

GAZ NATUREL 1996

ORIGINE : micro-organismes animaux ou végétaux (plancton...) déposés au fond des océans donnant le pétrole et le gaz naturel qui après divers mouvements de circulation se retrouvent sous des dômes de terrain imperméable. Le plus souvent le gaz occupe la partie supérieure d'une roche poreuse appelée "roche magasin" au-dessus du pétrole et d'eau salée. Le gaz peut être également seul, lorsqu'il a migré ailleurs.

COMPOSITION : c'est un mélange dont le constituant principal est le méthane, CH₄ (de 70 à 100 %) avec d'autres hydrocarbures (propane, butane, éthane, gazoline...), du diazote, du dioxyde de carbone, du sulfure d'hydrogène.

Caractéristiques de quelques gisements de gaz naturel : les compositions sont données en % en volume.

	Frigg (Mer du Nord)	Lacq (France)	Urengoï (Russie)	Hassi R'Mel (Algérie)	Groningue (Pays Bas)
Réserves initiales récupérables (10 ⁹ m ³)	230	240	6 200	2 000	2 000
Profondeur minimale (m)	110	3 300	1 100	2 200	3 000
Méthane (%)	95,7	69,2	98	83,5	81,3
Éthane (%)	3,6	3,3-3,6		7,9	2,9
Propane (%)	0,04	1,0-1,2		2,1	0,4
Butane (%)	0,01	0,6-0,9		1,0	0,2
Diazote (%)	0,4	0,6	1,2	5,3	14,3
Dioxyde de carbone (%)	0,3	9,3	0,3	0,2	0,9
Sulfure d'hydrogène (%)	-	15,3	-	-	-
Pouvoir calorifique du gaz commercialisé (kWh/m ³)	11,6	11,2	env. 10,8	env. 11,3	env. 9,2

- Après épuration, les gaz distribués ont une teneur en méthane comprise entre 81 et 97 %.

En France, le gaz distribué par Gaz de France est odorisé par du tétrahydrothiophène (C₄H₈S, environ 25 mg/m³), lorsque le gaz n'est pas odorisé naturellement. Le gaz de Lacq est odorisé par des mercaptans naturels qu'il renferme.

- Une partie du gaz brut est réinjectée dans les gisements (11,2 % de la production mondiale brute, en 1995) afin de maintenir une pression élevée de gaz dans les gisements de pétrole et ainsi récupérer plus de pétrole, ou d'éviter de gaspiller le gaz (par brûlage) et le garder ainsi en réserve. Ainsi, l'Algérie réinjecte près de la moitié du gaz brut produit.

- Une autre partie du gaz, liée à la production de pétrole, est brûlé (3,8 % de la production brute mondiale, en 1995) ou évacuée directement dans l'atmosphère. Le maximum de perte a été atteint en 1973, 210 milliards de m³. En 1991, le Nigeria (76 % de la production) et l'Irak (38 %) ont brûlé une grande partie de leur production. Le Nigeria brûle chaque année une vingtaine de milliards de m³ soit l'équivalent des 2/3 de la consommation française. Projet de construction d'une usine de liquéfaction au Nigeria (Finima, 7,2 milliards de m³/an) pour livrer du gaz, à compter de 1997, principalement à l'Italie (3,5 milliards de m³), l'Espagne (1,6 milliard de m³), la Turquie (1,2 milliard de m³) et la France (0,5 milliard de m³).

En 1991, exceptionnellement (guerre du Golfe), 97 % de la production du Koweït a été brûlé soit 15,5 milliards de m³ de gaz.

- On estime que 15 % de la production russe se volatilise au cours de son transport du fait du mauvais entretien des gazoducs.

- Les diverses pertes de gaz, y compris lors du traitement du gaz, entraînent une production commercialisée représentant 80,2 % de la production brute, en 1995.

Épuration : voir le chapitre consacré au soufre.

- Produits obtenus par épuration du gaz produit en France en 1996, en 10³ t.

Hydrocarbures liquides (butane, propane...) : 295

Soufre (1993) : 815

- Le gaz naturel est également une source importante d'hélium. La teneur du gaz algérien est de près de 0,2 % (voir le chapitre gaz rares).

Gisement de Lacq (64) : exploité par Elf Aquitaine Exploration Production France (EAEPF), qui effectue les forages, extrait le gaz brut, l'épure et commercialise le gaz épuré et les produits extraits lors de l'épuration (soufre...).

