



GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ



TOTAL



2 Les atouts d'une énergie "propre"

14 Le transport maritime

22 Total, acteur de l'innovation dans les technologies du GNL

4 Le marché du GNL

16 La regazéification

24 Les activités GNL de Total dans le monde

8 La liquéfaction

20 Le trading et la commercialisation



Jean-Marc Hosanski

*Directeur GNL,
Total Gaz & Energies Nouvelles*

Le gaz naturel liquéfié s'est imposé dans les deux dernières décennies comme une composante essentielle de l'équilibre gazier à l'échelle mondiale. C'est une énergie qui connaît un très fort taux de croissance – environ 7% par an – et qui, en dépit de l'environnement économique déprimé depuis 2008, voit sa contribution à la satisfaction de la consommation mondiale de gaz croître de manière régulière. Cette contribution devrait ainsi passer de 7% environ en 2008 à près de 11% en 2015. Ses marchés traditionnels (Asie du Nord-Est, Europe et Amérique du Nord), de même que ses nouveaux marchés (Inde, Chine et Amérique du Sud), sont en effet sensibles à ses avantages alliant l'efficacité énergétique et la propreté du gaz à la flexibilité de transport des hydrocarbures liquides.

Dans ce contexte de croissance forte, Total, qui figure parmi les pionniers historiques de l'industrie GNL, dispose de positions très solides aussi bien dans l'amont que dans l'aval de la chaîne.

Notre objectif est de faire croître nos productions de GNL en développant de nouveaux projets. À ce titre, l'année 2009 aura été une année pivot pour Total : le démarrage de deux projets de liquéfaction majeurs, Qatargas 2 et Yemen LNG, permettra à court terme d'augmenter la production GNL du Groupe de 50%. D'autres projets en Angola, en Australie, au Nigeria, en Russie et en Iran sont également en développement ou à l'étude pour permettre la poursuite de cette croissance au cours de la décennie 2010.

Notre capacité à offrir des débouchés commerciaux à nos projets de liquéfaction est un atout décisif pour atteindre ces objectifs, et c'est le sens du renforcement de notre présence dans l'aval de la chaîne GNL.

Total a ainsi pris des participations dans quatre terminaux de regazéification en Inde, au Mexique, en France et au Royaume-Uni et réservé d'importantes capacités de regazéification dans un terminal aux États-Unis.

D'autres projets de terminaux sont à l'étude, dont un projet en Croatie visant à alimenter l'Europe du Sud. La consolidation d'un portefeuille de clients et l'accès physique à ces marchés en croissance permettent à Total de s'engager en tant qu'acheteur de GNL et de favoriser ainsi le lancement de nouveaux projets amont.



LES ATOUTS D'UNE ÉNERGIE “PROPRE”

Parmi les raisons de la plus forte croissance du gaz naturel par rapport aux autres sources d'énergie fossiles, ses qualités environnementales viennent naturellement au premier rang. Sa combustion ne produit pas d'imbrûlés lourds et dégage moins de gaz à effet de serre grâce à sa haute teneur en hydrogène.

Les centrales électriques à gaz permettent non seulement de répondre – avec des délais de construction et des coûts d'investissement plus faibles – aux besoins sans cesse croissants d'électricité de la planète, mais, de plus, leur impact sur notre environnement est limité car elles permettent d'atteindre, *via* la cogénération ou les cycles combinés, des rendements énergétiques très élevés.

Avec une moindre consommation de ressources naturelles, on produit donc plus d'énergie utilisable. La mise en valeur de cette ressource devient dès lors un enjeu majeur.

Sécurité de la chaîne GNL

Produire, manipuler, transporter ou stocker du GNL présente des risques : c'est le cas pour tous les produits inflammables. Il convient donc, au stade de la conception d'un projet comme dans les opérations au quotidien, que toutes les mesures soient prises pour maintenir un niveau de sécurité irréprochable.

Préserver la confiance

Le choix des sites d'implantation des usines de liquéfaction, des unités de chargement et des terminaux de regazéification, le dimensionnement des équipements et les options technologiques permettant d'assurer l'intégrité maximale des installations sont déterminés en tenant compte notamment de conditions météorologiques extrêmes et de risques sismiques majeurs.

Au niveau de chaque site, les distances de sécurité et les moyens de contrôle permanent ainsi que les équipements en cas d'incident (tels que les bacs de rétention ou le réseau incendie) sont définis afin de limiter les conséquences d'une éventuelle fuite de produit.

Total participe à de nombreux projets de recherche de pointe visant à évaluer toujours plus précisément les risques afin d'améliorer la conception des installations, les procédures d'exploitation, ainsi que les conditions d'évacuation le cas échéant. Dans le domaine du transport en mer et du stockage, Total contribue naturellement aux efforts de la profession au niveau international via sa participation au SIGTTO (*Society of International Gas Tanker and Terminal Operators*) pour faire respecter des standards très rigoureux pour la construction et l'opération des navires et des terminaux.



Patrice Lecomte

*Directeur Hygiène,
Sécurité, Environnement,
Développement Durable,
Total Gaz & Energies Nouvelles*

|| Appliquer des standards élevés de sécurité dans la conception et la construction des installations, améliorer constamment la maîtrise des risques et promouvoir une véritable culture de sécurité dans nos opérations sont des règles de base incontournables.

Total s'appuie sur des systèmes de management internationalement reconnus qui imposent une rigueur permanente et une obligation de progrès. ||



LE MARCHÉ DU GNL

Les échanges de gaz naturel liquéfié connaissent une expansion remarquable avec une croissance moyenne d'environ 7% par an entre 2000 et 2008, dépassant ainsi les 230 milliards de mètres cubes en 2008.

Le GNL, facteur d'interconnexion des marchés gaziers

Si le marché du gaz reste essentiellement régional, dominé par les contrats long terme et avec des formules de prix différentes selon les zones, le cloisonnement des bassins gaziers est en train d'évoluer.

Le GNL, contrairement au gaz transporté par gazoduc, peut être assez facilement détourné de sa destination initiale, une flexibilité favorisée par une forte augmentation des capacités logistiques (méthaniers et terminaux de regazéification) depuis quelques années. De ce fait, il est possible d'arbitrer entre différents marchés importateurs pour vendre le GNL au meilleur prix.

Le GNL joue donc un rôle d'équilibrage entre les marchés mondiaux du gaz. Ce phénomène d'arbitrage porte aujourd'hui sur des quantités limitées mais il prendra de l'importance à mesure que la part du GNL dans la consommation mondiale augmentera, établissant une corrélation bien plus forte entre des marchés autrefois indépendants, comme cela est déjà observable entre les États-Unis (Henry Hub) et le Royaume-Uni (NBP).

