

Décarbonation du transport maritime : un problème mondial, des actions locales

Jean-Michel Germa

Président de SOPER (Société de Participations dans les Energies Renouvelables)

La décarbonation du transport maritime est un sujet qui suscite des attentes importantes. Les pouvoirs publics et les acteurs économiques s'y intéressent mais il n'a fait l'objet que de quelques actions de grande ampleur.

Nous sommes encore dans le transport maritime au stade où nous étions il y a une quarantaine d'années dans la décarbonation de la production d'électricité.

La décarbonation du transport maritime est un problème mondial, mais les solutions peuvent être locales si, une coordination nationale et internationale est mise en place.

Après avoir décrit les enjeux du transport maritime mondial, nous présentons les principales solutions permettant de le décarboner, ainsi que quelques exemples de réalisations concrètes à caractère régional.

Le transport maritime

Le transport maritime est une activité stratégique : plus de 80% du commerce mondial en volume et 70% en valeur, sont transportés par bateau. Le transport maritime consomme chaque année environ 330 millions de tonnes de carburant. C'est 2,5% de la consommation mondiale d'énergie primaire. Ses émissions annuelles représentent 3% du dioxyde de carbone (CO₂) anthropique mondial soit environ 900 millions de tonnes/an.



C'est peu, comparé à la production d'électricité qui émet environ 40% du CO₂ anthropique de la planète. Mais, la décarbonation de l'électricité n'est plus qu'une question de temps.

C'est beaucoup, si on regarde la croissance prévisible du transport maritime : les scénarios les plus optimistes anticipent en effet que la part de ses émissions de CO₂ atteindrait plus de 12% en 2050. La croissance de l'activité maritime post COVID, ne dément pas cette hypothèse.

C'est surtout beaucoup, si on regarde les autres gaz à effet de serre, qui sont associés à la combustion des carburants maritimes. Ces carburants sont, en effet, de mauvaise qualité et leur combustion génère des taux importants d'oxydes de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x) : respectivement 13% et 17% des émissions anthropiques de la planète. En conséquence, le transport maritime est le deuxième émetteur mondial de gaz à effet de serre anthropique... justement, après celui de la production d'électricité !

Fort heureusement, cet important problème sanitaire a déjà été partiellement traité, puisque depuis le 1^{er} janvier 2020, l'Organisation Maritime Internationale (OMI) impose de plafonner à 0,5% la teneur en soufre des carburants utilisés par les navires.

La réduction des SO_x et des NO_x étant maintenant engagée au niveau mondial, le moment est venu de traiter le problème de la décarbonation.



Photo générale de la vue du port de commerce

Les solutions pour décarboner le transport maritime

Pour décarboner le transport maritime, nous disposons de nombreuses solutions techniques et opérationnelles. Elles font généralement appel à des technologies connues mais qui sont pour certaines encore peu industrialisées. Elles ne sont donc pas compétitives. C'est d'ailleurs cet aspect qui devra retenir notre attention pour les 30 à 50 années à venir.

Décarbonation du transport maritime : un problème mondial, des actions locales

Le vent

Oublié, depuis le premier choc pétrolier, le vent (voiles souples, rigides, fines, épaisses, turbo-voiles, rotors de Fletner, cerfs-volants, ...) revient sur le devant de la scène.

Pratiquée depuis des siècles, la technologie a fait ses preuves. Aujourd'hui, des gréements modernes, entièrement automatisés et intégrés aux systèmes de gestion des navires, sont déjà en exploitation commerciale.

Les études montrent que la propulsion vélique pourrait contribuer à réduire les émissions de carbone de la flotte de commerce mondiale de l'ordre de 2% en 2030 et de 5% en 2050. Certains scénarios prospectifs, très décarbonés, considèrent même que la propulsion vélique pourrait contribuer jusqu'à environ 15% de la réduction des gaz à effet de serre de la flotte mondiale, à l'horizon 2050. Cela supposerait, cependant, de réorganiser profondément le transport maritime.