Découvert en 1951 et exploité à partir de 1957. Caractéristiques : étendue : 15 km sur 9 km, pression initiale : 660 bar, température 140°C. Le maximum de production a

été atteint en 1978 : 7,9 milliards de m³. La production cumulée fin 1996 est de 229 milliards de m³. Autres gisements de la région (découverts entre 1965 et 1975) : voir ci-dessous et sur la carte, le gisement d'Ucha est détenu à 68 % par SNEA (P) et 32 % par Esso.

Gisements exploités par Elf Aquitaine dans le Sud-Ouest de la France : en 1996.

Gisements	Réserves récupérables en 10 ⁹ m ³	Production cumulée jusqu'en fin 1996	Profondeur moyenne	Nombre de puits	% vol CH4	% vol H2S	% vol CO2
Lacq Profond	243	229	4 000	22	68,5	17,2	9,7
Meillon, St Faust, Pont d'As	55,7	53	4 500	21	76,7	6,7	9,9
Rousse	4,2	4,2	5 000	2	75,6	0,8	4,5
Ucha	1,9	1,9	4 900	1	78,2	0,2	5,2
Le Lanot	2,3	1,9	4 500	4	77,3	5,9	9,5
Total	308	291					

PRODUCTIONS commercialisées en 1996, en 10⁹ m³. Monde : 2 310, Union Européenne : 277.

ex URSS	714	Indonésie	67
États-Unis	538	Algérie	62
Canada	164	Arabie Saoudite	41
Pays-Bas	90	Norvège	41
Royaume Uni	90	Iran	39

Remarque : les volumes de gaz sont donnés dans les conditions standard à 15°C et 1 atm.

- La production de gaz, exprimée en tep, représente 60 % de celle du pétrole.
 - En ex URSS, Russie : 600 milliards de m³, Ouzbékistan : 48 milliards de m³, Turkménistan : 37 milliards de m³, Ukraine : 18 milliards de m³. L'ex URSS, 31 % de la production et 39 % des réserves mondiales, exporte 17 % de sa production (dont 8 % vers l'Europe de l'Ouest : Allemagne, France, Italie...). 90 % de la production russe provient des gisements de Sibérie occidentale : le principal est Ourengoï, plus grand gisement au monde, 10 000 milliards de m³ de réserves, 35 % de la production russe; les autres : Yambourg (5 000 milliards de m³, 28 % de la production), Medveje

(11 % de la production), Orenburg (5 % de la production).

- 50 % de la production canadienne est exportée vers les États-Unis.

- La production offshore représente 22,4 % de la production totale commercialisée.

- Production en mer du nord (offshore) : en 1996, et () réserves, en 10^9 m³, début 1997.

Royaume Uni	90 (750)	Pays-Bas	27 (350)
Norvège	38 (3 000)	Danemark	6,5 (167)

- Production, en mer du nord, par zones, en 1996, en milliards de m³.

Morecambe Sud (Royaume-Uni)	9,7	Bruce (Royaume-Uni)	6,6
Ekofisk (Norvège)	7,6	Flags (Royaume-Uni)	6,5
Sleipner (Norvège)	7,6	Troll (Norvège)	5,5

- Mise en service, en octobre 1993, du gisement norvégien de Troll (1 200 milliards de m³ de réserves). La production devrait culminer, en 2005, à 45 milliards de m³/an dont 8 milliards destinés à la France.

Stockage : le gaz naturel peut être stocké sous forme gazeuse dans divers réservoirs naturels : gisements de gaz ou de pétrole épuisés (425 dans le monde, principalement aux États-Unis), nappes aquifères (85 dans le monde), cavités salines (40 dans le monde), mines abandonnées (4 dans le monde). Ce stockage permet de satisfaire la demande lors des pointes de celle-ci, en particulier l'hiver ou la consommation moyenne est 7 fois celle d'été. Le gaz récupérable représente environ la moitié du volume du réservoir. Le taux de récupération peut être augmenté en utilisant un gaz coussin (diazote). Dans le monde, 554 sites de stockage, de 502 milliards de m³ de volume et d'une capacité de 243 milliards de m³ de gaz. 386 sites sont situés aux États-Unis, d'une capacité totale de 102 milliards de m³; 66 sites en Europe de l'Ouest, 86 milliards de m³ de capacité; 21 sites en Russie, 17 sites en Europe Centrale.

Réserves estimées : au début de 1997, en 10^9 m³. Monde 151 880.

ex URSS	56 650	Arabie Saoudite	5 410
Iran	23 000	États-Unis	4 704
Qatar	8 500	Venezuela	4 049

Abu-Dhabi	5 794	Algérie	3 700
-----------	-------	---------	-------

- 28 % des réserves mondiales sont situées sous la mer (offshore), 70 % des réserves de l'Europe occidentale.