Nouvelles opportunités et nouveaux débouchés

Le poids relatif et le rôle du GNL dans la consommation de gaz sont très différents sur ses trois principaux marchés : l'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord. Mais, pour des raisons diverses, les perspectives de croissance dans chacun de ces bassins sont très importantes. En parallèle, on observe l'émergence de nouvelles zones de consommation.

En Europe

Le GNL ne couvre encore que 10% de la demande en gaz (22% des importations), mais cette proportion augmente régulièrement et la consommation de GNL est appelée à croître très significativement dans les années à venir, passant de 57 milliards de mètres cubes en 2008 à

130 en 2015. L'ouverture des marchés modifie la donne. De nouveaux clients apparaissent, les projets d'infrastructures de réception se multiplient, et même si les contrats long terme demeurent prédominants, les échanges court terme et spot se développent à un rythme soutenu.

En Asie

Le GNL satisfait la quasi-intégralité des besoins en gaz du Japon, de la Corée du Sud et de Taïwan, trois pays qui représentent aujourd'hui environ deux tiers du marché mondial du GNL. Marché mature, dominé pendant longtemps par des monopoles d'importation nationaux ou régionaux, l'Asie du Nord-Est connaît néanmoins de grandes mutations, imposées par la compétition accrue entre les acteurs régionaux. Avec une remise en question au moins partielle des positions de monopole, le besoin d'un approvisionnement plus flexible s'est développé et l'offre commerciale s'est diversifiée, donnant plus de poids en particulier aux accords de court et moyen termes. Les marchés

chinois et indien offrent un formidable relais de croissance pour l'industrie du GNL en Asie. En Chine, la demande de gaz connaît un essor rapide, que la production domestique – malgré son dynamisme – et les contrats d'import par gazoduc ne parviennent pas à satisfaire. Un contexte favorable à la croissance du GNL, estimée à 15% par an. La Chine sécurise ses imports par un nombre croissant de contrats d'achats GNL long terme et développe la logistique de réception adéquate. En Inde, des besoins énergétiques en croissance régulière et des ressources domestiques insuffisantes au moins à court terme attisent l'intérêt pour le GNL, notamment pour la génération électrique.

Japon : du GNL à grande échelle

Depuis près de quarante ans, le Japon est le premier importateur de GNL au monde. En 2008, le pays a capté 40% du marché mondial, soit 69 millions de tonnes (3% de plus qu'en 2007). Destiné pour deux tiers à la génération électrique et un tiers à l'alimentation de réseaux de distribution de gaz (secteurs industriel, commercial et résidentiel), le GNL satisfait à l'heure actuelle un peu

plus de 13% de la consommation primaire d'énergie du Japon. Sécurité énergétique et préoccupations environnementales obligent, les importations de GNL sont encore appelées à croître dans les prochaines décennies.

Pour réceptionner ce GNL, le Japon s'est pourvu de vingt-sept terminaux, et de nouveaux projets sont en construction. Un record mondial encore loin d'être battu!



Masaki Yamada

Chargé d'affaires Marketing GNL,
direction GNL,
Total Gaz & Energies Nouvelles

|| Au début des années 2000, les premiers signes de déréglementation du secteur de l'énergie au Japon et l'évolution rapide des marchés du GNL en Asie, couplés à l'accroissement de la compétition entre les producteurs de GNL, ont conduit Total à renforcer sa représentation commerciale dans le secteur du GNL au Japon. Le bureau GNL du Groupe à Tokyo fut

donc créé pour bénéficier de la proximité de l'ensemble des acteurs GNL d'Asie du Nord-Est (Japon, Corée du Sud et Taïwan), qui représente toujours le plus important marché importateur au monde, et pour développer de nouvelles opportunités dans cette zone. La mission particulière du bureau de Tokyo est d'analyser l'évolution du marché, d'identifier les opportunités de nouveaux contrats d'approvisionnement à court, moyen et long termes, et de faire les recommandations commerciales adéquates aux autres entités du Groupe, en coordination étroite avec la direction GNL parisienne. Cette présence locale permet également à Total une plus grande réactivité en matière d'opportunités de trading, en liaison avec Total Gas & Power Limited. ||

En Amérique du Nord (Canada, États-Unis, Mexique)

Le GNL n'a jusqu'à récemment joué qu'un rôle marginal dans la consommation globale de gaz naturel, les quantités importées fluctuant (10 à 25 milliards de mètres cubes selon les années) en fonction de la demande et du prix des approvisionnements locaux. Cependant, la situation évolue rapidement, avec une diversification accrue de l'offre depuis quelques années (apport des gaz non conventionnels) et la

mise en place de capacités de regazéification importantes. Compte tenu, d'une part, de l'importance croissante des gaz non conventionnels – rentables à des niveaux de prix variables – dans la production domestique des États-Unis et, d'autre part, de la croissance continue de la demande dans la zone, on estime que les besoins en GNL pourraient être compris entre 40 et 70 milliards de mètres cubes à horizon 2015.

États-Unis : un régulateur des flux GNL sur le marché mondial ?

Avec le démarrage de nombreux nouveaux projets GNL décidés au milieu des années 2000 (Qatar, Yémen, Russie, Indonésie...), les quantités de GNL disponibles vont croître de manière spectaculaire entre 2010 et 2012/13, conduisant sur certains marchés à un excédent temporaire de l'offre. Les États-Unis devraient jouer un rôle essentiel dans l'absorption de ces volumes de GNL : marché gazier considérable – trois fois la taille du marché mondial du GNL à lui seul – profond et liquide, le pays devrait être en

mesure de capter une bonne part des flux excédentaires. Cet afflux de GNL servira, entre autres, à nourrir la croissance incrémentale du marché américain. Il entraînera probablement une relance de la compétition gaz/charbon pour l'alimentation des centrales électriques ainsi qu'une reconfiguration de la production domestique (arrêt de la production sur les gisements les moins rentables). Inversement, en cas d'appel de GNL sur un marché (avec une hausse des prix à la clé), les États-Unis, grâce à la flexibilité de leur offre, auront la possibilité de libérer des volumes.

UNE FILIÈRE EN PLEINE CROISSANCE

Le GNL représente aujourd'hui plus d'un quart des échanges internationaux de gaz. En 2015, il devrait atteindre les

40%

avec une croissance annuelle des volumes anticipée à environ 7%.



L'Amérique du Sud, un marché émergent

Dans le Cône Sud (Argentine, Brésil, Chili), les quantités importées sont encore très limitées et correspondent principalement à la satisfaction d'une demande d'appoint (complément pendant la période hivernale). La zone, qui cherche à diversifier et sécuriser ses approvisionnements,

pourrait cependant accroître ses imports dans les années à venir. L'originalité du Cône Sud ? Un intérêt marqué pour les terminaux de regazéification offshore, plus rapides à développer que des terminaux classiques et mobilisant des investissements moindres.

