

— ÉTUDES MARINES —

ÉNERGIES

N°16 – Juin 2019
Centre d'études stratégiques de la Marine

SOMMAIRE

PRÉFACE

Capitaine de vaisseau Yves Postec 6

« La transition énergétique suppose de prendre en compte l'ensemble des paramètres... »

Entretien avec Arnaud Leroy 8

La mer, milieu clef du domaine énergétique

Dr. Nicolas Mazzucchi 16

Le gaz naturel liquéfié, une composante maritime essentielle de la géopolitique des hydrocarbures

Capitaine de vaisseau (RC) Jérôme Ferrier 30

Les énergies marines renouvelables, porteuses d'une ambition énergétique et industrielle pour la France

Anne Georgelin 40

« La demande en électricité ne cessera de croître... » Entretien avec Philippe Sauquet	54
Énergies renouvelables : l'enjeu des ressources minérales Patrice Christmann	62
Dépendance énergétique : développement et protection des flux stratégiques maritimes Capitaine de frégate Franck Maire	80
« Le bateau-atelier, un retour aux sources » Entretien avec Titouan Lamazou	90

Le gaz naturel liquéfié, une composante maritime essentielle de la géopolitique des hydrocarbures

Capitaine de vaisseau (RC) Jérôme FERRIER

Président d'honneur de l'Union internationale de l'industrie du gaz

Le gaz naturel présente l'énorme avantage de réduire les émissions de CO₂ de moitié par rapport au charbon et de n'émettre ni soufre ni particules. C'est le complément logique aux énergies renouvelables, par nature intermittentes. Il constitue donc la clef du succès de la transition énergétique vers une économie décarbonée.

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est une facilité de transport du gaz par voie maritime longtemps réservée aux pays géographiquement isolés et devenue avec le temps un outil géopolitique sur la scène énergétique mondiale. La part du GNL sur le marché international du gaz naturel n'a cessé de croître ces dernières années pour représenter à ce jour 30 % du commerce international du gaz naturel, 70 % étant transportés par gazoducs. Les développements gaziers actuels en Australie, en Sibérie, en Papouasie-Nouvelle-Guinée ou en Méditerranée orientale appellent à s'interroger sur la redistribution des équilibres énergétiques avec l'apparition de ces nouveaux acteurs.

Historique du GNL

La fabrication du froid date du XIX^e siècle. Le gaz y a joué un rôle important, notamment dans la cryogénie. La liquéfaction du gaz naturel a été mise au point pour faciliter son transport et sa distribution en réduisant son volume dans une proportion de 1 à 600 (1 m³ de GNL = 600 m³ de gaz à la pression atmosphérique) rendant ainsi plus aisée, *via* le transport maritime, l'exportation depuis les pays producteurs géographiquement isolés.

Le commerce du gaz naturel liquéfié a commencé dans les années 1960 avec le gaz algérien en provenance du champ d'*Hassi R'mel*, au centre du Sahara, liquéfié dans l'usine d'Arzew, à proximité d'Oran. Le GNL produit était expédié vers les premiers terminaux européens construits au Havre (1965), à Barcelone (1969), à Panaglia près de La Spezia (1971) et à Fos Tonkin près de Marseille (1972). Le nombre d'acteurs dans le GNL n'a, depuis, cessé de croître et les trois principaux pays exportateurs sont aujourd'hui le Qatar, l'Australie et la Malaisie, l'Algérie n'apparaissant qu'à la 7^e place. À l'autre extrémité de la chaîne, les trois premiers pays importateurs de GNL sont le Japon, la Chine et la Corée du Sud, l'Europe ne se plaçant qu'en 4^e position.

