

Tendencias de los riesgos resultantes del uso del gas

por H. Péquignot y M. Bertin

El "gas" se considera actualmente una de las fuentes de energía que plantea menos problemas sanitarios. Todos los estudios sobre la comparación de los riesgos que entrañan las diferentes formas de energía llegan a esta conclusión.

Por razones de método, este artículo enfoca la situación desde el punto de vista de las responsabilidades de las compañías de gas. Cuando el gas se fabricaba a partir del carbón, los riesgos inherentes a la extracción del carbón no se añadían a los de la fabricación y distribución del gas. De la misma manera, tampoco se estudiarán aquí los problemas planteados por la extracción y el transporte de los productos petroleros utilizados por la industria del gas aparte, desde luego, del gas natural.

Para empezar conviene subrayar tres puntos de especial interés:

- Los riesgos existen en la etapa de utilización, no en la de producción a este respecto, como el gas difiere de la energía nucleoelectrica y del carbón, los problemas de prevención se presentan de manera muy diferente.
- Los riesgos han disminuido de modo espectacular durante los últimos 25 años e incluso en la etapa de distribución resultan hoy menores que los de la mayoría de las otras formas de energía.
- La obtención de datos epidemiológicos ha sido y sigue siendo más satisfactoria que en las demás industrias energéticas.

PRODUCCION Y TRANSPORTE

Gas natural

Los principales problemas se refieren a la alteración del medio ambiente y a los riesgos de accidente:

- La producción francesa de gas natural procede casi por completo de yacimiento de Lacq, cuya explotación plantea un problema ambiental, debido a posibles accidentes que causen contaminación atmosférica por los derivados del azufre.
- Sin embargo, la mayor parte del gas natural que consumimos procede del extranjero.

El Dr. Péquignot es Presidente del Comité Médico de Gaz de France y Electricité de France.

El Dr. Bertin es Miembro asociado de este Comité.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

Los gasoductos submarinos, los buques metaneros y los "muelles terminales metaneros" (donde estos buques descargan y donde el gas natural puede almacenarse en parte en tanques) plantean evidentemente problemas de seguridad análogos a los del transporte y almacenamiento del petróleo. Hasta la fecha no se ha producido ningún accidente de este tipo en Francia, pero el riesgo existe.

Por otra parte, el transporte del gas por gasoductos y su almacenamiento subterráneo son particularmente seguros a pesar de las recientes críticas, que parecen totalmente injustificadas.

En definitiva, los riesgos humanos son mínimos porque:

- la industria del gas funciona con pocas fábricas, o ninguna;
- las "materias primas" no son modificadas sino sencillamente purificadas y tratadas;
- la mano de obra es poco numerosa en las etapas de producción y transporte: varios millares de personas para más del 12% (pronto el 16%) de la energía distribuida en Francia;
- la industria del gas está totalmente automatizada.

Gas de petróleo licuado

Esta industria se distingue por algunas de sus características de la del gas natural:

- la producción es parte de la industria del petróleo, dado que los productos se obtienen en su mayor parte en las refinerías de este producto;
- el transporte entraña más riesgos que en el caso del gas natural, ya que se hace en vagones, gabarras y camiones y no en gasoductos. El accidente de un camión cisterna de propileno en Los Alfaques (España) puso de manifiesto los riesgos posibles.
- el almacenamiento del gas en los locales de usuarios exige también precauciones.

DISTRIBUCION Y UTILIZACION

Los riesgos sanitarios existen en la etapa de distribución y sobre todo en la de utilización. Están relacionados con las propiedades físicas (inflamabilidad y peligro de explosión) y la naturaleza química de estos hidrocarburos.

No son tóxicos, prácticamente:

Metano

Es el principal constituyente del gas natural. No posee una verdadera toxicidad, por tratarse de un gas inerte que solo produce la asfixia al reducir el contenido de oxígeno del aire; provoca, pues, una anoxia.