TOTAL ET LE GNL : PRÈS DE CINQUANTE ANS D'HISTOIRE

C'est à Skikda, en Algérie, dans les années 1960, qu'est née l'industrie du GNL, avec pour objectif l'approvisionnement en gaz des marchés britannique et français. En participant à cette première mondiale, Total s'est forgé très tôt un savoir-faire dans le GNL. Quelques années plus tard, il prend part au véritable décollage de cette industrie en Asie et au Moyen-Orient, déclenché par la volonté du Japon de privilégier cette source d'énergie. Total s'est ainsi impliqué dans la construction de l'usine indonésienne de Bontang et de celle d'Adgas, à Abu Dhabi, toutes deux mises en service en 1977. Deux étapes décisives dans la stratégie gazière de Total, qui participe ensuite à plusieurs autres réalisations majeures, au Qatar, au Nigeria, à Oman, en Norvège et au Yémen et élargit progressivement son portefeuille d'activités pour devenir l'un des principaux acteurs de la filière GNL.



5,4%

c'est la part de Total dans le marché mondial en 2008, soit 9,15 millions de tonnes de GNL commercialisées, ce qui fait du Groupe une des trois principales compagnies internationales du marché du GNL.



26 218

Gpc (milliards de pieds cubes)

les réserves prouvées de gaz de Total à fin 2008.



LA LIQUÉFACTION

Incolore, inodore et non toxique, le GNL est principalement constitué de méthane (à plus de 75%), d'éthane, de propane, de butane et de moins de 1% d'azote.

Acheminé par gazoduc, le gaz issu des champs de production est d'abord débarrassé de ses condensats liquides, désacidifié (suppression du CO_2 , de l' H_2S et des autres composés soufrés), déshydraté et nettoyé de toute trace de mercure susceptible de corroder les alliages utilisés dans la suite du processus.

Le prérefroidissement et le fractionnement par une série de distillations permettent d'isoler les hydrocarbures lourds (condensats) et éventuellement les GPL (propane et butane). Le gaz subit ensuite des échanges thermiques avec plusieurs cycles frigorifiques, pour passer à l'état liquide à -160°C environ, avant d'être stocké à la pression atmosphérique en attente de chargement.

Le GNL doit répondre à des spécifications commerciales précises, variables selon le marché auquel il est destiné, en termes de pouvoir calorifique et d'indice de Wobbe, qui caractérise la capacité d'accrochage de la flamme sur les brûleurs des utilisateurs du gaz.

Une usine de liquéfaction est constituée de plusieurs sections successives (purification du gaz, liquéfaction, stockage, infrastructures portuaires) qui utilisent des équipements industriels de très grande taille nécessitant des matériaux spécifiques. En moyenne, une usine de liquéfaction consomme pour son propre fonctionnement 10% du gaz naturel entrant.



Christophe Thomas

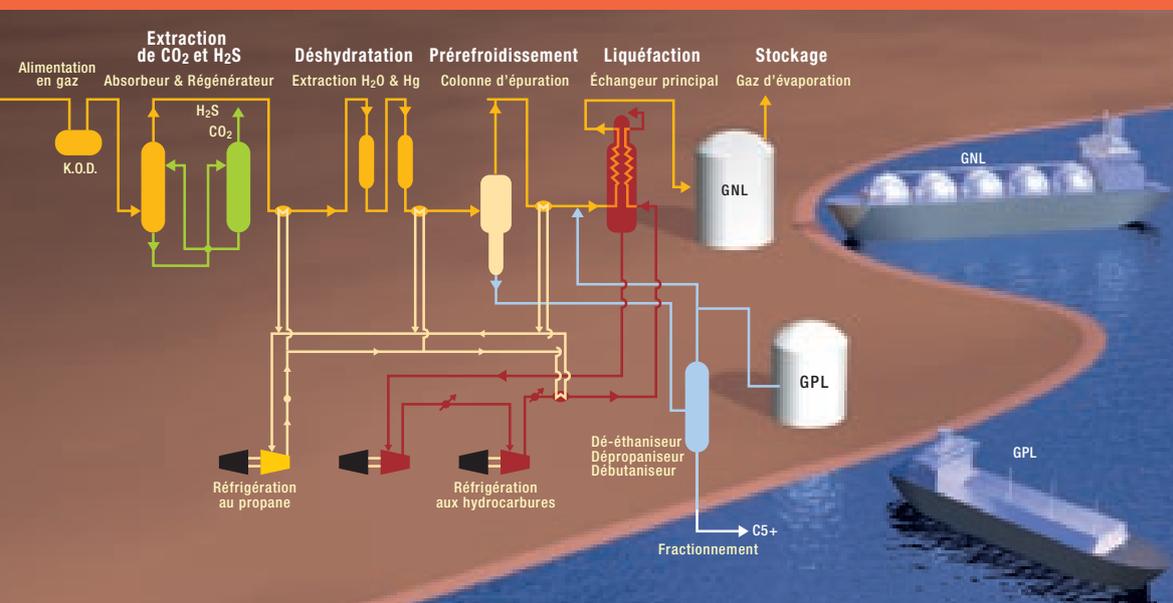
Chef du département GNL, division Études de développement, direction Stratégie-Croissance-Recherche, Total Exploration & Production

■ Par sa participation technique active depuis de nombreuses années dans de multiples – et variés sur le plan technologique comme sur le plan géographique – projets d'usines GNL, Total a acquis une compétence spécifique reconnue internationalement. Le Groupe a été impliqué depuis plus de 40 ans dans les grandes évolutions technologiques qui ont mené l'industrie des premiers trains de liquéfaction de taille modeste d'Adgas et de Bontang jusqu'aux trains de grande capacité du Qatar. La domination quasi monopolistique du procédé

de liquéfaction C3-MR, originellement développé par la société Air Products & Chemicals Inc. (APCI), est maintenant contestée par l'émergence de procédés concurrents. Total présente la particularité d'être présent dans des projets utilisant les cinq ou six principaux procédés actuellement disponibles sur le marché. C'est d'ailleurs une entière liberté de choix que nous tenons à conserver ; ce qui ne nous empêche pas d'apporter parfois des améliorations pour en accroître l'efficacité. Compte tenu des capitaux importants mis en jeu dans les projets d'usines de liquéfaction, une extrême rigueur dans les phases préliminaires précédant la décision d'investissement est plus que jamais de mise. La demande future en GNL nous pousse néanmoins à envisager des projets de liquéfaction dans des zones de plus en plus difficiles (mer de Barents, entre autres) qui nous obligent à imaginer des solutions techniques innovantes telles que la construction modulaire des usines ou des systèmes de transfert en mer ouverte. ■



Unités d'une usine de liquéfaction



Occupant un volume 600 fois inférieur à celui du gaz naturel à l'état gazeux pour une même quantité d'énergie, le GNL peut être transporté à pression atmosphérique à une température de -160°C sur de longues distances dans des méthaniers avant regazéification et réinjection dans les réseaux.