En 2018, il existait 84 trains de liquéfaction répartis sur 31 sites, 470 méthaniers et 140 terminaux méthaniers, dont 27 en Europe. Sur le seul site du Qatar,

premier producteur mondial, 14 trains de liquéfaction ont été successivement construits, chacun constituant une installation industrielle à part entière. La flotte des méthaniers est, elle, en forte augmentation avec 65 navires attendus en 2019, dont les premiers méthaniers brise-glaces pour le projet *Yamal*, en Sibérie. Aujourd'hui, la très grande majorité des méthaniers à construire sont commandés dans les chantiers navals sud-coréens, même si les chantiers navals français furent précurseurs avec la construction des premiers navires de ce type dans les chantiers de l'Atlantique en 1972, de la Ciotat en 1975 et de Dunkerque en 1977.

La forte composante géopolitique du GNL

Le GNL a apporté une composante de souplesse au marché du gaz que les traditionnels gazoducs ne pouvaient pas offrir, en raison du lien physique entre un fournisseur et un client qui pouvaient tous deux être qualifiés de captifs. La Russie par exemple ne pourrait pas s'affranchir de ses exportations vers l'Europe compte tenu des revenus associés et de l'absence d'alternative crédible, quand l'Europe de son côté ne pourrait pas se passer des importations de gaz russe qui représentent environ 30 % de l'ensemble de ses besoins, malgré d'importants efforts de diversification des ressources de gaz et de GNL importées. Les protagonistes n'ont donc d'autre alternative que de se mettre d'accord.

En rompant ce lien rigide entre production et consommation, le GNL constitue désormais un élément essentiel de la sécurité d'approvisionnement pour les pays consommateurs, tout comme de la sécurité des débouchés pour les producteurs. La liberté de destination du produit qu'offre le transport maritime favorise l'arbitrage des marchés et constitue un recours en situation d'urgence, comme nous avons pu le constater lors de la catastrophe de Fukushima en 2011 et la livraison en urgence de cargaisons de GNL additionnelles pour se substituer à la fourniture des centrales nucléaires. Cette souplesse permettra, comme pour le pétrole, l'émergence de marchés régionaux, puis à terme prévisible, d'un grand marché mondial comparable au pétrole brut.

Le GNL algérien et l'Europe

Au début des années 1990, le GNL algérien a fait l'objet des mêmes débats que ceux auxquels nous assistons aujourd'hui à l'égard du gaz russe. Alors que la tension politique était forte entre l'Algérie et les pays d'Europe du Sud,

notamment la France et l'Italie, principaux destinataires à cette époque du gaz algérien, les responsables politiques de ces pays s'interrogeaient pour savoir s'il était raisonnable de dépendre autant d'un État qui représentait à l'époque près de 40 % de leurs approvisionnements. Force est de constater que les contrats ont été scrupuleusement respectés par l'ensemble des parties et qu'une diversification des schémas de transport à partir de l'Algérie a pu même se concrétiser par de nouveaux gazoducs, comme le *Maghreb-Europe*, mis en service en 1996, qui transporte le gaz depuis le gisement d'*Hassi R'mel* jusqu'en Espagne *via* le Maroc et à travers la Méditerranée, en complément cette fois des livraisons de GNL.

Aujourd'hui, l'Algérie ne représente plus que 10 % des approvisionnements français malgré les efforts de la *Sonatrach* pour maintenir le niveau de production de ses gisements et prolonger ses contrats d'exportation, mais les besoins domestiques en Algérie sont tels, notamment pour la génération électrique, que la part des exportations y est en diminution constante.

L'impact du GNL américain

Les États-Unis sont les premiers consommateurs de gaz dans le monde. La baisse des réserves et de la capacité de production nord-américaine a laissé penser, à la fin des années 1990, que Washington redeviendrait importateur de GNL au début des années 2000, comme il l'avait été pendant une courte période au début des années 1980. Les grands opérateurs se sont alors lancés dans la construction de terminaux méthaniers, notamment au Texas, à proximité du *Henry Hub*, qui est le point d'équilibre des réseaux de gazoducs américains et où se détermine le prix de référence international applicable à l'ensemble des marchés gaziers nord-américains.

