

Quelles solutions pour l'approvisionnement en GNL carburant marin et fluvial ?

Rapport de mission professionnelle pour le master PAPDD, année universitaire 2016-2017.

Mission réalisée à la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM)

Guillaume DE GAVRE

Encadré par Clémence Elizabeth (DGITM), Loïc Millois (DGITM) et François Combes (IFSTARR)

L'impact dramatique des carburants marins traditionnels pour l'environnement et la santé demande un changement radical du secteur du transport maritime. Le Gaz Naturel liquéfié est une des alternatives possibles et présente maints atouts. Toutefois, son développement nécessite la mise en place d'infrastructures et de réglementations dédiées et une compétitivité logistique encore à construire.

Une filière amenée à se développer très rapidement

L'OMI et l'Union Européenne ont imposé un taux de rejet maximum de 0,1% de soufre pour les carburants marins dans des zones tendues (Manche-Mer du Nord etc.) depuis 2015 et 0,5% à compter de 2020 ailleurs, alors que les Heavy Fuel Oils (HFO), les carburants traditionnels rejettent environ 3,5%. Ces résidus du raffinage du pétrole brut génèrent une pollution atmosphérique significative et dangereuse qui causerait 60 000 morts par an en Europe. Des alternatives existent : l'installation de dispositifs de lavages de fumée (*scrubbers*) avec tous les inconvénients que cela présente (recyclage de la pollution en pollution marine, réglementation appelée à évoluer en conséquence, fardage accru sur certains navires inadaptés, usure rapide et investissements conséquents, manque de retour d'expérience, disponibilité des chantiers) ; les Marine Gas Oils (MGO), solution la plus onéreuse sur le seul critère du prix du carburant ; et le Gaz Naturel Liquéfié (GNL), dont le principal problème est sa disponibilité physique (même si la ressource est potentiellement abondante) et surtout sa disponibilité à

un prix et dans des délais abordables. Le résoudre demande la structuration d'une filière, fortement encouragée par les pouvoirs publics, a fortiori en France où les Grands Ports Maritimes (GPM, sous la tutelle de l'Etat), historiquement mal positionnés sur les avitaillements en HFO, peuvent espérer prendre des parts de marché sur le GNL et ainsi gagner des trafics et de l'activité.

Toutefois, le développement du GNL dépendra avant tout de la demande et donc des armateurs, dont la décision découlera de l'offre des fournisseurs de carburant marin (de sorte que croissance de l'offre et croissance de la demande s'alimenteront). Au-delà de ces deux catégories d'acteurs, les ports, les logisticiens, les chantiers navals, les fournisseurs de technologie, les exploitants de terminaux gaziers et la puissance publique ont un rôle à jouer.

Malgré la volonté politique (GNL ciblé par la Loi pour la Transition Énergétique vers une Croissance Verte (LTECV), obligation pour tous les ports français de proposer au moins une solution d'avitaillement au GNL d'ici

2025), le GNL et ses enjeux restent mal connus. Or les acteurs ont besoin de certitudes et l'attentisme semble condamner à l'échec face à une concurrence internationale s'annonçant féroce. Il est donc essentiel, pour l'Etat français et ses ports, de cerner ce que pourrait être la demande future en GNL (où et sur quelles lignes ?), ce qu'est la rationalité économique du

GNL au-delà de son prix, les investissements à réaliser sur les navires et les modes d'avitaillement (barges etc.) étant incertains et faiblement fongibles et le coût total associé très variable. Une démarche informée doit permettre de cerner les solutions innovantes et rejeter les impasses technologiques et organisationnelles.

Une demande future difficile à cerner mais pourtant primordiale

Il apparaît clairement, au cours de nos entretiens avec les professionnels du secteur, que les lignes à cibler en priorité ne font pas l'objet d'un consensus, même si les segments des porte-conteneurs, des navires de croisière et des ferries se dégagent.

La voie n'est donc pas évidente et fonde une des demandes qui nous fut adressée, à savoir de construire un outil de projection de la demande par port, indépendamment des travaux effectués par les acteurs privés.

Marseille	Borne inférieure			Borne supérieure		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030
Besoin annuel	44 973	93 785	155 576	123 872	289 012	563 095
En m3	15 878	34 574	60 308	47 633	115 246	241 230
Container	4 964	9 645	15 395	9 928	22 504	38 619
Croisière	24 131	49 566	79 873	66 310	151 261	283 246
Ferry						

Projections de demande en GNL à Marseille

Sur la base de trafics réels et de plusieurs critères (type et âge du navire, fréquence de passage dans le port, temps d'escale, estimation capacitaire des soutes, passage par des ports voisins, estimation de croissance des trafics, concurrence internationale), nous pouvons ainsi observer la sensibilité de la demande à différentes hypothèses, notamment probabilistes.

Ces dernières, arbitraires, dépendront forcément de l'évolution du contexte et de l'environnement compétitif. Il apparaît vite qu'un déterminant essentiel de la demande future tiendra aux prix potentiels des différents carburants, entre autres considérations économiques.