- En 1997, les réserves prouvées de gaz naturel (exprimées en tep) représentent 98 % de celles de pétrole. Les réserves potentielles de gaz (de 80 à 120 milliards de tep) sont plus importantes que celles de pétrole (30 à 60 milliards de t).

- En ex URSS, en 1997, les réserves sont situées, en milliards de m³ : en Russie : 47 460, au Turkménistan : 3 500, au Kazakhstan : 1 840, en Ouzbékistan : 1 750.

Liquéfaction : une partie de la production de gaz naturel est liquéfiée (à - 163°C), transportée sous cette forme par des méthaniers puis regazéifié à l'arrivée dans le pays utilisateur. La première chaîne mondiale de transport de gaz naturel liquéfié (GNL) est celle qui achemine, en 1963, le gaz algérien de Hassi R'Mel à l'usine de liquéfaction d'Arzew puis le GNL en Angleterre à Canvey Island (jusqu'en 1985) et en France à Fos-sur-Mer où il est regazéifié et injecté dans le réseau de canalisation de gaz.

Usines de liquéfaction :

- Le gaz est d'abord épuré avec l'élimination de CO₂, H₂S, H₂O, et des essences naturelles contenues.

- Il est ensuite liquéfié par des échangeurs (en aluminium) de chaleur selon plusieurs cycles de refroidissement situés en cascade : par exemple, dans la 1ère unité d'Arzew :

- Le premier cycle de condensation de propane à 37°C et 13 bar suivi de 3 détente jusqu'à 1,2 bar abaisse la température à -37°C permettant :

- de refroidir et condenser l'éthylène du 2ème cycle à -31°C sous 19 bar,

- refroidir le méthane du 3ème cycle à -35°C,

- de commencer le refroidissement du gaz naturel sous 40 bar, à -35°C et de condenser divers hydrocarbures.

- Le 2ème cycle de 4 détente d'éthylène permet de :

- continuer le refroidissement du méthane du 3ème cycle à -96°C et d'atteindre sa condensation sous 30 bar,

- de poursuivre le refroidissement du gaz naturel et de le condenser à -97°C sous 38 bar.

- Le 3ème cycle de 3 détente de méthane permet de refroidir le GNL jusqu'à -151°C sous 36 bar.

- Le GNL est ensuite détendu jusqu'à 1,3 bar pour atteindre -163°C. Le diazote contenu est libéré ainsi que l'hélium.

- Enfin le gaz est stocké dans des réservoirs cryogéniques avant chargement dans des méthaniers.

Les capacités, par unité, atteignent actuellement $16\,000\text{ m}^3$ de GNL/jour.

Dans le monde il y a 11 usines de liquéfaction : en Algérie (Arzew et Skikda), en Indonésie (Bortang et Arun), aux Etats-Unis (Kenai, Alaska), en Libye (Marsa el Brega), à Brunei (Lumut), à Abu Dhabi (Das Island), en Malaisie (Bintulu), en Australie (Withnell Bay) et au Qatar (Qatargas). Des constructions sont en cours au Nigeria (Bonny Island), à Trinidad (Atlantic LNG) et en Oman (Sur).

Des unités de liquéfaction (une centaine), de faible capacité ($18\text{ m}^3/\text{h}$ de GNL), fonctionnent au Canada, États-Unis et Royaume-Uni, en été, en utilisant le gaz naturel transporté par les gazoducs puis en le stockant pour le regazéifier l'hiver lors des pointes de consommation. Toutefois ce stockage ne représente que 5 % du stockage total des Etats-Unis. Le stockage est surtout effectué dans des cavités souterraines (voir ci-dessus).

Méthaniers : sur un total de 90 navires de $20\,000$ à $140\,000\text{ m}^3$ de capacité de GNL, dont 64 de plus de $125\,000\text{ m}^3$, deux types de technologies sont principalement employées.

- A sphères autoporteuses (MRK) : les réservoirs sont indépendant de la structure du navire. Fabriqués par la société japonaise Moss-Rosenberg : 45 navires dans le monde.
- A double membrane en invar (alliage Fe-Ni à très faible coefficient de dilatation) ou en acier inoxydable et composite, isolée de la coque du navire dont elle épouse la forme. Fabriqués en France par Gaztransport Technigaz (GTT contrôlé par GDF, Total et Bouygues Offshore) : 39 navires dans le monde.

