

Historia de casos

El naufragio del *Mont-Louis* y la seguridad nuclear

por Bernard Augustin

El buque de carga Mont-Louis naufragó en el Mar del Norte a 10,5 millas náuticas al norte de Ostende, el sábado 25 de agosto de 1984, a las 7:00 p.m. aproximadamente, 4 horas y 40 minutos después de haberse producido una colisión con el transbordador de vehículos Olau Britannia a 10 millas náuticas de la costa de Bélgica y de haber sido remolcado con rumbo oeste por remolcadores pertenecientes a la compañía de salvamento belga, Union de Remorquage et de Sauvetage Belge.

Este accidente marítimo provocó de inmediato numerosos comentarios en la prensa nacional e internacional porque parte de la carga era material nuclear. Aunque en ningún momento el accidente tuvo consecuencias radiológicas ni químicas, la palabra "nuclear" quedó grabada en la mente de todos.

A continuación se ofrece un amplio informe en el que, desde el punto de vista de la seguridad nuclear, se analizan determinados aspectos del hundimiento de la nave y de su cargamento de materiales radiactivos, así como las enseñanzas que cabe extraer.

El buque y su carga

El *Mont-Louis*, buque de carga con una capacidad de peso muerto de unas 5000 toneladas perteneciente a la *Compagnie Générale Maritime*, había cargado varios cientos de toneladas de diferentes materiales en El Havre y Dunkerque y se dirigía hacia Riga (URSS). Su carga incluía 350 toneladas de hexafluoruro de uranio (UF_6) distribuidas en 30 contenedores del tipo 48-Y de la manera siguiente:

- *Lote 1* – 18 contenedores de hexafluoruro de uranio ligeramente empobrecido (contenido del isótopo de U-235 igual a 0,67%)

- *Lote 2* – 9 contenedores de hexafluoruro de uranio natural (contenido del isótopo de U-235 igual a 0,71%)
- *Lote 3* – 3 contenedores de hexafluoruro de uranio ligeramente enriquecido (contenido del isótopo de U-235 igual a 0,88%).

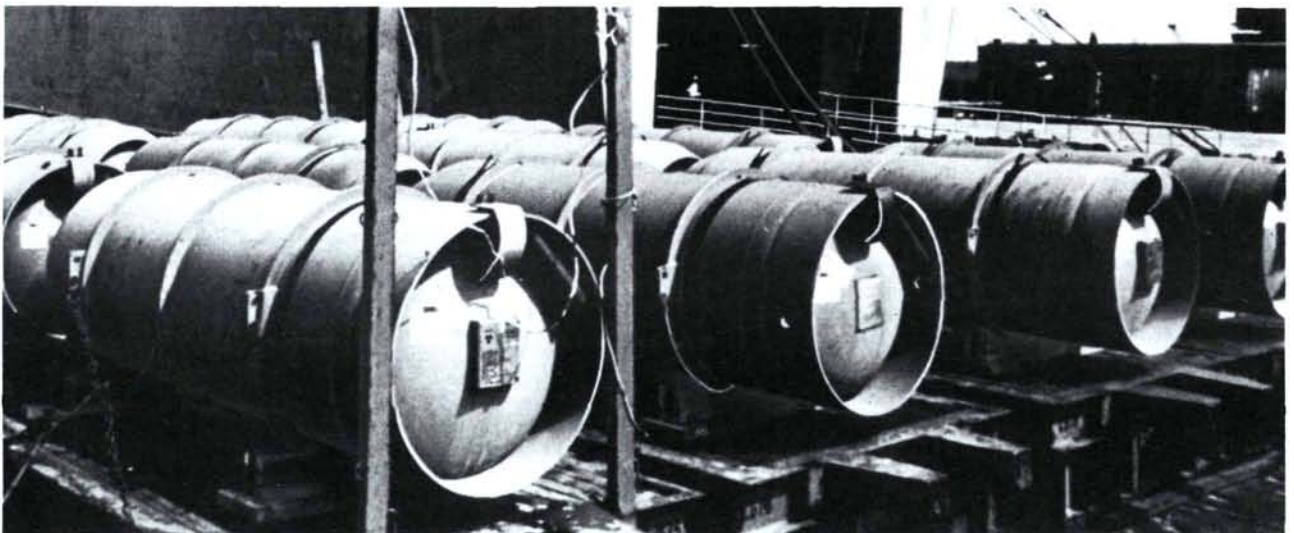
Además, el buque llevaba 22 contenedores vacíos del tipo 30-B.