Des déterminants économiques encore incertains

Sur la base de données historiques, on a déterminé des intervalles d'évolution possible des différents carburants en fonction du prix du baril (un échantillon plus conséquent aurait permis d'affiner les intervalles).

Prix du Brent (\$/bbl)	Prix du IFO 180 (\$/m³)		Prix du MGO (\$/m³)		Prix du GNL (\$/m³)	
	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
40	179	239	311	440	85	117
50	224	299	389	550	102	140
60	269	359	466	661	120	164
70	314	419	544	771	137	187
80	359	478	622	881	154	210
90	404	538	699	991	171	234
100	449	598	777	1 101	189	257
110	493	658	855	1 211	206	280
120	538	718	933	1 321	223	304
130	583	777	1 010	1 431	240	327
140	628	837	1 088	1 541	258	350
150	673	897	1 166	1 651	275	374
160	718	957	1 243	1 761	292	397

Table d'évolution des carburants en fonction du Brent

On peut ainsi situer le seuil de pertinence, le niveau maximum de prix auquel le GNL est pertinent pour un différentiel de prix souhaité.

Prix du baril (\$/bbl)	Différentiel de prix souhaité (en \$/MBTU)					
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
50	4,8	3,8	2,8	1,8	0,8	-0,2
100	11,7	10,7	9,7	8,7	7,7	6,7
150	18,5	17,5	16,5	15,5	14,5	13,5

Prix maximum acceptable du GNL selon baril et différentiel de prix souhaité

Ce différentiel de prix est un critère-clé pour les armateurs, celui-devant permettre le retour sur investissement (sur une durée à déterminer) tout en absorbant le surcoût logistique.

Ce surcoût logistique est, à date, essentiellement résumé par le secteur à l'amortissement des vecteurs d'avitaillement (navires, barges etc.). A l'heure d'analyser les besoins d'action publique, il est donc nécessaire d'en percevoir les sous-jacents.

Volume annuel	Durée de ROI (nombre d'années)				
	3	4	5	6	7
50 000m ³	471€/m ³	387€/m ³	337€/m ³	304€/m ³	280€/m ³
100 000m ³	235€/m ³	194€/m ³	169€/m ³	152€/m ³	140€/m ³
150 000m ³	157€/m ³	129€/m ³	112€/m ³	101€/m ³	93€/m ³
200 000m ³	118€/m ³	97€/m ³	84€/m ³	76€/m ³	70€/m ³
250 000m ³	94€/m ³	77€/m ³	67€/m ³	61€/m ³	56€/m ³
300 000m ³	78€/m ³	65€/m ³	56€/m ³	51€/m ³	47€/m ³

Amortissement et surcoût d'exploitation maximum à impacter à la logistique aval du GNL pour un avitailleur

Pour mieux appréhender la demande future de la part des acteurs-clés que sont les armateurs, on peut aussi cerner la zone de pertinence des différentes solutions en fonction du baril et de la durée de retour sur investissement souhaitée.

Coût annuel du carburant	Prix du HFO (ici IFO 180)		Prix du MGO		Prix du GNL	
	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
Prix du Brent (\$/bbl)						
40	1,2M€	1,6M€	2,1M€	3,0M€	0,9M€	1,3M€
50	1,5M€	2,0M€	2,7M€	3,8M€	1,1M€	1,5M€
60	1,8M€	2,4M€	3,2M€	4,5M€	1,3M€	1,8M€
70	2,1M€	2,8M€	3,7M€	5,3M€	1,5M€	2,1M€
80	2,4M€	3,2M€	4,3M€	6,1M€	1,7M€	2,3M€
90	2,7M€	3,6M€	4,8M€	6,8M€	1,9M€	2,6M€
100	3,0M€	4,0M€	5,3M€	7,6M€	2,1M€	2,8M€
110	3,3M€	4,4M€	5,9M€	8,3M€	2,3M€	3,1M€
120	3,6M€	4,8M€	6,4M€	9,1M€	2,4M€	3,3M€
130	3,9M€	5,2M€	6,9M€	9,8M€	2,6M€	3,6M€
140	4,2M€	5,6M€	7,5M€	10,6M€	2,8M€	3,8M€
150	4,5M€	6,0M€	8,0M€	11,3M€	3,0M€	4,1M€
160	4,8M€	6,4M€	8,5M€	12,1M€	3,2M€	4,4M€

Consommation annuelle de carburant pour un navire ayant besoin de l'équivalent de 6 000m³ de GNL

Des impasses technologiques et des solutions logistiques

Il est difficile d'imaginer que tous les ports français tirent leur épingle du jeu sur de l'avitaillement ship-to-ship (STS) à grande échelle, ne serait-ce que pour rationaliser la filière, d'où l'intérêt pour l'Etat de raisonner par façade.

Un raisonnement en coût total de détention (par les privés) en incluant les investissements et les coûts d'exploitation sous contrainte de satisfaction des besoins montre toujours le même cheminement : une montée en puissance progressive de la demande, amorcée par une logistique légère Truck-To-Ship, vite dépassée par les besoins unitaires et des limites physiques (incompatibilité avec la présence de grues pour décharger les porte-conteneurs), là où l'étape supérieure (avitaillement par barge

ou navire) ne devient rentable que pour des volumes bien plus conséquents.