Le développement des gaz de schiste américains, rendu possible par les prix à la hausse du pétrole et du gaz, a renversé en cinq ans l'utilisation de ces terminaux de regazéification en usines de liquéfaction exportatrices de GNL. La première cargaison de GNL a ainsi pu être exportée à destination du Brésil à partir du terminal de *Sabine Pass*, en Louisiane, en février 2016. D'autres cargaisons ont suivi à destination de l'Amérique du Sud, notamment vers l'Argentine, pour des raisons liées à la proximité géographique, mais aussi à la volonté des États-Unis de reprendre une position stratégique sur la partie méridionale de leur continent après avoir longtemps dépendu du pétrole vénézuélien en complément du pétrole saoudien.

Pour que les États-Unis deviennent, comme ils l'ambitionnent, le troisième exportateur mondial de GNL derrière le Qatar et l'Australie, cela suppose deux conditions : que les prix du gaz se maintiennent à un niveau élevé pour rentabiliser la production de gaz de schiste américaine et que les besoins domestiques demeurent en progression raisonnable, car leur satisfaction demeurera prioritaire sur les exportations. En effet, une part importante de la génération électrique et du développement industriel se fait désormais dans ce pays à partir du gaz naturel qui a contribué à réduire significativement la consommation de charbon et, de façon induite, les émissions polluantes.

L'influence grandissante de la Chine

La consommation de gaz naturel était marginale en Chine au début des années 2000. Les émissions polluantes issues des centrales à charbon étant devenues insupportables pour les habitants des grandes cités, les autorités ont décidé de substituer progressivement le gaz au charbon pour la génération d'électricité. Ils se sont orientés à la fois vers des approvisionnements terrestres par gazoducs en provenance notamment de Russie, du Turkménistan et d'Iran, mais aussi des approvisionnements par GNL, et une douzaine de terminaux de regazéification ont été construits en quelques années sur les côtes chinoises.

Aujourd'hui, le marché chinois du GNL, devenu rapidement le second derrière le Japon et devant la Corée du Sud, concentre tous les espoirs d'un développement soutenu et durable et deviendra à terme son premier débouché.

Les approvisionnements gaziers en provenance de Russie suscitent un débat à Bruxelles

La Russie détiendrait les premières réserves mondiales de gaz naturel devant l'Iran, le Turkménistan et le Qatar. Elle est aussi la seconde en matière de consommation derrière les États-Unis. Depuis le début des années 1980, Moscou approvisionne l'Europe, dont il est devenu le premier fournisseur à hauteur de 30 %, devant la Norvège, 25 %. Certains pays européens sont dépendants à 100 % des livraisons russes : c'est le cas de la Hongrie, de la République tchèque ou de la Slovaquie. D'autres, comme l'Italie ou l'Allemagne, ont une assez forte dépendance avec respectivement 38 % et 30 % de gaz russe.

Dans l'entrelacs des axes gaziers



- Union européenne
 - Pays producteurs de gaz
 - Pays ayant signé un accord avec la Russie
 - Pays « à éviter » pour la Russie
- Gazoducs**
- Principaux gazoducs approvisionnant l'Union européenne
- Futur axe (en projet ou en construction)**
- Projets soutenus par la Russie
- Terminaux de gaz naturel liquéfié**
- Existants
 - En projet ou construction

Sources : Commission européenne ; US Department of Energy.

Pendant près de quarante ans, ces approvisionnements se sont faits par gazoducs jusqu'aux frontières de l'ex-URSS. L'indépendance des ex-pays soviétiques vis-à-vis de la Russie a fait apparaître un rôle clef pour deux États de transit : l'Ukraine et la Biélorussie. Si celle-ci ne présente pas de difficulté particulière, il n'en est pas de même avec l'Ukraine, où les tensions politiques se sont répercutées sur les contrats de transit et leur application. Un désaccord sur les conditions de transit aura même entraîné deux courtes interruptions en 2009 et 2014, suivies d'un rétablissement en quelques jours sous la pression de l'Union européenne.