Terminaux méthanier : le GNL déchargé des méthaniers est stocké dans des réservoirs cryogéniques correspondant à la capacité des navires, puis réchauffé, par des échangeurs, en général à l'aide d'eau de mer et envoyé dans le réseau de canalisation des distributeurs de gaz. Le froid récupéré peut être utilisé, par exemple à Fos-sur-Mer, pour produire de l'azote et de l'oxygène liquide par séparation des gaz de l'air.

En Europe en 1997, 8 terminaux de réception-regazéification du GNL dont 2 en France (Fos-sur-Mer et Montoir-de-Bretagne), 3 en Espagne, 1 en Italie, 1 en Belgique et 1 en Turquie.

Commerce international : en 1996, il a porté sur $430\,10^9\text{ m}^3$ (hors commerce inter ex-URSS).

- 1er importateur mondial : les États-Unis ($82\,10^9\text{ m}^3$) devant l'Allemagne ($79\,10^9\text{ m}^3$) et le Japon ($64\,10^9\text{ m}^3$).
- 1er exportateur mondial : ex URSS ($124\,10^9\text{ m}^3$) devant le Canada ($80\,10^9\text{ m}^3$).

- Sous forme gazeuse, 327 109 m³ : le transport est effectué par gazoducs sous 68 à 120 bar (canalisations ayant jusqu'à 1,4 m de diamètre), 330 000 km aux États-Unis, 220 000 km en ex URSS, 90 000 km au Canada, 32 000 km en France. Fin 1996, inauguration du gazoduc Maghreb-Europe, de 1 430 km de long entre Hassi R'Mel (Algérie) et Cordoue (Espagne). Il a nécessité 650 000 t de tuyaux d'acier et doit transporter 10 milliards de m³/an.

Par gazoduc le premier exportateur est l'ex URSS (124 10⁹ m³) suivi par Canada (80 10⁹ m³), Pays Bas (46 10⁹ m³), Norvège (38 10⁹ m³), Algérie (21 10⁹ m³). Les importations en provenance d'ex URSS représentent, en 1995, 49 % des importations d'Europe occidentale.

- Sous forme liquide (GNL), 102 10⁹ m³ de gaz : représente 24 % des échanges internationaux de gaz. L'Indonésie (36 10⁹ m³) est le premier exportateur de GNL suivie par l'Algérie (20 10⁹ m³), la Malaisie (18 10⁹ m³), l'Australie, Brunei.... Le Japon est le premier importateur (62 % des échanges de GNL), la Corée du Sud (13 %), la France (8 %). La zone Pacifique représente les 3/4 les échanges mondiaux de GNL.

PRODUCTEURS : répartition, par sociétés, en 1996, de la production commercialisée de gaz naturel, en Europe occidentale. Total : 277 10⁹ m³. En milliards de m³.

Esso	31	Elf	13
Shell	32	British Gas	11
Agip	17		

Le groupe d'État russe Gazprom est le n°1 mondial, 571 milliards de m³ en 1994. En 1992, il emploie 360 000 personnes, contrôle 94 % de la production russe, exploite 141 000 km de gazoducs (3 fois et demie le tour de la terre), 21 stockages souterrains. C'est le 1er fournisseur de la France (1/3 de son approvisionnement).

SITUATION FRANÇAISE : en 1996 en 10⁹ m³.

- Production de gaz commercialisée (épuré) : 2,4 (pour une production brute de 3,4).

- Réserves (au 01-01-1997) : 13,3 milliards de m³ de gaz épuré.

- Productions de sociétés françaises à l'étranger :

- Elf Aquitaine, en 1996, 14,414 dans les pays suivants : Royaume Uni : 4,860, Norvège : 3,174, Pays-Bas : 2,668, États-Unis : 0,715.

- Total, 14,3 en 1996, produit du gaz en Mer du Nord en particulier sur Alwyn (7,5 millions de m³/jour), en Indonésie (8 millions de m³/j) sur les champs de Tambora et de Tunu, à Abu Dhabi, en Argentine (17 millions de m³/j dont 6 millions en Terre de

Feu), en Thaïlande (30 % des parts du champs de Bongkot, 4,3 millions de m³/j), au Qatar (20 % des parts du champs de North Field, 10 000 milliards de m³ de réserves). Prépare l'exploitation du gisement de Yadana (Birmanie), 180 milliards de m³ de réserves.