Los lotes 1 y 3 contenían, en diferentes proporciones, uranio reciclado, es decir, uranio producido mediante la reelaboración de combustible irradiado en las centrales nucleoelectricas.

En lo que respecta a la radiactividad, los lotes no presentaban diferencias significativas debido a que las especificaciones exigen que el uranio procedente de las centrales de reelaboración tenga una pureza extremadamente elevada.

El Sr. Augustin es Secretario General del Comité Interministerial de Seguridad Nuclear de Francia (CISN).

Todos los bidones de este tipo, empleados para transportar hexafluoruro de uranio, se recuperaron felizmente y en condiciones de seguridad después del accidente del *Mont-Louis*.



El contexto comercial

El *Mont-Louis* transportaba material nuclear para enriquecerlo en la Unión Soviética con arreglo a un contrato comercial negociado en 1973. Una vez enriquecido con un contenido de U-235 que oscilaría entre 3,4 y 3,7%, el uranio debía regresar a Francia (lote 1), Bélgica (lote 2), y la República Federal de Alemania (lote 3) para ser utilizado como combustible en centrales nucleares de reactores de agua a presión.

El cargamento

Los bidones del tipo 48-Y que contenían hexafluoruro de uranio estaban situados en la proa del barco. Estos bidones, diseñados en los Estados Unidos, se utilizan ampliamente en todo el mundo desde hace más de 20 años.

Una parte de los bidones vacíos del tipo 30-B se habían almacenado en la proa y la otra en la popa. Por estar destinados a transportar de regreso el uranio enriquecido a menos de un 4%, estos bidones tenían paredes dobles. Una espuma de fenol boratada colocada entre la cubierta exterior y el contenedor interno servía de barrera protectora contra el fuego.

Los bidones viajaban en posición horizontal fijados sobre una base de acero con cadenas cruzadas.

La colisión

La colisión tuvo lugar a las 2:15 p.m. frente a la costa belga. Se produjo por la popa a estribor, de manera que los bidones que contenían el hexafluoruro de uranio no sufrieron impacto frontal alguno. A pesar de los esfuerzos realizados durante toda la tarde, el boquete producido por la colisión hizo que al caer la noche el *Mont-Louis* se hundiera y quedara apoyado sobre un costado a 14 metros de profundidad. Como el barco medía 19 metros de ancho, el casco se hacía visible durante la bajamar.

Uno de los contenedores vacíos del tipo 30-B que probablemente escapó a través del boquete, fue recuperado poco después del naufragio en una playa cercana a Ostende.

Utilización con fines pacíficos y salvaguardias internacionales

La transformación del uranio en hexafluoruro de uranio con vistas a su ulterior enriquecimiento en la Unión Soviética fue realizada por la compañía *Comurhex* en Pierrelatte (Francia).

Los materiales se exportaron de conformidad con el reglamento de la Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM). Todo el uranio enviado a la Unión Soviética debía regresar a la Comunidad Europea, ya enriquecido para utilizarlo con fines pacíficos de acuerdo con las salvaguardias internacionales.

Seguridad en el transporte

En Francia los materiales radiactivos se clasifican como materiales peligrosos y, por consiguiente, quedan comprendidos dentro del reglamento general para el transporte de materiales peligrosos.

Los materiales radiactivos, clasificados en el inciso b de la sección IV de ese reglamento general, están sujetos a normas basadas en las recomendaciones del OIEA.