Los estudios experimentales en el hombre y en el animal han demostrado que los animales o los seres humanos pueden vivir, sin consecuencias observables, en una atmósfera que contenga metano, que es, por lo demás, el clásico grisú de las minas de carbón, y que los efectos nocivos se deben a la disminución del contenido de oxígeno en el aire respirado.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

Otros hidrocarburos

Poseen desde luego una baja toxicidad propia, pero actúan esencialmente causando una anoxia aguda.

El verdadero problema toxicológico tiene otras causas: es el de la asfixia producida por los gases de combustión formados durante las combustiones incompletas, ocasionadas muy a menudo por una ventilación insuficiente, es decir, por una falta de aire comburente. Estos gases de combustión no solo contienen grandes cantidades de anhídrido carbónico (CO₂), sino además un elevado contenido de óxido de carbono.

La asfixia causada es, pues, una intoxicación oxicarbonada aguda, agravada por la presencia de un contenido mayor de anhídrido carbónico, que ocurre en una atmósfera saturada de agua y muy a menudo pobre en oxígeno, segundo factor que agrava la situación. No es siempre fácil la distinción entre anoxias puras, relativamente benignas, provocadas por la inhalación de hidrocarburos y las intoxicaciones oxicarbonadas mucho más graves debidas al gas de combustión; esto puede originar diversos errores de graves consecuencias.

Una última observación sobre la toxicidad: la toxicidad específica de estos hidrocarburos es ciertamente mínima, pero algunas publicaciones recientes han señalado ciertos efectos (cardíacos, hematológicos, etc.), variables en función de la longitud de la cadena hidrocarbonada y de su grado de saturación. Convendría efectuar nuevas investigaciones sobre estos problemas.

EVOLUCION DE LOS RIESGOS

Las transformaciones sufridas por la industria del gas han tenido importantes consecuencias.

En la etapa de producción

La desaparición de las clásicas fábricas de gas ha representado ciertamente una ventaja en el plano sanitario.

Además de la contaminación atmosférica local, esas fábricas exponían al personal a diversos riesgos, a veces no debidamente tomadas en consideración ya que no se efectuó ningún estudio epidemiológico; ahora resulta comprobado que las estadísticas de diferentes países (entre ellos Francia) indican que la frecuencia de algunos cánceres, en particular los de pulmón, era claramente más elevada entre los operarios encargados de ciertas tareas que en el resto del personal. Estos trabajos particularmente peligrosos han desaparecido por completo, pero tales cánceres poseen un período de latencia muy largo (más de 20 años) y pueden revelarse muy tardíamente.

En la etapa de distribución

El gas fabricado por destilación del carbón o por craqueo de productos petroleros poseía un contenido variable de óxido de carbono, fuere cual fuere el modo de fabricación. Este óxido de carbono representaba el riesgo mayor; la intoxicación aguda por el gas no quemado — es decir, el clásico escape de gas procedente de una espita sin encender, el gas apagado por derrame de líquidos, las fugas de tuberías agrietadas o desconectadas — provocaba cerca del 90% de las muertes imputables a esta forma de energía.

La asfixia por los gases de combustión y las explosiones causaban un número de víctimas mucho menor.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

La sustitución de los gases oxicarbonados por el gas natural ha transformado la situación. Desde luego, han desaparecido las intoxicaciones oxicarbonadas puras por escape de gas, puesto que el gas natural no contiene óxido de carbono. En cambio, los casos de asfixia por los gases de combustión y las explosiones son, con mucho, en valor relativo, los accidentes más frecuentes, incluso si su número es relativamente pequeño en valor absoluto: de 15 a 20 muertes por año atribuibles a esas explosiones.

Su prevención es muy difícil, ya que la causa del accidente no es imputable al productor sino al usuario. Ahora bien, en Francia hay más de ocho millones de instalaciones que, en la práctica, no pueden vigilarse eficazmente. Un riesgo generalizado en tal escala plantea el problema de la educación de los usuarios y de la calidad y fiabilidad de los aparatos e instalaciones que tienen a su disposición.