En se focalisant sur les temps de cycle, un niveau de service inchangé par rapport à un soutage HFO étant crucial pour attirer les armateurs, qu'il s'agisse de transport de personnes ou de marchandises, il apparaît que des logistiques innovantes et à moindre coût sont possibles : des conteneurs à température dirigée pour transporter du GNL depuis le Terminal et servir de réservoirs nomades sur les navires (la problématique du temps de chargement du carburant étant gommée au profit d'une contrainte de disponibilité spatiale pour loger le conteneur sur le navire) présentent ainsi un caractère disruptif et sont pertinents pour une gamme de navire allant du ferry au porte-conteneur de taille intermédiaire et pour des

Prix du Brent (\$/bbl) / IFO + scrubber vs. GNL	Durée de ROI (nombre d'années)														
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
40	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
50	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
60	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
70	IFO	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
80	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
90	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
100	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
110	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
120	IFO	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
130	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
140	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
150	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	
160	IFO	IFO	IFO	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	GNL	

Zones de pertinence relatives de l'IFO 380 et du GNL sous des hypothèses d'investissement défavorables au GNL

En affectant aux différents scénarios de prix du baril une probabilité de réalisation, on peut, en fixant une espérance de durée de retour sur investissement, déterminer des probabilités de basculement au GNL qui alimenteront les projections de demande locales.

avitaillements dans des ports distants d'un Terminal (Le Havre par exemple).

Malgré des volumes initiaux potentiellement plus faibles (dissuadant donc l'investissement dans un mode lourd d'avitaillement), les ports français ont des atouts à faire valoir : disponibilité foncière et temporelle pour des navires clients fonctionnant au GNL ; arrière-pays conséquent pour une demande non-maritime ; écosystèmes de service etc.

L'Etat peut jouer un effet de levier en apportant des garanties financières pour l'accélération de la réalisation d'infrastructures critiques (mise à niveau des terminaux, lancement d'une barge de soutage par façade pour tirer à la baisse les coûts de la logistique aval) ou pour sécuriser la demande. Toutefois, l'impératif de bonne gestion des deniers publics demande d'éviter les aventures sans lendemain (retrofits ou dual-fuel) pour se consacrer à des signaux durables.

Des marges de manœuvre limitées en termes d'action publique

Des certitudes supplémentaires quant aux précautions exigées localement sur l'avitaillement, un accompagnement spécifique au lancement d'un navire avitailleur par façade maritime, un cadre fiscal au moins neutre et en tous les cas au moins aussi favorable que celui des pays voisins sur les soutes, des incitations sur les droits de port évidemment pour les navires avitailleurs mais aussi éventuellement pour les navires clients (d'où un manque à gagner pour les ports qui pourrait être compensé par l'Etat) au moins sur une période de lancement du secteur, une prise en compte accrue du carbone dans la fiscalité des carburants (ce qui conférerait un avantage relatif au GNL), des accompagnements projet par projet pour faire émerger des services supplémentaires (traitement des eaux de scrubber pour offrir un maillage complémentaire au réseau GNL), une contribution étatique sous forme de fonds propres à la mise à niveau des terminaux en

contrepartie d'un mode de facturation compatible avec les faibles volumes unitaires de l'avitaillement GNL sont autant de pistes plus ou moins dispendieuses pour transformer concrètement la volonté d'intervention de l'Etat.

HFO	MGO	GNL
327g _{éq.CO2} /K Wh	331g _{éq.CO2} /K Wh	244g _{éq.CO2} /K Wh

Bilan carbone des différents carburants marins

Pour autant, à vouloir être précurseur, le risque d'éléphants blancs au spectre d'utilisation restreint (sur des navires avitailleurs ou d'autres infrastructures) ou de dimensionnements non-optimaux est bien réel. Par ailleurs, s'il semble ne faire aucun doute que le GNL représentera une part de marché significative à moyen terme, se pose déjà la question du long-terme, l'hydrogène et la propulsion électrique, malgré les nombreuses impasses encore à lever, étant loin d'être des options incongrues.

Bibliographie sélective

Cadre d'Action National pour le développement des Carburants Alternatifs dans le Secteur des Transports et le déploiement des infrastructures correspondantes. Rapport institutionnel adopté en application de la directive 2014/94/UE du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs. MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER, 96 pages.

Rôle du GNL carburant marin et fluvial dans la transition énergétique pour la croissance verte, Contribution au cadre d'action national sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, ASSOCIATION FRANÇAISE DU GAZ, Juin 2016, 40 pages.

« Transport maritime. Alors, ça gaze ? ». FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT. Dossier de presse. 20 Septembre 2016.

Etude de faisabilité relative au soutage de combustibles à faibles émissions. MARINE ASSISTANCE, AXE ASSISTANCE ET EXPERTISE pour le Grand Port Maritime du Havre, 09 Juillet 2015, 208 pages.