Estas recomendaciones también constituyen la base de las disposiciones especiales relativas a los materiales radiactivos que figuran en varios reglamentos inter-

nacionales como el de la Organización Marítima Internacional (OMI).

Estas normas no establecen requisitos especiales en relación con las características de los buques que transportan hexafluoruro de uranio.

En sentido general, el transporte de materiales radiactivos en condiciones de seguridad depende fundamentalmente de la calidad del embalaje. Por consiguiente, para establecer las normas se ha comenzado por definir diferentes tipos de embalajes mediante la especificación de los ensayos de resistencia a los que hay que someterlos, y por establecer los criterios para asignar determinada categoría de riesgo a los productos que se transportan, a fin de determinar qué tipo de embalaje debe utilizarse.

Debido a su baja actividad, el hexafluoruro de uranio enriquecido a menos de 1% se clasifica en la categoría de riesgo menor y puede transportarse en bultos "industriales".

Estos bultos convencionales deben cumplir determinados requisitos de hermeticidad y robustez de conformidad con las normas generales para el transporte de materiales peligrosos; entre otras cosas, deben ser capaces de resistir una caída de 1,2 metros sobre una superficie de concreto sin sufrir daños que ocasionen la pérdida de su hermeticidad.

Además, aunque el hexafluoruro de uranio se transportaba en forma cristalina, el contenedor se llena a una presión de 4 bar y a una temperatura de aproximadamente 100°C, y bajo estas condiciones el hexafluoruro de uranio se encuentra en estado líquido. Los envases, por consiguiente, también quedan comprendidos en las normas establecidas para equipos presurizados y están diseñados para resistir una presión de servicio de 14 bar.

La combinación de estos dos conjuntos de normas impone requisitos estrictos. En particular, los envases deben ensayarse con regularidad cada cinco años a fin de verificar su resistencia a una presión hidrostática dos veces mayor que la presión de servicio.

Los ensayos realizados en los Estados Unidos han demostrado que estos bidones resistían una caída de una altura de 9 metros sobre una superficie rígida, lo que equivale a una colisión contra una pared de concreto a 90 kilómetros por hora. Asimismo, se calcula que los bidones pueden resistir una presión externa de unos 20 bar, lo que equivale a una profundidad de 200 metros.

Control nacional de los materiales

De conformidad con la ley de 25 de julio de 1980, en Francia no se pueden almacenar materiales nucleares salvo en las instalaciones aprobadas por las autoridades competentes. Todo movimiento de esos materiales debe comunicarse al Gobierno. Todos los materiales nucleares que existen en territorio francés están bajo el control de inspectores.

Para exportar ese tipo de materiales, aun cuando sólo sea temporalmente como en el caso del cargamento del *Mont-Louis*, se precisa obtener una licencia que sólo expide el Ministerio de Asuntos Económicos, Financieros y de Presupuesto después de una consulta interministerial realizada por el Ministerio de Redespiegue Industrial y Comercio Exterior. Además, este último expide una licencia especial para el transporte internacional después de analizar la notificación previa que le envía el transportador para cada movimiento. Estos procedimientos se habían cumplido en el caso de la consignación de referencia. Las autoridades navieras del puerto de El Havre también habían concedido su autorización.

La notificación de transporte antes mencionada, que había sido confirmada mediante el sistema centralizado de contabilidad de materiales nucleares establecido por el decreto de 12 de mayo de 1981 en cumplimiento de la ley de 25 de julio de 1980, permitió, por lo tanto, que las empresas de servicio público identificaran rápidamente el cargamento del *Mont-Louis*.

Evaluación de los riesgos

Tras el accidente, y tan pronto se conoció la naturaleza radiactiva de los materiales que transportaba el *Mont-Louis*, los expertos comenzaron a analizar los riesgos que entrañaría el supuesto, poco probable, de que uno o más de los contenedores no hubiera conservado su hermeticidad.

Se comprobó que el peligro radiactivo era despreciable dado que el uranio transportado en los contenedores era de baja actividad específica.

