant le rejet en mer des eaux de lavage des gaz d'échappement et de son impact sur l'environnement marin. Une récente étude du *Swedish Environmental Research Institute*¹ pointe du doigt les effets néfastes sur le microplancton des résidus des scrubbers lorsqu'ils sont rejetés en mer et provoqueraient leur surmortalité. Ceci a conduit les délégués du Comité de la Protection de l'Environnement Marin de l'OMI (MEPC), à se montrer prudents et à demander davantage d'études sur l'impact écologique de ces rejets.

Par crainte environnementale, on constate que des Etats de plus en plus nombreux, refusent désormais l'accès de leurs eaux territoriales aux navires équipés de scrubbers à boucle ouverte. Accusant cette technologie de déplacer le problème de l'air à l'eau. La liste de ces Etats ne cesse de s'allonger², dernier pays en date la Malaisie.

¹ Scrubbers: Closing the loop Activity 3: Summary Environmental analysis of marine exhaust gas scrubbers on two Stena Line ships, IVL Swedish Environmental Research Institute, décembre 2018.

² Singapour, la Chine, la quasi-totalité des ports du range Nord, les Etats de la Californie et du Massachusetts, le Connecticut, Hawaï, le canal de Panama, l'Irlande, la Norvège, Fujairah aux Emirats arabes unis et dernièrement la Malaisie.

Citons également l'amende de 50 000€ qu'a infligée le *land* de Hambourg à un armateur, pour avoir enfreint le règlement portuaire et déversé ses eaux de lavage dans l'Elbe. La peur de se voir refuser l'accès portuaire, condamne à plus ou moins courte échéance les scrubbers à boucle ouverte. Enfin, on peut s'interroger sur la pertinence d'éliminer uniquement le SOx des gaz d'échappement des moteurs et non les émissions de CO₂, le NOx ainsi que les particules fines qui pour ces dernières feront l'objet de restrictions dans les années à venir.

- **Les carburants marins peu soufrés**

L'autre solution et probablement la plus simple dans sa mise en œuvre est l'adoption de carburants conformes à la nouvelle réglementation avec le fuel marin à très basse teneur en soufre (*Marine Gas Oil*, MGO) ou bien le diesel marin (*Marine Diesel Oil*, MDO) qui se composent de différents mélanges de distillats. Il existe également le *Very Low Sulphur Fuel Oil* (VLSFO) et le *Ultra Low Sulphur Fuel Oil* (ULSFO). Les carburants distillés ne nécessitent pas de modifications majeures des moteurs de navire existants, ce qui facilite le passage au MGO / MDO sans aucune dépense en capital ou temps d'arrêt important. Cependant, il faut généralement éviter de mélanger du carburant provenant de différentes sources (fioul lourd avec du fioul plus léger). Les réservoirs de carburant utilisés pour le HFO nécessiteront auparavant un nettoyage avant le soutage du MGO afin d'éviter toute non-conformité. Il est probable que l'usage de fioul peu soufré alimente un contentieux relatif à la qualité des carburants avec les fournisseurs, lié à la teneur en soufre, ou aux éventuelles instabilités des mélanges de distillats (encrassement des filtres, pannes moteur, etc).

L'usage de carburants distillés se traduit donc par des coûts de soutage plus élevés. Selon un article du Lloyd's List de décembre 2019, la crainte de la non-conformité et l'indisponibilité des carburants peu soufrés (**Low Sulphur Fuel Oil**, LSFO) tendent à s'éloigner. Le LSFO représenterait déjà la moitié des ventes dans les grands ports de soutage du monde. Cependant, l'apparition de goulots d'étranglement lors de l'approvisionnement est probable, en raison non pas d'une pénurie mais d'un rééquilibrage des besoins des armateurs. Les raffineries ont dû augmenter leur capacité de production pour répondre à la demande croissante de l'industrie maritime.

La réglementation soufre de l'OMI a totalement rebattu les cartes du marché des carburants marins. Selon des pronostics du DNV GL de novembre 2019, le HFO qui ne peut être utilisé que par des navires équipés de scrubbers ne représentera que 12% du mix énergétique des carburants marins en 2020, alors qu'en 2019 il s'élevait à 82%.