Total détient également des participations dans des usines de liquéfaction de gaz : en Indonésie (Total fourni 44 % du gaz qui approvisionne l'usine de Bontang à Bornéo, exploitée par Pertamina en association avec Total, 15,7 millions de t de capacité annuelle, la plus importante au monde), à Abou Dhabi (l'usine, implantée sur l'île de Das, est exploitée par Adgas, Total détient une part de 5 % de la production annuelle de 5,4 millions de t), au Qatar (l'usine, implantée à Ras Laffan et entrée en production en 1996, est exploitée par Qatargas, Total détient une part de 10 % de la production annuelle de 6 millions de t). Total est partenaire, à 5,5 %, dans le projet Oman LNG d'une usine en construction située à Al Ghalilah, à Oman. La production, qui devrait démarrer en 2000, serait de 6,6 millions de t. Total détient également 36 % des parts du projet Yemen LNG d'une usine située à Bal Haf approvisionnée par le gaz du Champ Marib. La production prévue est de 5,3 millions de t.

- Importations : en 1996, 391 milliards de kWh en provenance de :

Russie	30 %	Pays-Bas	14 %
Norvège	28 %	Abu Dhabi	1 %
Algérie	20 %		

- Le gaz de l'ex URSS est amené par gazoduc et arrive en France à Obergalbach (57) près de Sarreguemines. Le gaz de Norvège et des Pays-Bas livré également par gazoduc arrive à Taisnières-sur-Hon (59) près de Maubeuge. Le gaz algérien liquéfié, provenant du gisement de Hassi R'Mel, transporté par méthanier est livré à Fos-sur-Mer et Montoir-de-Bretagne (terminal le plus important d'Europe). En février 1995, arrivée à Montoir-de-Bretagne de GNL provenant d'Abu Dhabi dont une partie est destiné à la Belgique.

- Construction en cours d'un gazoduc (NorFra) de 860 km, 1 m de diamètre, de 14 milliards de m³/an de capacité de transport entre les gisements de gaz naturel norvégien (Troll et Sleipner) de mer du nord et Dunkerque. L'arrivée du gaz est prévue pour fin 1998, il sera dirigé vers le réservoir souterrain de Gournay-sous-Aronde près de Compiègne après la pose d'un nouveau gazoduc depuis Dunkerque.

- Accord signé pour l'achat à compter de 1999, de GNL, au Nigeria (500 millions de m³/an).

- Transport et distribution :

- Canalisations de gaz : près de 32 000 km de réseau de transport (dont 28 050 km

pour Gaz de France et 3 790 km pour la SNGSO), 135 000 km de réseau de distribution. Les canalisations de transport sont en acier, 42 % de celles de distribution en polyéthylène.

- Le transport et la vente en gros (aux clients consommant plus de 500 000 m³/an : industriels ou villes) sont assurés, en France, à 63 % par Gaz de France, le reste par la Société Nationale des Gaz du Sud-Ouest (SNGSO, 70 % EAP, 30 % GDF) et la Compagnie Française du Méthane (50 % GDF, 40 % EAP, 10 % Total).

- La distribution est assurée depuis la loi de nationalisation de 1946, essentiellement (à 96 %) par Gaz de France (sauf pour quelques villes dont Bordeaux et Strasbourg constituées en régies).

- Gaz de France assure également dans quelques localités non reliées au réseau de gaz naturel, la distribution de propane ou d'air propané par canalisation (à distinguer de la vente de bouteilles individuelles et du remplissage de citernes assurés par les compagnies pétrolières).

- Stockages souterrains : 14 sites dont 3 dans des couches de sel à Etrez (01), Tersanne (26) et Manosque (04). Les cavités de stockage ont été obtenues en dissolvant le sel (obtention de saumures utilisées pour produire Cl₂ et NaOH). Les sommets des cavités (de 120 000 à 500 000 m³) sont situés entre 800 et 1 200 m de profondeur.

Les autres sites de stockage (dont 2 dans le Sud-Ouest (Izaute et Lussagnet) opérés par Elf Aquitaine, les autres par GDF dans l'Est à Cerville Velaine, la région parisienne à Gournay-sur-Aronde, Germigny-sous-Coulombs, St-Clair-sur-Epte, St-Illiers, Beynes et le Centre à Chémery, Soings-en-Sologne, Céré-la-Ronde) sont situés en nappe aquifère. Le gaz chasse l'eau de roches poreuses et perméables (sable...) situées sous un dôme imperméable. Le plus important site de stockage de gaz au monde est situé à Chémery (41) à 1100-1200 m de profondeur. Sa capacité est de 7 milliards de m³. Le volume total de gaz stocké souterrainement est de plus de 22 milliards de m³ dont seulement 10,9 milliards utilisables, ce qui correspond à 110 jours de consommation moyenne. En une journée, le 6-02-1991, le réservoir de Chémery a débité 46,7 millions de m³ soit l'énergie qu'aurait dû produire, dans le même temps, 15 tranches nucléaires de 1 300 MW.