En 2008, la production nette de GNL de Total s'est élevée à plus de 9 millions de tonnes. Les démarrages en 2009 de Qatargas 2 et Yemen LNG, deux projets de liquéfaction majeurs au Moyen-Orient, vont à court terme faire croître de 50% la production du Groupe. Un changement d'échelle qui renforce les positions de Total en tant qu'acteur majeur du GNL et producteur de premier plan au Moyen-Orient.

Qatargas 2, premier projet GNL intégré au monde

Pionnier de l'industrie qatarie du GNL, Total est à l'origine de la création de Qatargas (qui deviendra Qatargas 1) en 1984. Doté de trois trains d'une capacité globale de 9,9 millions de tonnes par an après dégoulotage, Qatargas continue aujourd'hui son expansion *via* les projets Qatargas 2, 3 et 4, avec différents partenaires internationaux. L'objectif : demeurer le premier fournisseur mondial de GNL. Le projet Qatargas 2 a été inauguré le 6 avril 2009. Premier projet GNL intégré amont-aval dans le monde, Qatargas 2 comprend trois plates-formes offshore automatisées, deux trains de liquéfaction de 7,8 millions de tonnes par an chacun, quatorze méthaniers de grande

capacité (Q-Flex de 215 000 m³ et Q-Max de 265 000 m³) et le terminal de regazéification de South Hook, au Royaume-Uni. Total détient une participation de 16,7% dans le second train de Qatargas 2, aux côtés de la compagnie nationale Qatar Petroleum (65%) et d'ExxonMobil (18,3%). Le Groupe, également actionnaire du terminal de South Hook à hauteur de 8,35%, a conclu avec Qatargas 2 un contrat d'achat de GNL portant sur 5,2 millions de tonnes par an pendant vingt-cinq ans. Ce GNL doit contribuer de manière significative à alimenter les positions aval de Total dans le bassin Atlantique (France, Royaume-Uni, Amérique du Nord).



Yemen LNG : nouveau venu sur la scène GNL

Yemen LNG est de loin le projet le plus ambitieux jamais entrepris au Yémen et Total y joue un rôle déterminant. L'usine de liquéfaction située à Balhaf (côte sud du Yémen) est dotée de deux trains d'une capacité totale de 6,7 millions de tonnes par an. Le gaz produit dans la région centrale de Marib (180 km à l'est de Sana'a) est acheminé à l'usine *via* un gazoduc de 320 kilomètres. Au terme de près de quatre ans de travaux, Yemen LNG a démarré ses opérations à l'été 2009.

En tant qu'actionnaire principal de Yemen LNG Company Ltd (39,62%), Total est le leader de ce projet et a activement participé à son développement. Le Groupe a notamment fourni de l'assistance dans tous les domaines clés (technique, marketing, finance) et a détaché des représentants à des postes de responsabilité dans l'entreprise, parmi lesquels le General Manager.

Total Gas & Power a par ailleurs conclu avec Yemen LNG un contrat long terme d'une durée de vingt ans portant sur l'achat de 2 millions de tonnes de GNL par an. Ce GNL sera valorisé principalement sur le bassin Atlantique.

UN PROJET EXEMPLAIRE

Minimiser les impacts de ses activités sur l'environnement et les populations avoisinantes est un objectif au centre des préoccupations de Total, dans tous ses projets. Le choix du site de l'usine de liquéfaction Yemen LNG a résulté d'études menées en partenariat avec les parties prenantes (communautés locales, autorités, experts internationaux). Les infrastructures de l'usine ont aussi été conçues pour limiter les impacts sur la biodiversité et les courants marins. Total a également participé à la création du *Coastal Zone Management Plan* élaboré par la Banque mondiale pour préserver le littoral du golfe d'Aden. Parallèlement, l'intégration des activités de Yemen LNG dans le tissu socio-économique local fait l'objet d'efforts soutenus. Depuis 2006, Yemen LNG a développé un programme important de recrutement et de formation de personnel technique local. La société a créé son propre centre de formation et a formé, entre autres, environ deux cents techniciens et opérateurs qui travailleront sur l'usine. Yemen LNG compte actuellement près de deux tiers de collaborateurs yéménites et son objectif est d'atteindre 90% à plus long terme. L'effort porte également sur la féminisation des effectifs : les femmes représentent d'ores et déjà plus de 25% des effectifs du siège de Yemen LNG à Sana'a.

L'objectif prioritaire de Total est d'augmenter sa production GNL et de développer de nouvelles capacités de liquéfaction. Une nouvelle vague de projets est en construction ou à l'étude.



Angola LNG (Angola) ¹

Projet commun à Sonangol (22,8%), Chevron (36,4%), BP (13,6%), Eni (13,6%) et Total (13,6%), Angola LNG traitera des gaz associés issus de blocs de production de pétrole offshore (opérés pour partie par Total E&P Angola ou dans lesquels la filiale a des intérêts) et de gisements gaziers dédiés au projet.

Le gaz offshore sera collecté et transporté vers une usine de liquéfaction, actuellement en construction dans la province de Zaïre. Elle produira jusqu'à 5,2 millions de tonnes

de GNL par an, ainsi que des liquides associés. La production de GNL devrait démarrer en 2012. Sept navires affrétés dédiés au projet achemineront le GNL jusqu'au terminal de regazéification de Gulf LNG Energy, qui est en construction près de Pascagoula dans le Mississippi (États-Unis). Le GNL regazéifié sera vendu aux filiales commerciales américaines des partenaires. Total Gas & Power North America achètera et commercialisera la part revenant à Total.

Ichthys LNG (Australie) ²

Total est partenaire à hauteur de 24% dans le champ d'Ichthys situé dans le bassin de Browse à environ 200 km des côtes nord-ouest de l'Australie. Le Groupe et son partenaire Inpex (76%, opérateur) ont lancé les études d'ingénierie de base en vue du développement du champ et de la construction d'une usine de liquéfaction à Darwin, 850 km à l'est. Ces études permettront de préparer les contrats de réalisation des infrastructures de production, de traitement, de transport et de liquéfaction. Les installations comprendront des puits sous-marins reliés à une plate-forme semi-submersible de traitement de gaz (*Central Processing Facility*), une unité flottante de production, de stockage et d'expédition (FPSO) des

condensats et un gazoduc reliant l'usine de liquéfaction, implantée à proximité de Darwin. Dotée de deux trains, elle aura une capacité d'environ 8,4 millions de tonnes par an de GNL, qui pourra être augmentée par la construction de quatre trains supplémentaires. L'usine, qui produira en outre 1,6 million de tonnes par an de GPL (butane et propane) et des condensats, devrait fonctionner pendant environ quarante ans. Elle contribuera au développement de l'économie locale avec l'emploi de plus de 2000 personnes pendant la phase de construction et d'environ 300 après sa mise en service. La production d'Ichthys devrait démarrer dans le milieu de la décennie 2010. Le GNL sera commercialisé sur le marché asiatique, principalement au Japon.