Parallèlement, les carburants à faible teneur en soufre (0,5% m/m) qui ne représentaient que 2% en 2019 seront majoritairement utilisés en 2020 avec comme part respective 64%. La cherté du LSFO pourrait conduire les armateurs, afin de réduire le surcoût unitaire (fusion de services), à se reporter sur des navires d'une plus grande capacité. Cette question du prix du carburant à 0,5% m/m est cruciale pour les armateurs. Sachant que le fuel est le premier poste des coûts opérationnels (Opex) d'un navire. L'écart de prix entre le HFO et le LSFO a oscillé entre 100 et 200\$/T ces derniers mois. La baisse de la demande de HFO (2 à 3 M de barils/j), va mécaniquement faire baisser son prix de 150-200\$/T. En revanche, ce nouveau règlement nécessitera 2 à 3 M de barils de MGO supplémentaires par jour. Ce qui risque de provoquer de nouvelles tensions sur le marché des distillats. La différence de prix entre HFO et MGO pourrait passer de 200\$/T à plus de 700\$/T en moyenne selon diverses sources. Sur le mois de décembre 2019 le prix des carburants peu soufrés n'a fait qu'augmenter, alors que le HFO lui c'est stabilisé ou à légèrement régressé³. La plupart des analystes prédisent que les marges de raffinage s'amélioreront dans les années suivant la mise en œuvre de la réglementation. L'augmentation du prix de ces carburants surenchéra le coût du transport qui se répercutera sur le client final.

Prix des différents types de carburants marins disponibles dans les trois principaux ports de soutage du monde

	01/01/2020 en \$/T	Prix moyen /2019 en \$/T	Evolution en %
Rotterdam			
IFO 380 3,5% m/m	289	350	▼-17%
VLSFO 0,5% m/m	586	522* juill-déc	▲12%
MGO 0,1% m/m	606	568	▲6,6%
Singapour			
IFO 380 3,5% m/m	366	404	▼-9,4%
VLSFO 0,5% m/m	734	566* juill-déc	▲29,6%
MGO 0,1% m/m	705	596	▲18,2%
Fujairah			
IFO 380 3,5% m/m	299	404	▼-26%
VLSFO 0,5% m/m	771	603* juill-déc	▲27,8%
MGO 0,1% m/m	779	706	▲10,3%

Source : compilation ISEMAR et <https://shipandbunker.com/>

Les autorités maritimes du port d'escale contrôlent la conformité des carburants via des *Ports state control* (PSC). Lors d'une inspection à bord, leurs agents exercent un contrôle documentaire via le certificat IAPP (*International Air Pollution Prevention*), et se font communiquer par le navire les reçus de livraison de soutes (*Bunker Delivery Notes*) et les registres des hydrocarbures (*Oil Record Book*) où sont consignées

³ A Fujairah le prix du VLSFO au 1^{er} décembre était de 573\$/t alors qu'au 1^{er} janvier il s'affichait à 771\$/t, soit une augmentation de 34,5%.

toutes les opérations liées aux carburants du navire : type de carburant utilisé, position du navire, quantité à bord. Les agents font également un contrôle *in situ* par des prélèvements d'échantillons en salle des machines, envoyés ensuite à des laboratoires assermentés par l'Etat, afin de contrôler la bonne qualité du carburant utilisé. Le Danemark et les Pays-Bas souhaitent utiliser des drones renifleurs afin d'analyser les teneurs en soufre des gaz d'échappement des navires. En France, la violation de l'Annexe VI de MARPOL 73/78 est punie d'une peine d'un an d'emprisonnement et de 200 000€ d'amende (art.L 218-15 et suiv du C. de l'environnement). Si une personne morale est à l'origine de l'infraction, l'amende pourra être multipliée par 5. A moins de prouver l'indisponibilité du carburant conforme. Le capitaine devra alors, en aviser l'Etat du pavillon et les autorités du port de destination.