Au total, le volume de stockage utile est, en 1996, de 120 milliards de kWh.

GDF a, en 1995, acheté le gisement de pétrole de Saint-Martin de Bossenay (10) qui a produit 1,5 million de m³ de pétrole afin de le transformer, après fin de l'exploitation pétrolière prévue en 1998, en réservoir de stockage. De même, le gisement de gaz de Trois-Fontaines (52) a été acheté en 1994.

Gaz de France : en 1996.

- Chiffre d'affaires : 54 milliards de F.

- Effectifs : 25 081 personnes.

- Ventes : 478 milliards de kWh livrés directement par GDF, exportés ou vendus à des régies communales ou à diverses sociétés distributrices.

Sur les 364,4 milliards de kWh livrés directement aux 9,6 millions d'abonnés de GDF, 42,8 % des ventes sont pour le secteur résidentiel, 39,2 % pour le secteur industriel, 18 % pour le secteur tertiaire. GDF alimente 6 000 communes.

- GDF a distribué, en 1995, 1,6 milliard de m³ de gaz naturel en Hongrie soit 22 % du marché. Par ailleurs, GDF a livré, en 1996, 400 millions de m³, soit 7 % de la consommation du pays à partir d'un réservoir souterrain de Slovénie alimenté en gaz russe.

UTILISATIONS :

Consommations : en 1993, en 10⁹ m³. Monde : 2 173, Union Européenne : 298.

ex URSS	667,6	Japon	55,2
États-Unis	579,9	Italie	51,9
Canada	75,7	Pays-Bas	44,2
Allemagne	70,4	France	34,6
Royaume Uni	69,8	Arabie Saoudite	32

Secteurs d'utilisation : en 1995, en France et () dans le monde.

Chauffage résidentiel et tertiaire	55,2 % (26 %)	Matière première	7 % (5 %)
Industrie hors matières premières	35,8 % (28 %)	Centrales électriques	2 % (21 %)

- Record de consommation journalière française le 2 janvier 1997 : 2,4 TWh (210 millions de m³ de gaz) hors la consommation du Sud-Ouest alimenté par le gaz de Lacq.

Utilisations diverses :

- Énergie : le gaz naturel représente 13,2 % de la consommation d'énergie primaire en France en 1995 (23,1 % dans le monde). 50 % en ex URSS, 27,2 % en Amérique du Nord.

- Production d'électricité par cogénération : lorsque le gaz naturel est utilisé pour produire de l'électricité, le rendement est au maximum de 55 %. La chaleur dissipée dans les gaz de combustion et pour la production de vapeur peut permettre de produire de l'eau chaude destinée au chauffage domestique ou industriel. Le rendement énergétique atteint ainsi près de 80 %. En France, des installations de

cogénération fonctionnent, en particulier, en hiver, lors des jours de pointe de consommation d'énergie. L'électricité est alors vendue à EDF. En 1995, la puissance installée en France est de 1 000 MW. La plus importante unité au monde a été construite, en 1993, à Teesside au Royaume Uni.

- C'est une énergie plus "propre" que le charbon ou le pétrole : pas de cendres, pas d'émission de SO₂, peu de NO_x (4 kg/tep) et moins de CO₂ (2 290 kg/tep).

- En 1996, en France, 36 % des logements sont chauffés au gaz naturel, 32 % à l'électricité, 18 % au fioul.

- Dans le monde, plus de 1 million de véhicules fonctionnent à l'aide du gaz naturel (350 000 en Argentine, 250 000 en Italie, 40 000 aux Etats-Unis, 820, fin 1995, en France, en particulier à Paris, Nantes et Toulouse). Dans les années 60 ce carburant était couramment utilisé dans le Sud-Ouest de la France (35 000 véhicules). Le record de vitesse automobile (1000 km/h) est détenu par un véhicule utilisant du gaz naturel.

- Matière première chimique : c'est la principale matière première utilisée pour produire du dihydrogène, lui-même utilisé pour fabriquer de l'ammoniac, du méthanol et de l'acide acétique (1,6 million de t/an dans le monde). En 1987, le gaz naturel est utilisé dans 75 % des capacités de production de NH₃ et 85 % des capacités de production du méthanol dans le monde. En France, en 1990, 24 TWh (8 % de la consommation de gaz) utilisés pour produire NH₃. Consommation de l'ensemble de la chimie : 37,5 TWh. En 1989, les pays producteurs de pétrole et de gaz naturel assuraient : 72 % de la production mondiale d'urée, 48 % de celle du méthanol et 47 % de celle de l'ammoniac.