Afin de diversifier les routes de transit du gaz, la Russie a construit *Nord Stream* (NS1), conduite sous-marine mise en service en 2012 reliant directement la région de Saint-Petersbourg à Greifswald, en Allemagne, d'une capacité de 55 Gm³/an (soit 10 % des approvisionnements européens). Puis elle s'est lancée dans la construction de *South Stream* qui doit relier directement, sous la mer Noire, la Russie à la Bulgarie. Un différend entre la Commission européenne et la Russie sur les conditions de transit à travers la Bulgarie, pays où *Gazprom* est l'actionnaire principal des infrastructures, aboutit à l'interruption des négociations et à la décision de rediriger le gazoduc vers la Turquie, en le rebaptisant *Turk Stream*. Le débat porte aujourd'hui sur le projet russe de doubler *Nord Stream* (NS2) en rajoutant une capacité de 55 Gm³/an, capacité dont l'UE affirme qu'elle n'aurait pas besoin à court terme pour satisfaire la demande européenne.

La réalité est que NS2 menacerait le maintien à terme du transit à travers l'Ukraine en favorisant son contournement, ce qui pourrait avoir des conséquences graves sur les approvisionnements de ce pays. L'UE craint en effet, dans l'hypothèse d'un désaccord contractuel entre l'Ukraine et la Russie, de devoir livrer les quantités russes défaillantes pour assurer la continuité de fourniture, notamment en hiver. Diversifier à la fois les sources et les routes d'approvisionnement pour les fournitures de gaz est une bonne politique, sous réserve de respecter les règles contractuelles et de ne pas déstabiliser les acteurs historiques.

La Russie, consciente de l'importance grandissante du marché du GNL, a décidé ces dernières années, avec l'aide des sociétés occidentales, d'augmenter la part du GNL dans ses exportations. C'est ainsi qu'elle a développé le projet GNL sur l'île de Sakhaline, en mer du Japon, avec le soutien de *Shell*, et, en Sibérie, le projet *Yamal*, sur la péninsule du même nom, au bord de la mer de Kara, avec le concours de *Total*. Pour développer ce gigantesque projet, plusieurs défis technologiques ont dû être surmontés : il a fallu se doter de capacités d'exploitation par des températures pouvant atteindre -50 °C, forer 80 000 puits dans le permafrost

pour soutenir les installations industrielles et construire des méthaniers brise-glaces pour l'évacuation du GNL produit. La destination des cargaisons étant le marché asiatique, ces méthaniers peuvent emprunter la route Nord durant la période de l'année où la glace n'excède pas deux mètres de profondeur, et la route Sud, *via* l'Europe, le reste de l'année. La route Nord présente l'avantage de réduire de moitié la durée du parcours (15 jours au lieu de 30 pour la route Sud).

La Russie, contrainte jusqu'ici d'exporter son gaz naturel vers l'Europe par gazoducs, s'offre désormais, avec le GNL, l'opportunité de futurs arbitrages de nature à diversifier son marché à l'export et à lui donner un atout supplémentaire dans les négociations relatives à l'exportation de gaz par canalisation.

Les découvertes gazières en Méditerranée orientale ouvrent de nouvelles perspectives

La Méditerranée est restée longtemps à l'écart des grandes découvertes pétrolières et gazières *offshore*. L'Égypte exploitait bien quelques gisements à proximité de son littoral, mais rien de significatif. C'est du côté d'Israël que les premières découvertes importantes sont intervenues en 2009 avec les gisements de *Tamar* (180 Gm³), mis en production en 2013, puis de *Leviathan*, découvert en 2010 (500 Gm³), dont la production devrait démarrer en 2019. Ces deux gisements se situent respectivement à 90 et 130 km au large de Haïfa. Les réserves gazières excédant largement ses seuls besoins domestiques, Israël a signé avec l'Égypte un premier contrat d'exportation.

En Égypte, c'est le champ géant de *Zohr*, au large d'Alexandrie, qui a été considéré comme la plus importante découverte de l'année 2015, avec des réserves estimées à près de 850 Gm³. À Chypre, la découverte du gisement d'*Aphrodite* en 2011, dont les réserves pourraient être supérieures à 130 Gm³, a immédiatement soulevé de la part de la Turquie certaines revendications maritimes. Enfin, le Liban a octroyé en 2018 des licences d'exploration à un consortium emmené par *Total* et *ENI* pour un premier forage en 2019.

