



LOT n°6 : PLAN DU RESEAU DE DISTRIBUTION ET DE TRANSPORT DU GNL SUR LE
TERRITOIRE DE LA REGION PROVENCE ALPES COTE D'AZUR

Projet GNL SIGNAL



Phase IV- Analyse de la fonctionnalité du réseau
Livrable T 3.4.1

Mars 2020



Sommaire

Objectifs	3
1 Base de données des flux de transport de GNL en PACA	3
1.1 Matrice origine – destination des flux GNL PACA.....	3
1.2 Sources utilisées et hypothèses	5
1.3 Les surcoûts du transport de GNL liés à la sécurité.....	6
1.4 Les autres impacts environnementaux : cas des Nox (oxydes d’azote)	7

Objectifs

Construire une base de données des flux actuels de transport de GNL et de leurs caractéristiques détaillées (en s'appuyant sur les résultats de la phase 1)

1 Base de données des flux de transport de GNL en PACA

1.1 Matrice origine – destination des flux GNL PACA

Cf. page suivante

Origine	Destination Pays	Destination Région	Mode de trspt	Distance moyenne (km)	Volume (tonnes)	Axe de trspt utilisé / point de sortie du territoire	Vitesse moyenne km/h (hors repos réglementaire)	Nbre de citernes annuelles	Fréquence moyenne mensuelle	Débit technique chargement / déchargement citerne (m3/h)	Débit réel chargement citerne au terminal (m3/h)	Débit réel déchargement citerne au point de livraison (m3/h)	Débit technique distribution GNL carburant (m3/h)	Débit réel distribution GNL carburant (m3/h)	Consommation PL standard (en L de gasoil) par trajet (A/R)	Consommation PL (en L de gasoil) annuel	Coût moyen du trspt (en €) par trajet (A/R)	Coût moyen du trspt (en k€) annuel	Emissions CO2 (en t) annuel	Part des livraisons en stations services	Economie de CO2 GNL carburant vs Diesel (en t/an)
Fos-sur-Mer	France	Auvergne Rhône Alpes	Route	340	4080	Ouest - A154	60	215	18	80	34	43	9	4,5	218	46784	1020	219	124	40%	636
Fos-sur-Mer	France	Auvergne Rhône Alpes	Route	340	3380	Nord - A7	60	178	15	80	34	43	9	4,5	218	38733	1020	182	103	40%	527
Fos-sur-Mer	France	Bourgogne F-Comté	Route	440	1165	Nord - A7	70	61	5	80	34	43	9	4,5	282	17178	1320	81	45	55%	244
Fos-sur-Mer	France	Bretagne	Route	1170	44	Ouest - A154	75	2	0,2	80	34	43	9	4,5	749	1498	3510	7	4	0%	0
Fos-sur-Mer	France	Centre Val de Loire	Route	720	56	Nord - A7	70	3	0,3	80	34	43	9	4,5	461	1382	2160	6	4	0%	0
Fos-sur-Mer	France	Hauts-de-France	Route	930	40	Nord - A7	70	2	0,2	80	34	43	9	4,5	595	1190	2790	6	3	100%	14
Fos-sur-Mer	France	Ile-de-France	Route	740	20	Nord - A7	70	1	0,1	80	34	43	9	4,5	474	474	2220	2	1	100%	7
Fos-sur-Mer	France	Nouvelle Aquitaine	Route	730	64	Ouest - A154	70	3	0,3	80	34	43	9	4,5	467	1402	2190	7	4	0%	0
Fos-sur-Mer	France	Occitanie	Route	230	8479	Ouest - A154	55	446	37	80	34	43	9	4,5	147	65651	690	308	174	4%	136
Fos-sur-Mer	France	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Route	60	3052	Local	45	161	13	80	34	43	9	4,5	38	6182	180	29	16	50%	633
Fos-sur-Mer	Italie	Abruzzo	Route	1010	2200	Est - A8	65	116	10	80	34	43	9	4,5	646	74982	3030	351	198	65%	472
Fos-sur-Mer	Italie	Campania	Route	1120	3722	Est - A8	65	196	16	80	34	43	9	4,5	717	140493	3360	659	372	65%	775
Fos-sur-Mer	Italie	Emilia Romagna	Route	700	21264	Est - A8	65	1119	93	80	34	43	9	4,5	448	501312	2100	2350	1327	65%	4946
Fos-sur-Mer	Italie	Lazio	Route	920	6630	Est - A8	60	349	29	80	34	43	9	4,5	589	205491	2760	963	544	65%	1457
Fos-sur-Mer	Italie	Lombardia	Route	540	9068	Est - A8	60	477	40	80	34	43	9	4,5	346	164851	1620	773	436	65%	2193
Fos-sur-Mer	Italie	Marche	Route	920	7935	Est - A8	70	418	35	80	34	43	9	4,5	589	246118	2760	1154	651	65%	1744
Fos-sur-Mer	Italie	Piemonte	Route	400	12341	Est - A8	50	650	54	80	34	43	9	4,5	256	166400	1200	780	440	65%	3085
Fos-sur-Mer	Italie	Toscana	Route	660	4604	Est - A8	60	242	20	80	34	43	9	4,5	422	102221	1980	479	271	65%	1082
Fos-sur-Mer	Italie	Trentino Alto Adige	Route	750	4465	Est - A8	65	235	20	80	34	43	9	4,5	480	112800	2250	529	299	65%	1026
Fos-sur-Mer	Italie	Umbria	Route	800	4288	Est - A8	55	226	19	80	34	43	9	4,5	512	115712	2400	542	306	65%	972
Fos-sur-Mer	Italie	Veneto	Route	800	21089	Est - A8	65	1110	93	80	34	43	9	4,5	512	568320	2400	2664	1504	65%	4783
Fos-sur-Mer	Slovénie	Slovénie	Route	1000	750	Est - A8	65	39	3	80	34	43	9	4,5	640	24960	3000	117	66	65%	162
Fos-sur-Mer	Suisse	Tessin	Route	670	360	Est - A8	60	19	1,6	80	34	43	9	4,5	429	8147	2010	38	22	65%	84
Fos-sur-Mer	Macédoine	Macédoine	Route	1980	200	Est - A8	65	11	0,9	80	34	43	9	4,5	1267	13939	5940	65	37	65%	31