LE METHANE ET L'EFFET DE SERRE :

Le méthane participe, comme le dioxyde de carbone et d'autres gaz, à l'effet de serre (voir, en annexe, le chapitre consacré à l'effet de serre). La teneur actuelle de l'atmosphère en méthane est de 1,72 ppmv (4 900 millions de t), l'accroissement annuel est de 0,9 % (0,3 % en 1992), soit 44 millions de t.

Les émissions annuelles sont de l'ordre de 400 millions de t, en provenance principalement de la décomposition de matières organiques en milieu anaérobie.

Origines des émissions : en millions de t/an :

Rizières	50 à 150	Feux de végétation	20 à 80
Zones humides naturelles	50 à 150	Déchets industriels et urbains	30 à 70
Digestion des animaux	65 à 90	Mines de charbon	10 à 50
Insectes (termites...)	10 à 30	Exploitation du gaz naturel	25 à 50

Par exemple, une vache libère, en moyenne, 200 g de méthane par jour.

La consommation du méthane émis est effectuée, en partie, par des bactéries et surtout par oxydation à l'air, avec production finale de dioxyde de carbone.

AUTRES GAZ DE COMBUSTION

En France, le gaz naturel représente 85 % (compté en pouvoir énergétique) du gaz de combustion commercialisé. Divers autres gaz, riches en molécules combustibles sont utilisés.

Gaz manufacturé ou gaz à l'eau, gaz de synthèse, gaz d'éclairage, gaz de ville.

Origine : le premier gaz ainsi fabriqué, dès 1815, par distillation de la houille, était destiné à l'éclairage urbain. Supplanté pour cette utilisation par l'électricité, il a été utilisé comme gaz combustible. Puis la concurrence avec le gaz naturel a entraîné, en France, sa quasi-disparition. Gaz de France a exploité jusqu'à 546 usines à gaz de houille, la dernière (Belfort) ayant été fermée en mai 1971.

Le gaz manufacturé initialement fabriqué par distillation de la houille a été ensuite élaboré par réformage de produits pétroliers ou de gaz naturel. Actuellement le gaz de synthèse ainsi produit donne industriellement le dihydrogène (voir le chapitre hydrogène).

Composition et pouvoir calorifique : en moyenne.

- Gaz de distillation de la houille : H₂ : 48 % - CH₄ : 36 % - CO : 8 % - CO₂ : 5 %.
- Gaz de synthèse : contient jusqu'à 70 % de H₂ et 30 % de CO₂.
- PCS : 4,9 à 5,2 kWh/m³.

Utilisations : production industrielle du dihydrogène.

Gaz de pétrole liquéfié (GPL) : butane et propane.

Origine : extraits de certains gaz naturels ainsi que sous-produits du raffinage du pétrole (voir ce chapitre). En 1992, 70 % de la production mondiale provient du gaz naturel.

La production mondiale est, en 1992, de 263 millions de t.

Composition et pouvoir calorifique :

- Butane commercial : butane : 90 %, butylène et propane. PCS : 38,3 kWh/m³.
- Propane commercial : propane : 65 %, propylène : 30 %, éthane, butane. PCS : 27,3 kWh/m³.

Producteurs : en France.

- Primagaz.
- Totalgaz :
- Production issue du traitement du gaz des champs pétroliers : 750 000 t provenant de mer du Nord, Abu Dhabi, Indonésie et Algérie.
- Production issue du raffinage de produits pétroliers : 1 400 000 t.
- Commercialisation 1 600 000 t dont 600 000 t en France.
- Antargaz : commercialisation de 700 000 t en France en 1996 (25 % du marché) en provenance de raffineries, de Lacq, de Mer du Nord, d'Afrique (Nigeria, Congo), des Etats-Unis.

Utilisations : livrés, par les compagnies pétrolières, sous forme liquide dans des bouteilles ou distribués gazeux par Gaz de France, dans des réseaux (52 000 abonnés, en 1991) ou enfin sous forme d'air propané ou butané, en Corse. Utilisé par des particuliers ou des industriels comme gaz de combustion ou matière première chimique.

Consommation mondiale : environ 150 millions de t/an.

Consommation française, en 1996 : 3 126 00 t dont : propane : 2 338 500 t, butane : 722 400 t.