Las dificultades de prevención de los accidentes y la naturaleza de los problemas técnicos que la misma plantea son, por tanto, totalmente diferentes según que se trate de la producción o de la utilización de la energía.

Conviene tener presente que debido al encarecimiento de los hidrocarburos, la tendencia en el futuro será probablemente a gasificar de nuevo el carbón por lo que podrían reaparecer ciertos riesgos. En realidad, el gas producido, cuando se destine a usos domésticos, terciarios o comerciales, ya no será el gas de hulla que hemos conocido sino un gas que pueda sustituir al gas natural, aunque solo sea para evitar una nueva transformación de los aparatos de consumo y de las instalaciones, gas que, desde el punto de vista sanitario, presentará las mismas ventajas.

Resultados

Durante 26 años, de 1950 a 1975:

- La cantidad de gas distribuida por Gaz de France se ha multiplicado por 12,8.
- Según las estadísticas del INSERM¹, el número de suicidios por asfixia ha disminuido 7,5 veces.
- El número de muertes accidentales por asfixia ha disminuido 14,5 veces.

Si la tasa de fallecimientos por asfixia accidental, supuesto un consumo proporcional, hubiese permanecido la misma que en 1950, en 1975 no se habrían registrado 44 muertes solo, sino más de 8 000. Esto demuestra la magnitud de los progresos conseguidos. Igualmente, en 25 años, el número anual de suicidios con gas ha disminuido en casi 400. Como se sabe, esto no significa que el número de tentativas de suicidio haya disminuido, pero demuestra casi experimentalmente que la inhalación de gas natural entraña riesgos de asfixia muy reducidos (Cuadro 1).

Idéntica evolución se observa en otros países. En Gran Bretaña, donde los suicidios con gas representaban el 50% del total (frente al 6% en Francia), la rápida desaparición del gas de hulla ha hecho que el número total de suicidios registrados haya disminuido durante algunos años, puesto que los suicidas, desconocedores de las características del nuevo gas, continuaban recurriendo a éste (Cuadro 2).

¹ INSERM: Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

Cuadro 1. Número de defunciones debidas al gas entre 1959 y 1975
(Fuentes: Gaz de France, INSEE¹ e INSERM)

Año	Consumo de gas, en millones de termias (Gaz de France)	Suicidios por asfixia causada por gas	Número total de suicidios	Muertes de usuarios de gas por asfixia accidental	Muertes accidentales debidas a otros casos de combustión
1950	10 096	430*	6402	640	239
1951	10 489	444*	6567	588	238
1952	10 956	429*	6547	593	208
1953	11 155	455*	6571	703	268
1954	11 738	503*	6974	751	245
1955	12 397	420*	6903	761	319
1956	13 624	546*	7577	805	356
1957	14 300	537*	7268	671	322
1958	15 406	554*	7390	746	272
1959	15 706	603*	7569	735	253
1960	17 114	500*	7222	661	271
1961	17 983	427*	7305	532	251
1962	20 634	396*	7112	567	274
1963	22 831	447*	7433	741	319
1964	24 591	412*	7206	589	309
1965	27 249	423*	7352	667	326
1966	28 703	329*	7668	572	332
1967	31 293	355*	7716	493	301
1968	35 531	216*	7629	126	294**
1969	41 656	145*	7934	173	380**
1970	50 042	109*	7834	158	373**
1971	63 659	122*	7890	111	368**
1972	83 438	126*	8339	84**	26** 304**
1973	107 751	86*	8079	77**	20** 287**
1974	115 599	58*	8192	40**	20** 215**
1975	128 532	57*	8323	30**	14** 262**

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

Cuadro 2. Número de suicidios con gas de alumbrado en Francia
(Fuentes: INSEE e INSERM)