El segundo aspecto que se analizó fue el peligro químico. El hexafluoruro de uranio reacciona con el agua en una reacción exotérmica que libera ácido fluorhídrico, un gas altamente tóxico, y fluoruro de uranio. Esta reacción, que no es explosiva en modo alguno, pudiera haber ocurrido de haber perdido su hermeticidad alguno de los contenedores, cuya válvula de cierre es la parte más vulnerable. La temperatura ambiente del agua de mar y el hecho de que el hexafluoruro de uranio se encontraba en estado sólido y no en estado líquido o gaseoso, hubieran retardado la reacción.

El ácido fluorhídrico producido se hubiera disuelto muy rápidamente en el agua. Los cálculos realizados partiendo de la hipótesis conservadora de una reacción instantánea entre todo el contenido de hexafluoruro del contenedor y el agua de mar indicaban que se hubieran liberado un poco más de dos toneladas de ácido fluorhídrico. La concentración máxima que se hubiera producido en esas circunstancias durante las primeras 12 horas a una distancia de 500 metros del buque se calculó en aproximadamente 20 miligramos por litro, y se considera que no es posible detectar efectos tóxicos con una concentración de un orden inferior a un gramo por litro. Posteriormente, las corrientes y las mareas hubieran restablecido los niveles normales en cuestión de días.

El fluoruro de uranio se hubiera disuelto más lentamente antes de depositarse en el fondo del mar.

Por último, cabe señalar que la espuma que se encuentra en el espacio anular no hermético situado entre la cobertura exterior y el contenedor interior de los bidones vacíos del tipo 30-B pudiera haber liberado por hidrólisis varios ácidos orgánicos como el ácido oxálico, y también varios derivados del ácido bórico, pero ninguno de ellos es radiactivo.

Medidas adoptadas

Los trabajos de recuperación del cargamento comenzaron el 1º de septiembre con la instalación de un pontón equipado con grúas como resultado de un contrato suscrito por la *Compagnie Générale Maritime* con la compañía belga *Union de Remorquage et de Sauvetage*, y la compañía holandesa, *Smit Tak*.

La República Federal de Alemania facilitó un contenedor blindado por si se recuperaba algún bidón dañado.

Laboratorios de salud pública belgas y franceses realizaron numerosos controles sistemáticos:

- En la mañana del domingo 26 de agosto se tomaron muestras tanto de la superficie como de las aguas profundas alrededor del pontón.

- Posteriormente, también se tomaron muestras de agua de la bodega, alrededor de los contenedores.
- Todos los miembros de la tripulación del *Mont-Louis* se sometieron a examen médico.
- Se comprobó la hermeticidad de todos los contenedores del tipo 48-Y a bordo de la barcaza de salvamento y después, en el puerto de Dunkerque.
- Técnicos del servicio central francés de protección contra las radiaciones ionizantes (SCPRI) distribuyeron 64 dosímetros personales a las tripulaciones que realizaban las labores de descarga y a los equipos encargados de la operación en el puerto de Dunkerque. El SCPRI ofreció servicios de protección radiológica a las cuatro operaciones de trasbordo de contenedores desde un semirremolcador de 28 toneladas.

Resultados: recuperación exitosa

Se recuperaron los 30 contenedores del tipo 48-Y de hexafluoruro de uranio y 16 de los 22 contenedores vacíos del tipo 30-B. Esta operación concluyó felizmente el 4 de octubre de 1984 pese a las malas condiciones del tiempo en el mar. Sólo se perdieron 6 contenedores vacíos del tipo 30-B cuya recuperación hubiera resultado técnicamente difícil y poco útil desde los puntos de vista económico y de seguridad.

Por supuesto, los contenedores sufrieron algunos daños a causa de la tormenta mientras estuvieron en la bodega abierta expuestos a las olas (hendiduras en las paredes, tapas de válvulas arrancadas y algunas válvulas torcidas).