Secteurs d'utilisation en Europe :

Résidentiel et tertiaire	36 %	Carburant	10 %
Chimie et raffinage	36 %	Agriculture	4 %
Autres industries	14 %		

L'utilisation dans le secteur résidentiel-tertiaire (cuisson) est concentrée principalement en Espagne, France, Turquie et Italie. Dans le monde, près de 500 millions de ménages et un sur deux dans l'Union européenne utilisent les GPL. La chimie et le raffinage sont prépondérants au Benelux : le GPL est utilisé comme matière première pour la production d'éthylène, propylène, ammoniac, MTBE. Le secteur industriel, autre que la chimie, est important en Allemagne (25 % des utilisations) car la flamme de combustion des GPL peut être en contact direct avec les produits, en agro-alimentaire, verrerie, céramique, métallurgie... Le secteur agricole est dominant en France (50 % des utilisations), dans le chauffage de bâtiments d'élevages avicoles et porcins, de serres, le séchage des récoltes...

- En Europe, les ventes comme carburant (50 % butane - 50 % propane) sont concentrées à 90 % en Italie (1 million de véhicules) et aux Pays-Bas (500 000 véhicules soit 8 % du parc). En France, 30 000 véhicules. Au Japon, 250 000 taxis de

Tokyo utilisent le GPL. En France, la consommation dans ce secteur est, en 1996, de 45 000 t.

Gaz de mine (grisou) :

Origine : se dégage spontanément dans des mines de charbon.

Composition et pouvoir calorifique : moyennes.

- CH₄ : 90 % - N₂ : 40 % - CO₂ : 10 %.

- PCS : 5,9 à 6,8 kWh/m³.

Utilisations : capté, en France, par Gaz de France, depuis 1990, dans des puits de mines désaffectées à Lens (62) et Liévin (62) et injecté dans le réseau de transport de la région Nord. Production, en 1993, de 1 429 GWh soit environ 100 millions de m³.

Gaz de cokeries :

Origine : sous-produit de la cokéfaction de la houille dans les fours à coke des cokeries minières ou métallurgiques (voir le chapitre : carbone, coke).

Composition et pouvoir calorifique : moyennes.

- H₂ : 50 % - CH₄ : 25 % - N₂ : 9,5 % - CO : 9 % - CO₂ : 3 %.

- PCS : 4,9 kWh/m³.

Utilisations : principalement dans les industries sidérurgiques et chimiques.

Production, en 1993, de 12 921 GWh.

Gaz de hauts fourneaux :

Origine : sous-produit de l'élaboration de la fonte dans les hauts fourneaux.

Composition et pouvoir calorifique : moyennes.

- N₂ : 50 % - CO : 27 % - CO₂ : 11 % - H₂ : 2 %.

- PCS : 1 kWh/m³.

Utilisations : production d'électricité, industrie sidérurgique. Production, en 1993, de 18 197 GWh. EDF, associé au groupe Edison a mis en service, à Tarente en Italie, en 1997, une centrale de cogénération (production d'électricité et de vapeur), d'une puissance de 505 MW, fonctionnant à l'aide de gaz de haut fourneaux.

Gaz de raffineries :

Origine : sous-produit du raffinage pétrolier.

Composition : contient principalement du méthane ainsi que du dihydrogène et de l'éthane.

Utilisations : industries chimiques et parachimiques. Production, en 1993, de 2 710 GWh.

Biogaz ou gaz de décharges :

Origine : fermentation des matières organiques (agricoles ou ordures ménagères) à l'abri de l'air (méthanisation). L'usine d'Amiens (80) fonctionnant selon le procédé Valorga, traite 55 000 t/an d'ordures, leur temps de séjour dans 3 digesteurs de 2 400 m³ chacun est de 18 à 25 jours, à 35 - 40°C.

Composition et pouvoir calorifique : moyennes. 1 t d'ordures ménagères donne 100 m³ de biogaz soit 550 à 650 kWh.

- CH₄ : 50 à 60 % - CO₂ : 40 à 60 %, H₂ : < 0,5 % - H₂S : 200 à 2 500 ppm.

- PCS : 5,5 à 6,5 kWh/m³.

Utilisations : le biogaz provenant, depuis août 1988, de la valorisation des ordures ménagères d'Amiens (155 000 personnes) est utilisé pour produire de la vapeur livrée à un industriel voisin. Ce biogaz a été aussi introduit dans le réseau de distribution de gaz naturel de Gaz de France. La matière organique résiduelle est utilisée en agriculture par la viticulture champenoise et la culture de céréales. Une autre usine a démarré, en novembre 1991, à Tahiti pour traiter la totalité des déchets de l'île (90 000 t/an).