Notre filiale MGH¹, basée à Montpellier, est directement impliquée dans le développement de la propulsion vélique en France. Elle a, en effet, pris une participation dans la société Zéphyr & Borée qui construit actuellement le navire *Canopée*, en partenariat avec Jifmar Offshore Services. D'une longueur

de 121 mètres, *Canopée* sera équipé de quatre voiles-ailes, de 363 m² chacune, et sera à ce titre le premier grand cargo à voile moderne. Actuellement en chantier, le *Canopée* sera lancé en décembre 2022 et sera dédié au transport du lanceur européen *Ariane 6*. Les différents éléments du lanceur seront collectés dans les ports de Brême, Rotterdam, Le Havre et Bordeaux pour être acheminés à Kourou, au Centre Spatial Guyanais.



Le soleil

L'énergie solaire ne convient pas pour une utilisation embarquée sur les bateaux, ou seulement de manière infinitésimale. En effet, chaque m² de surface de pont d'un navire reçoit du soleil la puissance nécessaire pour éclairer une ampoule électrique de 80 Watts environ. Cela reste tout à fait négligeable à côté de la puissance des machines et des auxiliaires qui se compte en millier de kilowatts.

1. MGH (Maritime Green Horizon) est une filiale du groupe SOPER (Société de Participation dans les Energies Renouvelables) qui appartient à Jean-Michel Germa. MGH met en œuvre la stratégie de développement du groupe dans le domaine de la mobilité en général et du transport maritime en particulier.



Bien que non embarquée, l'énergie solaire aura cependant un rôle déterminant dans la décarbonation du transport maritime car, elle permet de produire en masse des électro-carburants décarbonés (voir ci-après).



Port de Sète Sud de France

Couverture photovoltaïque du terminal frigorifique



Port de Sète Sud de France

Couverture photovoltaïque de hangars

L'énergie électrique

L'énergie électrique est une option très fiable et parfaitement industrialisée. Les moteurs électriques comme les batteries sont aujourd'hui disponibles en grande quantité.

Mais, ce mode de propulsion ne convient que pour des navires à faible rayon d'action : les navires de servitude portuaires ou certains navires traversiers de type ferry. L'énergie électrique n'aura donc qu'une très faible influence sur la réduction du CO₂ émis par le transport maritime.

Cependant, elle présente un grand intérêt pour la dépollution de l'air dans les ports, qui est un important sujet de santé publique.

Décarbonation du transport maritime : un problème mondial, des actions locales

C'est à ce titre que la société MGH s'est intéressée à cette technologie : elle a mis au point une pilotine 100% électrique qui est une première mondiale. Livrée à la station de pilotage du port de Sète-Frontignan en 2021, elle poursuit ses essais à la mer et sera inaugurée durant « Escale à Sète » en avril 2022.

Dans le cadre de son plan stratégique 2015-2020², le port de Sète-Frontignan, aidé par la région Occitanie, a financé la borne de recharge de la



DR

Pilotine de Sète

pilotine et a procédé à l'installation de branchements électriques à quai pour la grande plaisance. Depuis 2020, l'installation de la couverture photovoltaïque de 64 000 m² de hangars, permet de produire l'équivalent de 2,5 fois la consommation annuelle du port.

La conception des navires

Le transport maritime n'ayant pas été intégré au Protocole de Kyoto, le coût des carburants maritimes est resté bas car non taxé. Et les armateurs n'ont pas eu intérêt à optimiser la conception des navires pour réduire leur niveau de pollution.

Pour endiguer cette dérive, l'OMI impose que la conception des navires neufs permette de réduire de 30% leurs émissions de CO₂, par rapport à un niveau de référence de 2013.