		Nº total de suicidios registrados	Suicidios con gas del alumbrado registrados	Porcentaje del total
Media anual	1950-54	6610	452	6,84
Media anual	1955-59	7341	532	7,25
Media anual	1960-64	7256	436	6,01
Media anual	1965	7352	423	5,75
	1966	7668	329	4,29
	1967	7716	355	4,60
	1968	7629	216	2,83
	1969	7934	145	1,83
	1970	7838	109	1,39
	1971	7890	122	1,55
	1972	8339	126	1,51
	1973	8079	86	1,06
	1974	8192	58	0,71
	1975	8323	57	0,68

Cuadro 1. (continuación)

- ** Gas distribuido mediante tuberías (comprendidos los gases de combustión).
 - ** Gas de petróleo licuado distribuido en recipientes móviles (comprendidos los gases de combustión).
 - ** Oxido de carbono
- Suicidios por asfixia debida a:
- * gas de alumbrado;
 - gas de uso doméstico.

¹ INSEE: Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

OBSERVACIONES RESULTANTES DE LO PRECEDENTE

Esta evolución señala hasta qué punto ciertos cambios técnicos pueden producir consecuencias sanitarias importantes. Imaginemos que la evolución hubiese sido de signo contrario; habría sido indispensable prever este riesgo adicional a fin de tomar las medidas precautorias necesarias. Esta constatación justifica, por tanto, los estudios efectuados para evaluar los riesgos sanitarios potenciales de las varias formas de energía o de las nuevas tecnologías de su producción y utilización.

Contrariamente a lo que a menudo se ha dicho y escrito, el desarrollo del consumo de energía no va acompañado obligatoriamente por un incremento paralelo de los riesgos sanitarios.

- En el caso del gas, en Francia, el número de muertes ha disminuido a pesar del aumento del consumo de gas y del porcentaje que éste representa en el consumo total de energía. La razón estriba en una transformación profunda de esta industria.
- Sin embargo, la misma evolución se observa en el caso de la electricidad, a pesar de que en lo que al producto suministrado se refiere no se haya producido modificación alguna del mismo.
- Durante 26 años, el número de electrocuciones registradas en Francia a lo largo de los años ha permanecido estable, pero al mismo tiempo, es decir, de 1950 a 1975, el consumo de electricidad se ha sido multiplicado por un factor de 6,3 y el número de abonados por 1,7, en tanto que el porcentaje de la electricidad en el consumo total de energía ha pasado de 12,1% a 25%. Por consiguiente, ciertos riesgos pueden ser y son efectivamente controlados (Cuadro 3).

Para seguir estas tendencias es necesario disponer de datos médicos, para lo que resulta indispensable realizar una encuesta epidemiológica permanente. Estas encuestas se efectuaban ya en París mucho antes de la guerra y se realizan en Francia desde hace más de 25 años respecto de los fallecimientos causados por el gas distribuido por tuberías. Se basan en dos fuentes distintas de datos lo que permite un control recíproco:

1. Las estadísticas de mortalidad establecidas por el INSEE y a continuación por el INSERM, basándose en los certificados de defunción;
2. Las estadísticas del Servicio de Prevención y de Seguridad de Gaz de France, hechas a partir de los informes sobre accidentes.

En este artículo se han utilizado las primeras estadísticas solo. Es posible que tales estadísticas conduzcan a cierta subestimación del riesgo (fallecimientos de personas de edad atribuidos a accidentes cardíacos o cerebro-vasculares, por ejemplo) pero esa subestimación es, sin duda alguna, moderada y podría ser corregida por las estadísticas del segundo tipo.

No existen, en relación con ninguna otra forma de distribución de energía, estadísticas de tal índole; además, a petición de la Unión Internacional de la Industria del Gas se modificó el Código de la Organización Mundial de la Salud a fin de permitir la clasificación de los casos registrados de asfixias según sus causas: es decir, distinguiendo entre el gas distribuido por "tuberías" y el distribuido mediante "recipientes móviles" (gas de petróleo licuado). Por otra parte, no se ha efectuado el registro de las consecuencias médicas no las secuelas de las asfixias no mortales.