On voit là se constituer un portefeuille de réserves gazières dépassant largement les besoins propres des pays concernés. Deux options s'offriront aux acteurs de la région : exporter par des gazoducs en partie sous-marins puis terrestres, ou réaliser un projet *offshore* d'exportation directe du GNL par voie maritime. C'est le cas aujourd'hui de certains projets éloignés de la terre qui concentrent sur une même installation la totalité des facilités de production, de séparation, de stockage



Le méthanier *Gallina* se ravitaille auprès du FLNG *Prelude*. © Shell Australia.

et d'expédition du gaz naturel produit. Le projet géant que *Shell* vient de développer en Australie occidentale en est l'archétype. Il s'agit d'un FLNG (*Floating Liquefied Natural Gas*) positionné à 475 km au nord-ouest des côtes australiennes qui extrait et liquéfie en un même point le gaz naturel produit. La plate-forme mesure 488 m de long, 74 m de large, a un tirant d'air de 100 m et pèse jusqu'à 600 000 tonnes en stockage plein pour un coût de 6 milliards de dollars australiens. Les méthaniers peuvent ainsi charger directement le GNL depuis le FLNG, permettant à la plate-forme de s'affranchir de toute connexion terrestre.

Ce concept nouveau d'installation marine intégrée constitue le futur des productions gazières *offshore* et pourrait être une solution à la problématique apparue en Méditerranée orientale.

L'Iran et le Qatar : une suprématie qui se joue sur un gisement *offshore*

Le Qatar a développé sa richesse sur l'exploitation d'un gisement de gaz qui a la particularité de se trouver à cheval sur sa ZEE (*North Field*) et celle de l'Iran (*South Pars*). Il se trouve que cette production contribue depuis plus de vingt ans à asseoir la richesse du Qatar en faisant de ce pays le premier exportateur mondial de GNL. L'Iran, en raison des sanctions internationales qui pèsent sur lui, n'a pas commencé à exporter le gaz de *South Pars*. Faute d'*unitisation* de la structure, c'est-à-dire une répartition négociée des parts de chacun, le moment viendra où des phénomènes physico-chimiques dans les réservoirs pourraient déséquilibrer les productions respectives des deux gisements et entraîner de sérieuses tensions politiques. Il serait préférable qu'un accord entre les deux pays intervienne au préalable.

Le GNL carburant marin du futur

Jusqu'en 2010, les seuls navires utilisant le GNL comme carburant étaient les méthaniers. L'intérêt du GNL comme carburant généralisé à l'ensemble de la flotte est apparu suite à l'introduction de règles plus strictes sur les émissions d'oxydes de soufre et de particules imposées par l'Organisation maritime internationale.

Les armateurs ont rapidement mesuré les conséquences de ces nouvelles réglementations pour l'industrie et le commerce maritime. Les compagnies de ferrys d'abord, avec le ferry *Megastar* de la compagnie *Tallink* mis en service en 2017. La compagnie *Britanny Ferries* est la première en France à avoir fait construire le *Honfleur*, ferry au GNL mis en service en 2018 qui assure la liaison Oustreham/Southampton. La compagnie de croisières *Carnival* de son côté a franchi le pas de la carburation au GNL avec le *Costa Smeralda*, opérationnel fin 2019, qui sera suivi par un paquebot supplémentaire chaque année sur les quatre prochaines années. *MSC* a, quant à elle, commandé quatre paquebots actuellement en construction aux *Chantiers l'Atlantique* qui seront opérationnels à partir de 2021. Enfin, la compagnie française *CMA-CGM* a passé commande de neuf porte-conteneurs de 22 000 EVP, le premier livrable fin 2019, pour assurer la liaison Shanghai/Rotterdam.