Shtokman (Russie) ³

En juillet 2007, Total et Gazprom ont signé un accord portant sur la première phase de développement du gisement géant de gaz et de condensats de Shtokman, situé en mer de Barents.

La société Shtokman Development AG (Total 25%) a été créée en février 2008 pour concevoir, construire,

financer et opérer cette première phase de développement. Les études d'ingénierie sont en cours. La première phase de développement permettra de produire 23,7 milliards de mètres cubes par an dont environ la moitié sera exportée sous forme de gaz naturel liquéfié (7,5 millions de tonnes par an).



Brass LNG (Nigeria) ⁴

Total est partenaire à hauteur de 17%, aux côtés de NNPC, Eni et ConocoPhillips, dans le projet Brass LNG, dans le delta du Niger, au Nigeria. Le projet comprend deux trains de 5 millions de tonnes par an de GNL chacun à destination, principalement, des marchés européen et américain. Alimenté par les productions amont des partenaires (Total

détient la moitié des droits d'approvisionnement), il devrait entrer en production au milieu de la décennie 2010. Le plan d'approvisionnement en gaz du projet est en cours de finalisation. Les études d'ingénierie de l'usine sont achevées et les travaux de préparation du site ont été lancés. Total Gas & Power sera l'un des acheteurs de la production de GNL.

Nigeria LNG train 7 (Nigeria) ⁵

Total détient 15% de l'usine de liquéfaction Nigeria LNG située sur l'île de Bonny. Dotée de six trains, l'usine a une capacité de 22 millions de tonnes par an. Les études relatives au projet du septième train, d'une capacité de

8,5 millions de tonnes de GNL par an, sont en cours. Total Gas & Power a conclu avec Nigeria LNG un accord d'achat de vingt ans portant sur 1,375 million de tonnes par an de GNL produit à partir du futur train 7.

Pars LNG (Iran) ⁶

Total est leader du projet Pars LNG, en Iran, avec une participation de 30%⁽¹⁾. Ses partenaires sont Petronas et la compagnie nationale iranienne NIOC. Le projet prévoit la construction d'une usine de liquéfaction à 60 km au nord-ouest d'Assaluyeh. Dotée de deux trains de 5 millions de tonnes par an chacun, l'usine sera alimentée par la production du bloc 11 du champ offshore de

South Pars, développé avec un contrat de *Buy Back* également avec la participation de Total. Le GNL sera exporté pour moitié vers le bassin Asie-Pacifique, pour moitié vers l'Europe. Les études d'ingénierie sont terminées et le cadre contractuel en cours de discussion avec NIOC.

(1) Participation estimée de Total après entrée d'acheteurs GNL dans le projet.

LES MÉTHANIERES DE TYPE MOSS-ROSENBERG

Caractérisés par des cuves de cargaison sphériques dites autoporteuses, ces navires sont fabriqués à base d'épaisses plaques d'aluminium soudées et revêtues d'une isolation thermique. Celles-ci sont ancrées à la double coque du navire au moyen d'une jupe équatoriale en acier, munie d'un frein thermique en alliage spécial.



LE TRANSPORT MARITIME

Au travers de ses participations dans de nombreux projets, Total a développé une expertise très solide dans ce maillon essentiel de la chaîne GNL. Les impératifs de sécurité et l'importance accrue du contrôle du transport dans un marché du GNL moins rigide justifient une implication de plus en plus directe du Groupe dans ce secteur.

Des technologies très spécifiques

Le transport sur de longues distances et dans des conditions de sécurité optimales de grandes quantités de gaz liquide à très basse température génère de fortes contraintes techniques. Il s'agit notamment d'assurer la meilleure isolation possible afin de limiter tant le réchauffement du GNL que la mise en froid excessive de la structure adjacente. De fait, une dizaine de chantiers navals seulement sont capables de construire de tels bâtiments, dont le prix unitaire, aujourd'hui compris dans une fourchette de 200 à 250 millions de dollars, en fait les navires de charge les

plus onéreux qui soient. Avec une flotte mondiale de 305 navires en opération et 76 autres en commande à fin juin 2009, les capacités globales de transport sont en forte croissance. La compétition est dominée par les grands chantiers coréens.

On voit, par ailleurs, l'augmentation de la taille unitaire des méthaniers dont le standard est passé de 125 000 à 165 000 m³. Des méthaniers de 215 000 m³ (Q-Flex) et de 265 000 m³ (Q-Max) sont livrés depuis 2008 pour les projets qataris auxquels Total est partie prenante.

Un enjeu de plus en plus stratégique

Avec le développement de chaînes GNL plus longues et l'acheminement vers des destinations de plus en plus lointaines, le transport représente une part croissante des coûts complets dans l'industrie du GNL, en termes d'investissements comme de coûts opératoires. De plus, le contrôle du transport devient créateur de valeur puisque la redirection de navires permet, le cas échéant, de tirer

parti des écarts de prix entre zones géographiques dans le cadre d'opérations d'arbitrage en fort développement. L'essor du GNL demeure cependant conditionné au maintien d'un haut niveau de sécurité dans les opérations maritimes et au respect de standards très exigeants, s'agissant de la construction des navires comme des compétences des équipages.



LES MÉTHANIERES À MEMBRANE

Cette technique a été développée par Gaz Transport & Technigaz, dont Total est actionnaire à hauteur de 30%. Le GNL est contenu par une double barrière métallique de faible épaisseur (membrane) qui assure l'étanchéité au liquide et qui garde ses qualités mécaniques à basse température. Les efforts mécaniques sont reportés sur la coque par une isolation qui protège du froid. Les cuves qui épousent les formes du navire en permettent une utilisation optimale.

TOTAL ET LES MÉTHANIERES

1973 : signature du premier contrat d'affrètement à long terme dans un projet Total (ADGAS/LGSC).

1986 : premier contrat d'affrètement spot de Bontang (Indonésie) à Boston (record du monde de distance par le méthanière *Pollenger*).

1990 : premiers achats de navires (*Gastor*, *Nestor*) par un projet Elf (Nigeria LNG).