Dans les faits, la conception des navires ne devrait pas contribuer à plus de 10 à 15% de la réduction des émissions de CO₂ de la flotte mondiale, à long terme. D'abord, parce que les mesures que les ingénieurs peuvent mettre en œuvre répondent aux

lois de la physique et, sont déjà très optimisées. Ensuite, parce que les objectifs ambitieux de l'OMI sont déjà contestés par des membres de l'industrie du shipping, qui les trouvent trop coûteux, et qui considèrent qu'ils engendreraient des modifications trop radicales des navires.

2. Pour l'ensemble des actions réalisées pour la décarbonation de ses activités, le port de Sète-Frontignan a reçu le Prix TEM (prix de la Transition Énergétique Maritime) 2020, prix conjoint de l'Académie de marine et de SOPER.



Port de Sète Sud de France

Yacht bassin Orsetti avec des bornes électriques



Port de Sète Sud de France

Electrification bassin Orsetti



L'exploitation des navires

Pour les mêmes raisons que pour la conception des navires, l'OMI a été amenée à lancer un plan de gestion de l'efficacité énergétique des navires, rendu obligatoire en 2013.

Les moyens à la disposition des exploitants sont connus. Ils vont de l'optimisation des moteurs, des bulbes d'étrave ou des hélices, à l'utilisation de peintures sous-marines de qualité, en passant par le routage météorologique et la réduction de la vitesse de croisière (*slow steaming*).

On prête au *ship management* des vertus importantes, en matière de réduction de gaz à effet de serre, notamment, au *slow steaming* qui pourrait à lui seul, selon certaines études, réduire de plus de 30% la consommation de la flotte. Cependant, si on réduit la vitesse de tous les navires, il faudra en augmenter le nombre, si le tonnage des marchandises à transporter reste le même. On comprend donc, qu'au niveau de l'ensemble de la flotte, l'impact du *slow steaming* sera réduit.

D'autant que cette mesure, comme celles du *ship management*, est déjà pratiquée par de nombreux armateurs pour réduire leurs coûts d'exploitation.

Vu les limitations décrites ci-dessus, le *ship management* ne devrait avoir qu'une contribution de l'ordre de 15% à la réduction des émissions carbonées du transport maritime.

Les carburants

Les quelque 330 millions de tonnes de carburant consommées chaque année par le commerce maritime sont à plus de 93% des produits pétroliers.

On comprend donc que décarboner profondément le transport maritime passe par l'utilisation de carburants alternatifs non fossiles. C'est la conclusion à laquelle arrivent pratiquement toutes les études prospectives sur le sujet. On considère en effet que ces carburants alternatifs non fossiles, qu'ils soient liquides ou gazeux, pourraient réduire de 60 à 70% les émissions de CO₂ du *shipping*.

Au moyen de divers procédés physico-bio-chimiques et à partir de matières premières très variées, dont certaines sont biosourcées, il est possible de produire toutes sortes de carburants non fossiles et renouvelables (éthanol, essence, kérozène, diesel, méthanol, ammoniac, GNL, GPL, hydrogène H₂, etc.), qui ont des propriétés énergétiques analogues à celles des carburants fossiles, sans en avoir les inconvénients sur le plan environnemental.

Il y a plusieurs classifications possibles des carburants renouvelables non fossiles. Nous avons retenu celle-ci :

- Les biocarburants conventionnels de première génération (1G) : ils sont produits à partir de cultures alimentaires ou de matière première d'origine végétale, animale ou issue de déchets, en utilisant des voies biochimiques.

Les principales productions sont le biodiesel et le bioéthanol. Ils conviendraient parfaitement pour tous les navires de commerce mais comme la biomasse

Décarbonation du transport maritime : un problème mondial, des actions locales

utilisée pour leur production sert aussi, en général, à l'alimentation, leur usage est plafonné par la réglementation. De plus, ils sont en compétition avec les carburants routiers qui ont un avantage compétitif puisqu'ils sont taxés. Les biocarburants 1G sont donc en général disqualifiés pour le soutage des navires.