Conclusion

Le gaz naturel est connu depuis les Sumériens qui, trois mille ans avant notre ère, vénéraient les feux éternels émis par du gaz s'échappant de poches naturelles. Il a largement contribué à la révolution industrielle qui, au XIX^e siècle, a favorisé le développement des pays occidentaux. La génération d'électricité constitue aujourd'hui pour le gaz un débouché majeur qui permet aux pays grands consommateurs de charbon comme les États-Unis, la Chine ou l'Inde de maîtriser leurs émissions polluantes en réduisant la part du charbon au profit du gaz dans leur balance énergétique.

Mais c'est dans le domaine du transport, notamment maritime, que le GNL carburant, qui représente actuellement moins de 1 % de la consommation gazière, connaîtra une croissance très forte dans les prochaines années.

Il est heureux de constater que cette énergie ancestrale reste promise à un brillant avenir.

Les numéros publiés :

N°1 - *L'action de l'État en mer et la sécurité des espaces maritimes. La place de l'autorité judiciaire.* Octobre 2011

N°2 - *Planète Mer. Les richesses des océans.* Juillet 2012

N°3 - *Mer agitée. La maritimisation des tensions régionales.* Janvier 2013

N°4 - *L'histoire d'une révolution. La Marine depuis 1870.* Mars 2013

N°5 - *La Terre est bleue.* Novembre 2013

N°6 - *Les larmes de nos souverains. La pensée stratégique navale française...* Mai 2014

N°7 - *Union européenne: le défi maritime.* Décembre 2014

N°8 - *Abysses.* Juin 2015

N°9 - *Outre-mer.* Décembre 2015

N°10 - *Marines d'ailleurs.* Juin 2016

Hors série - *Ambition navale au XXI^e siècle.* Octobre 2016

N°11 - *Littoral.* Décembre 2016

Hors série - *La mer dans l'Histoire.* Mars 2017

N°12 - *Ruptures.* Juin 2017

N°13 - *Marins.* Décembre 2017

N°14 - *Liberté.* Juin 2018

Hors série - *La Marine dans la Grande Guerre.* Novembre 2018

N°15 - *Nourrir.* Janvier 2019

LES PUBLICATIONS DU CESM

Centre de réflexion stratégique, le CESM diffuse quatre publications régulières sur la stratégie navale et les principaux enjeux maritimes.

Études marines

Chaque semestre, des regards croisés sur un sujet maritime, de géopolitique, d'économie, d'histoire...

Cargo Marine

Des études apportant une connaissance approfondie d'une problématique navale ou maritime.

Brèves Marines

Diffusée par mail, cette publication offre chaque mois un point de vue à la fois concis et argumenté sur une thématique maritime d'actualité.

Les @mers du CESM

Cette revue de veille bihebdomadaire, également diffusée par mail, compile les dernières actualités concernant le domaine naval et maritime.

Ces publications sont disponibles en ligne à l'adresse suivante :

cesm.marine.defense.gouv.fr

Vous pouvez également vous abonner sur simple demande à :

cesm.editions.fct@intradef.gouv.fr

ÉNERGIES

« Réfléchissez au mouvement des vagues, au flux et reflux, au va-et-vient des marées. Qu'est-ce que l'océan ? Une énorme force perdue. Comme la terre est bête ! Ne pas employer l'océan ! »

Si Victor Hugo pestait dans *Quatre-vingt-treize* face à l'incapacité des hommes à exploiter l'énergie des océans, on peut gager que son regard ne serait pas le même de nos jours. La mer est désormais parsemée de plates-formes *offshore* allant puiser gaz et pétrole à plus de 3 000 mètres de profondeur... Sillonnée de méthaniers qui transportent d'un point à l'autre de la planète du gaz naturel liquéfié. Elle voit fleurir enfin des champs d'éoliennes sur les littoraux des continents européens, américains ou asiatiques.

Ressources, production, flux : si les océans sont un nouvel eldorado énergétique, ils deviennent également une source de tensions géopolitiques et géostratégiques nouvelles...



N°16 – Juin 2019
Centre d'études stratégiques de la Marine