2002 : signature d'un premier contrat à long terme directement par une filiale du Groupe (Total E&P Norge pour Snøhvit LNG).

2002 : premiers affrètements à court terme par l'équipe trading de Londres (Oman-Zeebrugge, Hyundai Oceanpia).

Avril 2006 : réception de l'*Arctic Lady*, méthanière de 147 000 m³, premier navire affrété en propre par Total pour transporter sa production de GNL du projet Snøhvit en Norvège.

Mars 2009 : Yemen LNG (projet où Total est l'actionnaire technique de référence) prend en affrètement quatre navires de 160 000 m³. Des équipes de Total ont supervisé la construction.



Jacques Besse

Responsable du shipping GNL,
Total Gaz & Energies Nouvelles

|| Depuis 1995, Total est impliqué, par le biais de ses différentes participations, dans de nombreux projets de transport de GNL. Nous avons acquis une expertise certaine dans le développement de projets nouveaux. Depuis, Snøhvit nous a fait franchir un nouveau cap avec l'*Arctic Lady*, premier navire affrété en propre et qui constitue le début d'une flotte appelée à grossir à mesure que de nouveaux projets se concrétiseront. Une importante équipe a été mobilisée pour superviser la construction des quatre méthanières affrétés par Yemen LNG. Le développement du trading entraîne celui d'une activité de transport à court terme. Le service Vetting du Groupe est largement mis à contribution pour assurer la sécurité des opérations maritimes auxquelles nous sommes partie prenante. Six experts de Total travaillent au quotidien et sur le terrain à la supervision des flottes et des armateurs, vérifiant en particulier le parfait entretien des navires et la formation des équipages. ||



LA REGAZÉIFICATION

Total dispose de capacités de regazéification sur les trois principaux marchés consommateurs de gaz : l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie. Cet accès direct et diversifié aux marchés permet au Groupe de consolider son portefeuille aval. C'est aussi un atout décisif en faveur du développement de nouveaux projets de liquéfaction.

Garantir l'accès aux marchés de consommation

La logistique de regazéification constitue un paramètre clé pour garantir l'accès aux marchés finaux du gaz. Elle concrétise la volonté de Total de renforcer sa présence sur ce maillon essentiel de la chaîne GNL et s'inscrit dans une démarche d'ensemble qui vise à assurer des débouchés aux productions issues du Moyen-Orient, du golfe de Guinée, d'Europe du Nord et d'Asie-Pacifique.

C'est dans cette perspective que Total, déjà utilisateur des terminaux espagnols de Bilbao et Barcelone, a pris des participations ou réservé des capacités dans des terminaux situés dans les principales zones de consom-

mation : l'Inde, avec le terminal d'Hazira, opérationnel depuis 2005, le Mexique, avec le terminal d'Altamira, entré en opération fin septembre 2006, et l'Europe avec les terminaux de South Hook (Royaume-Uni), en service depuis 2009 et de Fos Cavaou (France) dont le démarrage est prévu fin 2009. Total étudie par ailleurs l'implantation d'un troisième terminal en Europe (Croatie).

Le Groupe a également conclu un accord majeur de réservation de capacités dans le terminal de Sabine Pass (Louisiane, États-Unis) dans le golfe du Mexique.



Les terminaux de réception de GNL comprennent notamment des installations de déchargement, des réservoirs de stockage cryogéniques, des pompes et des unités de regazéification.

Le réchauffement du gaz de -160 °C jusqu'au-dessus de 0 °C s'effectue à haute pression (entre 60 et 100 bars), le plus souvent au moyen d'échangeurs à ruissellement d'eau de mer, technique qui s'impose par son efficacité énergétique. Le GNL peut aussi être réchauffé par combustion d'une partie du gaz.

À la sortie du terminal, le pouvoir calorifique est ajusté, d'une part en mélangeant des GNL de qualités différentes dans les bacs avant regazéification et d'autre part, si nécessaire, par addition d'azote, de butane ou propane avant injection dans les réseaux de distribution.



SOUTH HOOK



SABINE PASS



HAZIRA

SOUTH HOOK (ROYAUME-UNI)

Part Groupe : 8,35%

Capacité globale : 21 Gm³/an

Démarrage : 2009

Situé à Milford Haven, au pays de Galles, le terminal de South Hook est le plus grand complexe de regazéification d'Europe et peut réceptionner des méthaniers de grande capacité (Q-Flex et Q-Max respectivement dotés d'une capacité de 215 000 et 265 000 m³). Total y détient une participation de 8,35%, aux côtés de Qatar Petroleum (67,5%) et d'ExxonMobil (24,15%). D'une capacité de 21 Gm³/an, le terminal

a été conçu pour recevoir et traiter le GNL provenant du projet Qatargas 2. Il doit accueillir la part de la production du deuxième train de Qatargas 2 que Total destine au marché britannique. Capable de satisfaire jusqu'à 20% des besoins en gaz britanniques, le terminal de South Hook offre au Royaume-Uni (et plus globalement à l'Europe) la possibilité de sécuriser et diversifier significativement ses approvisionnements.

S'INTÉGRER DANS L'ENVIRONNEMENT LOCAL

Le terminal de South Hook dispose de cinq bacs de 155 000 m³ chacun, dans lesquels le GNL est maintenu à la température de -160 °C grâce à une double enceinte en béton. Ces bacs de 41 mètres de haut et de 100 mètres de diamètre ont été construits dans un vallon caché au sein d'un relief de falaises afin de limiter les nuisances visuelles. Opération réussie : ils sont à peine visibles depuis la commune la plus proche.

Au plus fort de la réalisation, près de 2 400 personnes (dont environ 40% recrutées localement) ont œuvré pour construire ce terminal. À terme, 80 personnes, la plupart recrutées localement, travailleront sur le site en opération afin d'accueillir les 160 bateaux attendus annuellement, soit un tous les deux jours.