1.2 Sources utilisées et hypothèses

Données	Hypothèses / commentaires	Sources
Origine	Fos Tonkin et Fos Cavaou n'ont pas été différenciés, les deux terminaux étant proches géographiquement, et afin de ne pas complexifier la base de données	Elengy ¹
Destination - Pays	Données réelles (déclaration transporteurs)	Elengy
Destination - Région ²	Données réelles (déclaration transporteurs)	Elengy
Mode de trspt	Seule la route est utilisée sur le territoire PACA à ce jour pour le transport de GNL	Elengy
Distance moyenne (km) (aller simple)	Distance la plus pertinente entre distance avec la capitale de région et distance moyenne avec les points de destinations précis identifiés	Elengy, analyse See'Up
Volume (tonnes)	Volumes réels (données terminal GNL)	Elengy
Axe de trspt utilisé / point de sortie du territoire	Axe principal utilisé pour le transport de marchandise entre Fos et le point de sortie de territoire identifié	See'Up
Vitesse moyenne (hors repos réglementaire) (km/h)	Vitesse moyenne pour un véhicule léger particulier (source : google maps), auquel un facteur de 1,5 a été appliqué afin d'obtenir la vitesse moyenne pour un poids lourd	See'Up
Nombre de citernes annuelles	Calculé sur la base d'un chargement moyen de 21 t par citerne	Elengy, analyse See'Up
Fréquence mensuelle	Nombre annuel de citernes entre le terminal GNL et la région de destination	Analyse See'Up
Débit technique chargement / déchargement citerne (m3/h)	Débit permis par les installations	Elengy
Débit réel chargement citerne au terminal (m3/h)	Débit réel constaté aux terminaux (inclus les temps d'attente et d'entrée/sortie de site)	Elengy
Débit réel déchargement citerne au point de livraison (m3/h)	Débit réel estimé au point de livraison (inclus les temps d'attente et d'entrée/sortie de site)	Estimation See'Up (absence de contrainte du site industrialoportuaire, donc plus rapide qu'au terminal GNL)
Débit technique distribution GNL carburant (m3/h)	Débit permis par les installations	Entretien See'Up
Débit réel distribution GNL carburant (m3/h)	Débit réel estimé au point de distribution	Estimation / entretien See'Up sur la base du temps moyen passé à la pompe
Consommation PL standard (en L de gasoil) par trajet (A/R)	Consommation moyenne d'une citerne 32 l/100km (chargée + à vide)	Comité National Routier, enquête TRM 2018
Consommation PL (en L de gasoil) annuel	Consommation par trajet A/R x nbre de citernes annuelles	See'Up
Coût moyen du trspt (en €) par trajet A/R	Coût moyen du transport de marchandise en citerne (point de vue du transporteur routier) : 1,5 €/km ³ .	Comité National Routier (calculateur de coût)