Sería por consiguiente útil examinar la manera de mejorar estas encuestas y ampliar el campo de investigación.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

Cuadro 3. Evolución de la producción de electricidad y del número de electrocuciones (Fuentes: Electricité de France, INSEE e INSERM)

Año	Consumo de electricidad (MTEP) ¹	Porcentaje del consumo de electricidad respecto de la energía total distribuida (%)	Número de usuarios (millones)	Número de muertes por electrocución	
				observado	calculado*
1950	5,7	12,1	—	181	—
1951	6,6	12,8	12,4	216	210
1952	7,1	13,4	12,7	208	225
1953	7,3	13,9	12,9	149	232
1954	8,1	14,8	13,2	177	257
1955	8,9	15,3	13,5	193	283
1956	9,8	15,8	13,9	153	311
1957	10,5	15,9	14,3	158	333
1958	11,4	17,4	14,6	178	362
1959	11,8	17,8	14,9	174	375
1960	13,3	18,9	15,2	184	422
1961	14,4	19,1	15,6	188	457
1962	15,6	19,8	15,9	185	495
1963	16,9	19,8	16,2	236	537
1964	18,4	20,2	16,5	239	584
1965	19,6	20,8	16,9	203	622
1966	20,9	21,2	17,3	196	664
1967	22,0	21,2	17,7	210	698
1968	32,1	21,0	18,1	153	734
1969	25,4	21,5	18,4	197	806
1970	27,3	21,5	18,9	202	867
1971	28,8	21,9	19,3	189	914
1972	31,0	22,1	19,8	171	984
1973	33,9	22,4	20,4	206	1076
1974	35,7	23,3	21,0	171	1133
1975	35,9	25,0	21,5	173	1140

* Suponiendo una proporción constante entre el consumo eléctrico y el número de electrocuciones.

¹ MTEP: Millones de toneladas de equivalente de petróleo.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

OTROS PROBLEMAS EN LA ETAPA DEL CONSUMO

Al examinar los riesgos sanitarios no hay que tener solo en cuenta los accidentes graves.

También plantea un problema importante la contaminación de los locales donde se utiliza el gas, que en la mayor parte de los casos son las viviendas. Los principales contaminantes son los óxidos de nitrógeno, pero el problema fundamental lo plantean sin duda alguna las combustiones incompletas y repetidas, es decir, la exposición al óxido de carbono. Es evidente que estos riesgos solo existen en la medida en que no se respeten las instrucciones relativas a la ventilación y a la utilización de los aparatos y si no se controla debidamente su buen estado de funcionamiento.

Las consecuencias de las contaminaciones no pueden registrarse en el plano epidemiológico, pues se trata de efectos no específicos, de contaminantes muy generales y con secuelas a largo plazo.

CONCLUSIONES

La reciente evolución de la industria del gas en Francia ha ido acompañada por una disminución espectacular de los riesgos asociados a esa forma de energía. Esto demuestra que el aumento de consumo de energía puede ser paralelo a una disminución importante de los riesgos.

No obstante, es evidente que un problema de esta índole solo puede resolverse consagrándole los medios necesarios, tanto en el plano de las técnicas de producción y distribución y de los medios de prevención como en el de la obtención de datos epidemiológicos y de las investigaciones médicas y toxicológicas.

Bibliografía

ASHFORD, J.R., LAWRENCE, P.A., "Aspects of the Epidemiology of Suicide in England and Wales", *Int. J. Epidemiol.*, 5 (1976) 133-144.

BAROIS, A., GROSBUIS, S., GOULON, M., "Les intoxication aiguës par l'oxyde de carbone et les gaz de chauffage", *R. du Prat.*, 29 (1979) 1211-1231.

BERTIN, M., *Etudes expérimentales et statistiques des risques d'asphyxie par différents gaz d'éclairage*, Thèse de Doctorat es-Science, 1969 (no publicada).