SABINE PASS (ÉTATS-UNIS)

Capacité réservée : 10 Gm³/an

Capacité globale :

26 Gm³/an (phase 1)

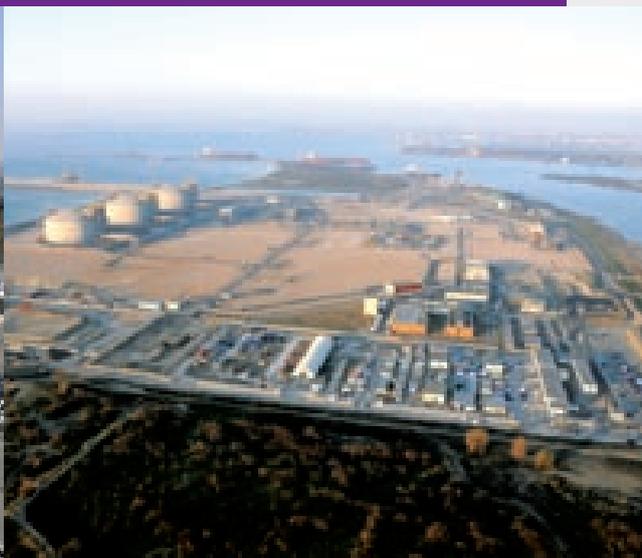
puis 40 Gm³/an (phase 2)

Démarrage : septembre 2008

(phase 1) et troisième

trimestre 2009 (phase 2)

Total dispose depuis avril 2009 d'une capacité de regazéification de 10 Gm³/an dans ce terminal développé par une filiale de Cheniere Energy Inc. Le terminal peut accueillir les plus grands méthaniers existant actuellement (jusqu'à 265 000 m³) et dispose de trois bacs de stockage de 160 000 m³ chacun en phase 1. Deux bacs de stockage similaires supplémentaires compléteront le dispositif à partir du troisième trimestre 2009, quand la phase 2 sera achevée. Total a, de plus, réservé une capacité équivalente dans un nouveau pipeline en aval. Ce pipeline relie le terminal à plusieurs gazoducs de grand transport, offrant ainsi un accès diversifié aux principaux marchés gaziers des États-Unis. Le Groupe s'est également assuré une capacité de stockage en cavités salines de 0,06 Gm³ utile à l'extrémité du pipeline.



ALTAMIRA

FOS CAVAOU

HAZIRA (INDE)

Part Groupe : 26%

Capacité globale : 5 Gm³/an

Démarrage : 2005

Deuxième terminal de regazéification construit dans le pays, Hazira est situé sur la côte nord-ouest de l'Inde, dans l'État du Gujarat. Dimensionné pour traiter 5 Gm³/an, il pourra faire l'objet d'une extension qui portera sa capacité à 8 Gm³/an. Le GNL arrivant à Hazira est vendu directement à des utilisateurs finaux (producteurs d'électricité, industriels, fabricants d'engrais) et à des compagnies gazières locales.

ALTAMIRA (MEXIQUE)

Part Groupe : 25%

Capacité globale : 6,7 Gm³/an

Démarrage : 2006

Situé sur la côte est du Mexique, le terminal de regazéification d'Altamira est entré en service à l'automne 2006. Doté d'une jetée et de deux bacs de stockage de 150 000 m³ chacun, sa capacité initiale est de 6,7 Gm³/an. La configuration du site rend possible la construction d'un troisième bac de stockage qui doublerait la capacité du terminal. Le débouché d'Altamira consiste en un contrat de vente long terme de gaz naturel à la société nationale d'électricité afin de lui permettre d'alimenter plusieurs centrales thermiques à gaz.

FOS CAVAOU (FRANCE)

Part Groupe : 29,8%

Capacité globale : 8,25 Gm³/an

Démarrage : fin 2009 (e)

Construit dans la zone industrielle de Fos-sur-Mer, sur la presqu'île de Cavaou, cette infrastructure est développée par la Société du Terminal Méthanier de Fos Cavaou (STMFC), filiale de GDF-Suez et de Total. Le terminal est doté de trois réservoirs de 110 000 m³ chacun. La regazéification est assurée par des regazéificateurs à eau de mer, technique qui permet d'éviter l'émission de CO₂. Total y acheminera principalement ses productions du Moyen-Orient.

ADRIA LNG (CROATIE)

Part Groupe : 25,58%. Capacité globale : 10 Gm³/an

Démarrage : 2015 (e)

En octobre 2007, Total est entré dans la société Adria LNG, chargée de l'étude de la construction d'un terminal de regazéification sur la côte croate. Le Groupe a pour partenaires E.ON Ruhrgas (31,15%), OMV (25,58%), RWE (16,69%) et Geoplin (1%).

Il est prévu que le terminal soit construit sur l'île de Krk, sur la côte nord de l'Adriatique. Aux portes de l'Europe centrale, le terminal sera très bien placé pour desservir les marchés de la région ainsi que l'Italie et l'Allemagne.



LE TRADING ET LA COMMERCIALISATION

La globalisation des marchés du gaz a modifié les pratiques commerciales du monde du GNL : les opportunités de trading ont considérablement augmenté, les acteurs se sont multipliés et les modèles économiques ont su s'adapter très rapidement au nouvel environnement. La part du GNL dans le commerce international du gaz représente aujourd'hui 27% des volumes.

Un environnement qui évolue

La remise en cause des relations contractuelles rigides qui régissaient jusqu'alors les contrats d'approvisionnement se confirme : les acheteurs exigent plus de flexibilité en termes de formules de prix et de clauses de redirection des cargaisons. La tendance est désormais au panachage des portefeuilles d'achat long terme, court terme et spot

pour les consommateurs comme pour les producteurs. Cet environnement favorable aux arbitrages reste le terrain de jeu sur lequel s'effectuent un nombre croissant de transactions spot : celles-ci représentent plus de 15% des échanges mondiaux de GNL.

Des compétences commerciales au service d'une activité qui requiert une grande réactivité

Dès l'origine, Total a saisi l'intérêt majeur que le GNL allait avoir dans les échanges gaziers internationaux. Fort d'une expertise reconnue dans le négoce de brut et de produits pétroliers, Total consolide ses activités de trading de GNL des deux côtés du bassin Atlantique mais aussi

sur le bassin Pacifique. L'ambition du Groupe en termes de commercialisation de GNL est d'optimiser les flux de son portefeuille mondial en se fondant sur des compétences trading développées et consolidées au cours des dernières années.



Total consolide son portefeuille GNL d'achats auprès des producteurs et de vente auprès des consommateurs avec l'ambition de commercialiser plus de cent cargaisons par an (de toutes tailles) dès 2010.



Patrick Dugas

*Responsable trading GNL,
Total Gas & Power Ltd*

|| Achat de cargaisons GNL au terminal de départ ou d'arrivée, affrètement de bateaux, réservation de capacités de regazéification pour revente sur les marchés locaux, vente/achat spot ou à court terme... Nous traitons, pour le compte du Groupe, tout type de transaction en matière de GNL. Nous disposons d'un portefeuille GNL grandissant avec les démarrages de différentes usines de liquéfaction notamment en 2009 au Qatar et au Yémen. Au fil du temps, nous avons développé une expertise d'arbitrage géographique mais aussi, pour des raisons principalement opérationnelles, une expertise d'arbitrage sur les commodités (arbitrage gaz de pipeline/gaz liquéfié). Notre objectif est ainsi de valoriser les volumes disponibles au mieux des contraintes et opportunités du marché. ||



TOTAL, ACTEUR DE L'INNOVATION DANS LES TECHNOLOGIES DU GNL

Total participe à de nombreux projets de recherche sur le GNL avec objectifs essentiels l'amélioration de la sécurité, l'optimisation de l'efficacité thermique de la chaîne GNL et la réduction des coûts. Cette recherche d'une compétitivité accrue se décline sur plusieurs axes portant sur la liquéfaction proprement dite, l'exploitation de ressources dans des contextes géographiques difficiles et le développement d'infrastructures innovantes de transfert et de stockage.