¹ Les données fournies par Elengy datent de 2019

² Le niveau de détail pour les destinations des flux de GNL en région PACA est à la maille de la région. Nous n'avons pas retenu une maille plus fine afin de préserver l'anonymat des clients (en particulier pour les flux à destination d'opérateurs privés autres que des stations-services).

³ Le coût moyen sectoriel 2018 est de 1,264 €/km. Le coût de transport en citerne est effectivement plus élevé en

	<p>Il s'agit d'un coût moyen : pour les longues distances, ce coût est plus élevé (horaires de nuit, coût d'un 2^e chauffeur ou coût d'une nuit d'hôtel) ; pour les courtes distances, ce coût est plus faible.</p> <p>A noter : du point de vue du client, ce coût se rapproche plutôt de 3€/km car le transporteur vend au client un aller simple mais supporte le coût d'un aller-retour.</p>	
Coût moyen du trspt (en k€) annuel	Coût moyen du transport par trajet A/R x nbre de citernes annuelles	See'Up
Emissions CO2 (en kg) annuelles	Emission par un tracteur + semi-remorque citerne : 2,647 kg par litre de gasoil consommé	Futura-sciences.com (sur la base de la réaction chimique de combustion du diesel)
Part des stations-services	Part des stations-services dans le volumes total de livraison de GNL dans la région concernée au regard de tous les types de clients (industriels, agriculteurs en particulier)	Elengy, analyse See'Up
Economie de CO2 GNL carburant vs Diesel (en t)	<p>Réduction de CO2 générée par l'utilisation du GNL carburant distribué par les stations approvisionnées depuis les terminaux de Fos ; comparativement à une situation théorique où les PL GNL sont remplacés par des PL diesel⁴.</p> <p>Hypothèse de calcul : sur la base de la consommation moyenne des PL diesel et des PL GNL, 1 t de GNL est équivalent à 0,9 t de diesel.</p> <p>Hypothèse d'émission de CO2 par le GNL : -15% « du puits à la roue »</p>	Gaz-mobilite.fr Analyses See'Up

1.3 Les surcoûts du transport de GNL liés à la sécurité

Il s'agit ici de mettre en évidence uniquement les coûts associés au transport de GNL en particulier. En effet, le GNL, en tant que marchandise dangereuse, supporte également les coûts spécifiques liés à ce type de marchandise.

Le transport de Matière Dangereuse est encadré par deux réglementations :

- L'ADR (Accord Européen relatif au transport international des Marchandises Dangereuses par Route). Le coût de formation ADR est de 350€/chauffeur environ.
- L'arrêté TMD (Transport de Matières Dangereuses), qui reprend notamment les termes de l'ADR dans la réglementation nationale.

Les coûts liés à la sécurité spécifiques au transport de GNL peuvent être décomposés en deux types de coûts :

- La formation des chauffeurs
- Les équipements

Les éléments ci-après sont notamment extraits de la Charte « Sécurité et bonnes pratiques dans le transport routier du Gaz Naturel Liquéfié » émise par l'AFG (association française du gaz), mise à jour en mars 2019.

moyenne que le coût moyen sectoriel mais varie à la baisse en cas de distance plus élevée et à la hausse en cas de distance plus courte. Ces résultats fortement différenciés en fonction de la distance parcourue montrent que l'utilisation exclusive d'un ratio de coût kilométrique peut générer des biais dans l'analyse de la rentabilité d'une opération particulière (ce qui n'est pas l'objet de la présente analyse). Un ratio kilométrique simple ne tient en effet pas compte des spécificités de chaque transport, dont le temps est la composante principale (temps d'attente, congestion routière, etc.).

⁴ Nous n'avons pas considéré ici les économies de CO2 générés par les autres usages que le GNL carburant. En effet, ne connaissant pas les usages précis du GNL dans ce cas, cela ne permet pas de définir une base de comparaison avec une autre énergie.