- Les carburants de synthèse ou s-carburants :

les carburants de synthèse sont produits par synthèse catalytique d'H₂ et de CO₂. Ils peuvent être biosourcés : ce sont des carburants non conventionnels de seconde génération (2G), produits après conversion de la biomasse, par des procédés de type biochimique et thermochimique. Ils peuvent aussi ne pas être biosourcés : ce sont des carburants obtenus après conversion par gazéification de déchets ou conversion des gaz issus de procédés de traitement des déchets.

- Les électro-carburants ou e-carburants :

les e-carburants sont produits à partir d'H₂ et de CO₂. Dans un premier temps, l'H₂ est obtenu par électrolyse de l'eau, les électrolyseurs étant alimentés en électricité. D'où le nom de carburant électrique. Si l'électricité provient d'une source renouvelable, le e-carburant est lui-même renouvelable. Dans une seconde étape, à l'aide d'un procédé de synthèse catalytique, l'H₂ est combiné avec le CO₂ pour donner des hydrocarbures. Le CO₂ peut être extrait de l'air ou de fumées de process industriels.

Les s-carburants et les e-carburants ont de nombreuses qualités en commun : ils sont très fortement décarbonés, ils peuvent être utilisés dans tous types de moteurs, ils sont totalement miscibles avec leurs homologues fossiles et peuvent s'y substituer à 100%, et enfin ils peuvent être utilisés sans modification des chaînes logistiques ni des moteurs.

Mais, ils ont en commun l'inconvénient d'être aujourd'hui de l'ordre de 2 à 4 fois plus chers que leurs équivalents fossiles, voire plus.

S'il n'est pas régulé, l'accès à la ressource peut générer des conflits d'usages. En la matière, les e-carburants sont plus avantageux que les s-carburants biosourcés. D'abord parce qu'ils peuvent être produits sur des surfaces désertiques alors que les s-carburants nécessitent des terres aussi fertiles que possible. Ensuite, parce que leur rendement surfacique est 30 fois supérieur à celui des s-carburants.

Ainsi, pour décarboner 60 à 70% des consommations de la flotte mondiale avec des s-carburants d'origine biologique, il faudrait exploiter une surface de l'ordre de 7/1000^e des terres émergées. Avec des e-carburants, il ne suffirait que de 5/1000^e de la surface du Sahara.

Pour finir sur les carburants, un mot sur l'H₂ et le GNL électriques.

Comme vu plus haut, l'H₂ est appelé à jouer un rôle majeur dans la décarbonation du transport maritime car c'est l'un des éléments constitutifs des s et des e-carburants. Il peut aussi être « embarqué » directement à bord des navires et être utilisé comme carburant dans les moteurs ou dans des piles à combustibles. Cependant, le pouvoir calorifique volumique de l'H₂ étant très faible, l'H₂ « embarqué » convient mieux pour des navires de faible rayon d'action que pour les navires océaniques.



Quant au GNL, de synthèse ou électrique, c'est bien un carburant non carboné qui peut se substituer au GNL fossile des navires équipés pour ce type de carburant. Pour les autres navires, il semble préférable de faire appel au GPL, de synthèse ou électrique, qui est beaucoup mieux adapté aux navires océaniques. En effet, le GPL est stockable en phase liquide aux conditions quasi normales de pression et de température.

La région Occitanie a lancé la transformation écologique « Green Harbour » du port de Sète-Frontignan et contribue aux études d'un projet « H2 à quai ». Ce projet piloté par la société Nexeya, basée à Toulouse, implique une barge chargée d'H2 et une pile à combustible pour fournir de l'électricité aux bateaux à quai. À Port-la-Nouvelle, l'agence Arc et l'opérateur Qair projettent une usine de production d'H2 vert produit à partir de l'électricité du futur parc éolien flottant Eolmed.