- **Le Gaz naturel liquéfié (GNL)**

Concernant le **GNL**, il y aurait en 2020, 163 navires en opération, 83 en commande et 123 utilisant un système de motorisation hybride. La majorité des navires utilisant du GNL comme carburant sont les ferries et les navires Ro-Ro, 43 sont déjà en service. Suivis par les navires de ravitaillement offshore et les pétroliers. Les marges de progression les plus importantes dans les prochaines années, au regard du nombre de navires en commande concernent le segment des porte-conteneurs et des paquebots avec 62 navires, à part égale. L'usage du GNL permet de réduire les émissions de CO₂ d'environ 20%, ainsi qu'une quasi absence de rejet de SO_x, de NO_x et de particules fines. Certains armateurs français comme la compagnie de croisière Ponant, la CMA CGM, la Brittany Ferries ou encore Corsica Linea ont fait le choix d'équiper une partie de leurs nouveaux navires de moteurs au GNL. Le gaz naturel est une énergie fossile qui émet moins de CO₂ que le pétrole ou le charbon, mais son efficacité dépend en grande partie de la capacité à minimiser les fuites de méthane lors des phases d'extraction, de transport et de ravitaillement⁴.

Le coût d'un navire est aussi plus élevé environ 150M€, soit de 5 à 20M€ supplémentaires qu'un navire à propulsion thermique classique. Le *retrofit* d'un navire existant est extrêmement complexe, voire impossible. Le soutage du GNL nécessite environ deux fois plus d'espace que le HFO pour la même quantité d'énergie produite. En outre, les navires alimentés au GNL devront transporter plus de carburant ou faire des arrêts plus fréquents pour

l'avitaillement. Au regard du peu d'officiers certifiés GNL, la formation des équipages sera centrale afin d'éviter tout risque d'accident. L'usage du GNL comme moyen propulsif dans le transport maritime dépend de la disponibilité d'un réseau mondial d'infrastructures de soutage qui est encore à un stade de développement. L'avitaillement en GNL est actuellement disponible en Europe, à Incheon (Corée), à Buenos Aires (Argentine), à Singapour, aux États-Unis et à Fujairah, entre autres. D'autres sites de soutage sont en cours d'aménagement; en Méditerranée occidentale, dans le golfe du Mexique, au Moyen-Orient, à Singapour, en Chine, en Corée du Sud et au Japon par exemple.

Vers un changement de paradigme ?

Mais pour autant peut-on dire que le HFO n'a plus d'avenir économique? Une fois le pétrole brut produit dans un champ, il est envoyé dans une raffinerie où les différents hydrocarbures du brut sont séparés, convertis et traités pour fabriquer des produits pétroliers utilisables. Allant du plus léger avec le butane et le propane (état gazeux), puis à l'essence, au kérosène, au gasoil, au fioul (HFO) et enfin au plus lourd le bitume. La production de produits lourds est intrinsèque aux processus de l'industrie pétrolière, et continue à être vendue à travers le monde au profit notamment de centrales électriques. Le HFO continuera donc d'exister et d'être transporté par voie maritime par toutes sortes de navires citernes y compris des VLCC. Lequel transport, reste à haut risque en cas de marée noire, à moins de l'interdire dans ses eaux territoriales, comme l'a récemment fait l'Islande.

Le transport maritime international, et plus largement nos modes de consommation font aujourd'hui l'objet d'une remise en question profonde. Le citoyen-consommateur peut aussi prendre ses responsabilités, en choisissant les produits qui lui paraissent les plus écologiquement vertueux. Si l'on veut que les objectifs de l'OMI soit une réalité, il faut que l'industrie du shipping poursuive ses efforts et que la puissance publique porte cet élan.

Outre les scrubbers, les fiouls peu soufrés et le GNL, d'autres solutions alternatives sont possibles. Les biocarburants, le méthanol, l'hydrogène, l'électrique, la propulsion par le vent font l'objet de recherches et sont de plus en plus scrutés par les armateurs et les chargeurs. Toutes ces sources d'énergies constitueront demain un mix-énergétique, et par la théorie du ruissellement pourront bénéficier à d'autres secteurs économiques. Ce sera le sujet de la prochaine Note de synthèse.

Camille Valero

⁴ Selon une étude de l'Institut norvégien SINTEF, l'usage du GNL pourrait augmenter la quantité de GES émises dans l'atmosphère. Le méthane aurait un impact sur le changement climatique encore plus important que le CO₂.