Le développement de ressources de plus en plus difficilement exploitables suit plusieurs axes de recherche

- La liquéfaction en mer tout d'abord : sujet d'actualité pour Total qui étudie de façon conceptuelle l'architecture d'un flotteur GNL (projet de liquéfaction offshore sur support flottant) et la mise au point d'un système de transfert GNL en mer ouverte avec l'aide d'une société d'ingénierie spécialisée, leader sur le marché.
- Total propose sur deux de ses projets des constructions modulaires qui présentent un intérêt majeur pour les sites éloignés avec des conditions de travail très difficiles ou coûteuses.
- Enfin, les promesses des réserves gazières de l'Arctique poussent Total à étudier les possibilités d'implantation d'usines de GNL dans des conditions climatiques difficiles marquées, entre autres, par une mer gelée une grande partie de l'année, et de fortes variations de températures.

La simplification des systèmes de transfert

ou la possibilité d'une plus grande plage d'utilisation que les systèmes actuels sont des sujets majeurs de la R&D de Total dans le domaine du GNL.

- Total a participé au développement d'un système de transfert de GNL en condition de mer exposée basé sur l'utilisation d'un flexible GNL et d'un système léger de connexion/déconnexion incorporant tous les systèmes de sécurité existant sur des terminaux classiques.
- Total collabore également au *Joint Industry Program* "Flexible GNL flottant" qui permet d'offrir une palette de solutions attractives pour le transfert de GNL en mer en s'affranchissant du tout aérien (bôme de chargement et flexible GNL aérien).
- Enfin, depuis plusieurs années, Total soutient activement la mise au point d'une ligne de transfert cryogénique sous-marine de type *Pipe-In-Pipe*. Une solution performante sur le plan environnemental comme sur le plan économique, retenue pour le projet Brass LNG, au Nigeria.

L'amélioration des systèmes de stockage du GNL

Le stockage du GNL est un élément clé de la chaîne GNL, aussi bien dans les usines de liquéfaction que dans

les terminaux méthaniers. Total est associé à plusieurs programmes de recherche visant à améliorer la sécurité, l'isolation et les techniques de construction des réservoirs cryogéniques.

- Le stockage en cavité minée permet d'envisager le stockage de grands volumes avec une emprise au sol très faible. Géostock, filiale à 50% de Total, a participé au test d'un pilote de 15 m³ en Corée. Ce pilote a permis de valider le concept qui peut désormais entrer en phase de commercialisation.
- L'automatisation et la standardisation de la construction des réservoirs à membrane relancent l'intérêt de cette technique, notamment pour le développement de projets en zones difficiles (Arctique) ou en zones à coûts horaires élevés (Australie).
- L'évaluation de nouvelles méthodes de construction permet également de proposer une solution optimisée en fonction des conditions de site et de la disponibilité de la main-d'œuvre locale. Ainsi, la construction d'un réservoir à double enveloppe de béton réduit l'usage d'aciers spéciaux et le recours à des soudeurs spécialisés, ce qui favorise l'emploi de main-d'œuvre locale.



Améliorer les performances énergétiques de l'ensemble de la chaîne GNL

La liquéfaction, tant pour des raisons économiques qu'environnementales, donne lieu à des études de type ingénierie qui permettent pour chaque projet nouveau de quantifier les gains techniquement réalisables et de les confronter aux nouvelles réalités économiques du marché du GNL et de celui de la construction. Total évalue également les techniques permettant d'améliorer la performance énergétique des terminaux de réception, de diminuer les émissions de gaz à effet de serre et de récupérer l'énergie que représente la très basse température du GNL.

LES ACTIVITÉS GNL DE TOTAL DANS LE MONDE



Terminaux de regazéification

Site	15 HAZIRA (Inde)	16 ALTAMIRA (Mexique)	17 SABINE PASS (États-Unis)	18 SOUTH HOOK (Royaume-Uni)	19 FOS CAVAOU (France)	20 ADRIA LNG (Croatie) en projet
Capacité totale	5 Gm ³ /an	6,7 Gm ³ /an	26 Gm ³ /an (phase 1) 40 Gm ³ /an (phase 2)	21 Gm ³ /an	8,25 Gm ³ /an	10 Gm ³ /an
Part du Groupe	26%	25%	Capacité réservée par Total : 10 Gm ³ /an	8,35%	29,8%	25,58%
Mise en service	2005	2006	2008	2009	fin 2009 (e)	2015 (e)

Usines de liquéfaction

Site	1 ADGAS (Abu Dhabi)	2 BONTANG (Indonésie)	3 QATARGAS (Qatar)	4 NIGERIA LNG (Nigeria)	5 OMAN LNG QALHAT LNG (Oman)	6 SNØHVIT LNG (Norvège)	7 QATARGAS 2 (Qatar)	8 YEMEN LNG (Yémen)
Capacité totale	5,6 Mt/an 3 trains	22,2 Mt/an 8 trains	9,9 Mt/an 3 trains	21,9 Mt/an 6 trains	OLNG : 7,2 Mt/an 2 trains QLNG : 3,7 Mt/an 1 train	4,2 Mt/an 1 train	15,6 Mt/an 2 trains	6,7 Mt/an 2 trains
Part du Groupe	5%	Total a fourni 40,8% du gaz en 2008	10%	15%	5,54% (T1/T2) 2,04% (T3)	18,4%	16,7% dans le second train	39,62%
Mise en service	1977	1977	1996	1999	2000 (T1/T2) 2005 (T3)	2007	2009	2009



9 ANGOLA LNG
(Angola)
en construction

5,2 Mt/an
1 train

13,6%

2012 (e)

Projets et extensions à l'étude

Site	10 ICHTHYS LNG (Australie)	11 SHTOKMAN (Russie)	12 BRASS LNG (Nigeria)	13 NIGERIA LNG train 7 (Nigeria)	14 PARS LNG (Iran)
Capacité totale	8,4 Mt/an 2 trains	7,5 Mt/an	10 Mt/an 2 trains	8,5 Mt/an 1 train	10 Mt/an 2 trains
Part du Groupe	24%	25%	17%	15%	30% (participation estimée de Total après entrée d'acheteurs GNL dans le projet)

GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ



TOTAL S.A.
2, place Jean Millier
La Défense 6
92400 Courbevoie (France)
www.total.com