Pour conclure sur les solutions pour décarboner le transport maritime, nous retiendrons qu'elles sont techniquement capables de décarboner la quasi-totalité de l'activité, mais qu'elles ne sont en général pas compétitives pour s'imposer dans un marché international qui est soumis aux seules règles de la concurrence.

Il faut donc envisager des moyens d'accompagnement pour leur développement, notamment pendant la période dite de « transition ».

Les moyens d'accompagnement

Les leviers dont nous disposons peuvent se décliner en trois grandes catégories de moyens : les subventions, la réglementation et la fiscalité. Comme pour le secteur de l'énergie électrique et plus récemment celui de l'environnement, les grandes transitions technologiques nécessitent un accompagnement, pour permettre aux nouvelles solutions et aux nouveaux acteurs qui les portent, de s'imposer face à des positions acquises de longue date par les technologies déjà en place. Ces « vieilles » technologies ont, en effet, des coûts de production faibles car leurs installations sont pour la plupart déjà amorties.

Dans le cas d'espèce, la situation est différente car, le transport maritime est un domaine hautement concurrentiel et international, alors que les plus grandes transformations du secteur électrique se sont faites à une époque où la production d'électricité était locale et souvent le monopole des États.

Les subventions

Elles sont très utiles principalement pour des entreprises de petite taille n'ayant pas de fonds propres. En particulier, lorsqu'il s'agit de subventions d'équipement non remboursables, qui ont comme principale qualité d'être considérées comme des quasi-fonds propres par les bailleurs de fonds.

La région Occitanie, par exemple, pousse la filière H2 vert avec un plan doté de 150 M€ et soutient de nombreux projets innovants tel que la pilotine électrique de la station de pilotage de Sète-Frontignan.

Décarbonation du transport maritime : un problème mondial, des actions locales

La réglementation

Les lois et les réglementations sont de puissants moyens dont disposent les pouvoirs publics pour diriger les actions des acteurs économiques vers des objectifs qui ont été fixés dans l'intérêt de la collectivité.

En matière d'environnement, on pourrait citer une multitude de réglementations qui ont contraint les acteurs économiques à modifier leur comportement. Nous en avons une illustration dans le transport maritime avec la convention de l'OMI qui plafonne la teneur en soufre des carburants.

Le problème corollaire des réglementations et des lois, c'est de contrôler qu'elles sont respectées. Mais elles ont l'immense avantage de ne pas être onéreuses pour la collectivité.

La fiscalité

La fiscalité est un levier très apprécié par la puissance publique car elle est une source de revenus.

L'idée de taxer les carburants maritimes est légitime, puisqu'elle ne consiste qu'à faire sortir le transport maritime du statut dérogatoire, qu'il occupe depuis les accords de Kyoto, et qui lui concède la facilité de ne pas participer aux efforts engagés par les autres acteurs économiques pour la décarbonation de l'environnement.

Il serait donc mal venu de s'y opposer d'autant qu'elle peut être indolore pour les acteurs du maritime si elle s'applique à tous. En effet, une taxe « universelle » n'engendrera pas, en principe, de distorsion commerciale. S'appliquant au carburant maritime, consommé par tous les navires, le surcoût serait, en effet, réparti équitablement entre les différents armateurs, qui le répercuteraient aux chargeurs qui eux-mêmes le répercuteraient au client final, un peu à la manière de la TVA (principe de pollueur-payeur).

Conclusion

Il semble qu'aujourd'hui, les citoyens, les acteurs économiques et les responsables politiques aient pris conscience du fait écologique et des risques associés au changement climatique.

Dans le secteur maritime, des chargeurs renommés tels qu'Ariane Groupe, Ikea ou Danone, poussés par leur clientèle, sont prêts à supporter un surcoût de transport pour moins d'impact environnemental.

Nous venons de le voir, les technologies sont prêtes et leur financement peut être assuré sans qu'il ne pèse trop sur les épaules de la collectivité.

Les quelques exemples de réalisations régionales montrent que la transition énergétique du transport maritime a commencé.