BERTIN, M., FRANCOIS, R.-Ch., PEQUIGNOT, H., SOULAIRAC, A., *Epidémiologie des asphyxies par le gaz - Remarques méthodologiques*, *Sem. Hôp. Paris*, 46 (1970) 2657-2671.

GREMY, F., SALMON, D., FRANCOIS, R.-Ch., BERTIN, M., "Asphyxies accidentelles et volontaires par le gaz d'éclairage survenues à Paris de 1949 à 1962 - Etude statistique - Influence particulière du taux d'oxyde de carbone et des conditions atmosphériques", *Presse Méd.*, 76 (1968) 1099-1102.

LAMISSE, F., GAUTIER, J., BRETEAU, M., BAGROS, P., GINIES' G., GELSIN, N., *Intoxications volontaires et accidentelles - A propos de 757 cas*, *Sem. Hôp Paris*, 49 (1973) 2757-2768.

LOS RIESGOS RESPECTIVOS DE LAS DIFERENTES FUENTES ENERGETICAS

LAWSON, A.A., MITCHELL, I., "Patients with Acute Poisoning Seen in a General Medical Unit" (1960-1971), *Brit. med. J.*, **4** (1972) 153-156.

POYART, C., BURSAUX, E., BOHN, B., GUESNON, P., "Effects of Short Chain Aliphatic Hydrocarbons on the Functional Properties of HbA and HbS", In: Development of Therapeutic Agents for Sickle Cell Disease, INSERM Symposium No.9, Elsevier/North-Holland, Biomedical Press, Ed., (1979) 77-89.

POYART, C., BURSAUX, E., GUESNON, P., BOHN, B., "Interaction of Butene with Human Hemoglobin A", *Europ. J. Biochem.*, **99** (1979) 85-88.

SIDNEY-SMITH, J., BRANDON, S., "La morbidité de l'intoxication aiguë à l'oxyde de carbone - Etude sur trois ans", *Brit. med. J.*, **1** (1973) 318-321.

SILK, S.J., The Threshold Limit Value for Carbon Monoxide, *A. occup. Hyg.*, **18** (1975) 29-35.

SZUCHOVSKY, G., KENYERES, I., HARSANYI, L., "Analyse von 2956 Vergiftungs-Selbstmordfällen", *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.*, **66** (1969) 19-29.

Bibliographie concernant les problèmes médicaux posés par les différents gaz distribués par l'industrie gazière ou produits par la combustion des gaz; Tome 1 (1968): 1928 références; Tome 2 (1973): 915 référence; Tome 3 (1976): 425 références; Tome 4 (1979): 462 références; Comité Médical Gaz de France.

Statistiques des causes médicales de décès, Tome I: Résultats France entière, INSERM (publicación anual).

La mortalité par suicide, Rapport Epidémiologique et Démographique, *Bull. Organ. Mond. Santé.*, **9** (1956).

Causes de décès - Empoisonnement accidentel par des gaz ou vapeurs (1950-1959), Rapport épidémiologique et démographique, *Bull. Organ. Mond. Santé.*, (1961) **14**.

Air Quality Data for Carbon Monoxide, U.S. Dept. of Health, Education and Welfare, National Air Pollution Control Administration, N° AP-62 (1970).

« Le Suicide », Etude de R.C.B., Ministère de la Santé publique et de la Sécurité sociale, Division des Etudes et du plan (Avril 1971) 1-55.

National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards, Agence de protection de l'environnement, *Federal Register*, **36** (1971) 8186-8201.

Air Pollution - Air Quality Criteria for Carbon Monoxide, Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, Ed., (1972) 265.

« Effets des produits de combustion sur l'environnement », dans: Etude documentaire sur la dispersion des produits de combustion, Environmental Group - Atlantic Gas Research Exchange (1975) **64**.

Valeurs limites de concentration des substances toxiques dans l'air INRS - Note No. 1231-98-80 - Cahiers de notes documentaires N°98 (1980) 83-114.