Formation :

A ce jour, la formation des chauffeurs pour le chargement et le déchargement de GNL est généralement gratuite. En effet, elle est considérée comme un investissement pour les distributeurs (opérateurs de terminaux et de stations) qui réduisent ainsi le coût de la non-qualité et le coût des accidents évités. Il s'agit d'une formation allant de 4h à 1 journée.

Les conducteurs doivent suivre une mise à jour de la formation tous les 3 ans.

La formation comporte en particulier les éléments suivants :

- Contexte, introduction au GNL
- Le Produit GNL
- Procédure de chargement
- Transport routier
- Procédure de déchargement
- Procédure d'urgence : risques et conduites à tenir

Des formations plus approfondies relatives au GNL, en particulier dédiées à l'utilisation des moyens de lutte incendie, existent également pour un prix d'environ 1000€/personne.

Equipements :

Au-delà des équipements habituels pour le transport de matières dangereuses, les équipements suivants sont requis :

- Véhicules :
 - o Les citernes doivent être de type double parois isolées par le vide (coût d'une citerne neuve : 250 k€)
 - o Systèmes de sécurité spécifiques (arrêt d'urgence, obturation, anti-arrachement, dispositif « homme mort », raccord spécifique)
- Personnel :
 - o Port des EPI imposés par la réglementation lors des opérations de chargement / déchargement
 - o EPI spécifiques : casque équipé d'un écran facial et d'une jugulaire, vêtement couvrant antistatique, chaussures de sécurité antistatiques, gants de protection cryogénique
 - o Explosimètre portable

1.4 Les autres impacts environnementaux : cas des Nox (oxydes d'azote)

Au-delà des émissions de gaz à effet de serre (CO₂), des études et données disponibles à ce jour permettent de mettre en évidence les émissions de NO_x par les motorisations GNL, qui sont parmi les polluants principaux issus du transport routier.

En particulier le projet « Equilibre⁵ » met en évidence une forte réduction des NO_x par les poids lourds à motorisation GNV. Selon le contexte de circulation des poids lourds, les émissions de NO_x par les PL 44 t au GNL sont de 39% à 64% inférieures aux émissions de NO_x par les PL 44 t au diesel (cf. graphe ci-dessous).

A noter : le chiffrage précis des externalités liées à l'usage de véhicules au GNL comparativement à l'usage de véhicules au diesel nécessiterait une étude spécifique dédiée (ce qui n'est pas l'objet de la présente étude).

⁵ Le projet « Equilibre », étude indépendante et labélisée par le pôle de compétitivité CARA, a été menée à l'initiative d'un consortium de transporteurs et s'appuie sur l'expertise du CRMT (sociétés apportant des solutions techniques pour les véhicules au GNV) pour l'instrumentation des véhicules et sur celle de l'IFSTTAR pour l'exploitation des données. Dans le cadre de ce projet, les données de 12 poids lourds de 19 à 44 t ont fait l'objet d'un traitement, afin de mesurer les consommations et les émissions de CO₂ et NO_x de poids-lourds GNV et Diesel.

Emissions NOx (g/100km)

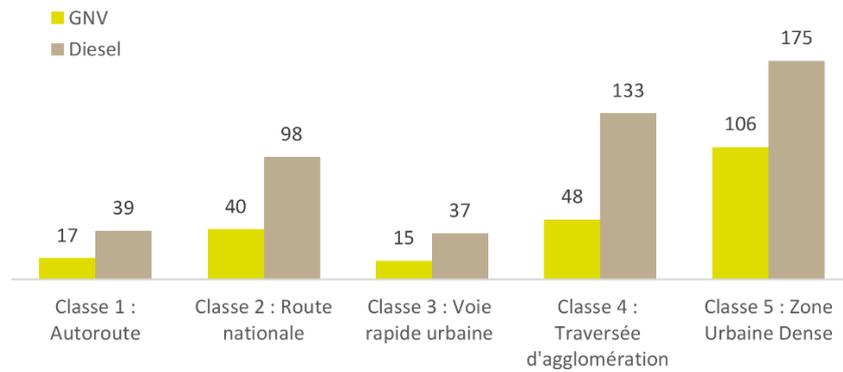


Figure 1 - Emissions de NOx par les PL 44 tonnes (source : Projet Equilibre, 2018)