Al examinar los 30 contenedores del tipo 48-Y recuperados, sólo se detectó una fuga pequeña en una válvula de cierre, debida probablemente a los embates de la tormenta. Este ligero desperfecto había permitido la entrada de una pequeña cantidad de agua mientras el contenedor estuvo sumergido en la bodega y se detectó cuando el contenedor se extrajo al aire libre, antes de que se equilibraran las presiones interna y externa. La fuga se detuvo inmediatamente con resina, y, a modo de precaución, el bidón se colocó en el contenedor blindado.

Entre el 25 de agosto y el 11 de octubre de 1984, el SCPRI recibió o tomó un total de 217 muestras que se sometieron a 752 análisis diferentes, y realizó 146 mediciones de intensidad de dosis en los propios contenedores.

Ninguno de los resultados arrojó la más mínima indicación de fuga significativa, ya fuera radiactiva (uranio natural o reciclado) o físico-química (fluor o ácido fluorhídrico). La única observación apreciable fue la elevada acidez de las muestras tomadas del interior de la doble pared de un contenedor vacío del tipo 30-B. Como ya se ha explicado, se trataba de ácido oxálico sin traza alguna de radiactividad, y se debió únicamente a la composición química de la doble pared.

Además, las pruebas radiotoxicológicas realizadas a la tripulación del *Mont-Louis* por la SCPRI, conjuntamente con el servicio de medicina del trabajo correspondiente, resultaron todas negativas.

Durante las operaciones de carga y descarga en Dunkerque no se registraron dosis significativas.

Por último, los ensayos realizados durante la descarga en Pierrelatte demostraron que no se había producido fuga alguna durante el transporte desde el puerto de Dunkerque, ni siquiera en el bidón colocado en el contenedor blindado.

De manera que, pese a las fuertes tensiones ocasionadas por el naufragio y a las dificultades enfrentadas durante las operaciones de salvamento, se recuperó el cargamento

completo de hexafluoruro de uranio sin detrimento de la salud de los equipos de salvamento ni del medio ambiente.

Enseñanzas que cabe extraer

En conclusión, debe destacarse que *el accidente marítimo del Mont-Louis no tuvo consecuencias radiológicas ni químicas*.

La principal enseñanza que cabe extraer es la confirmación de que para este tipo de accidente, son válidas las hipótesis que sustentan los reglamentos nacionales e internacionales para el transporte de materiales radiactivos. Los contenedores del tipo 48-Y demostraron tener el grado de resistencia esperado tanto en el momento de la colisión como durante el tiempo que permanecieron sumergidos. Fue posible recuperar los contenedores sin que se produjera ninguna fuga de productos tóxicos fuera del recipiente de contención.

Otros aspectos que merecen señalarse son los siguientes:

- Como medida de extrema precaución se utilizó un contenedor blindado para transportar un bidón que

había presentado temporalmente una fuga muy ligera. Esta operación demostró la utilidad de tener a mano este tipo de equipo en caso de accidentes durante el transporte terrestre o marítimo de materiales radiactivos.

- Sería conveniente mejorar la seguridad del diseño de las válvulas de los contenedores mediante la modificación de las tapas de protección de las válvulas. Dado el amplio uso que se le da a este equipo en todo el mundo, una modificación de esta índole tendría que contar con la aceptación internacional.

- Debe revisarse la estiba de los envases en el buque. Debe además garantizarse que la notificación de expedición dirigida al transportador vaya siempre acompañada de una descripción concisa de los riesgos que pueden presentar los materiales transportados y de las medidas que corresponde tomar en caso de accidente.

- Por último, el peligro fundamental que ofrece el hexafluoruro de uranio es de carácter químico, pero el reglamento internacional para el transporte de materiales radiactivos destaca ante todo el riesgo radiactivo. Por consiguiente, se propondrá que se considere la modificación del reglamento.

Próximas reuniones del OIEA

Fecha	Tema	Lugar
Conferencias y simposios 1985		
20 a 24 de mayo	Simposio internacional sobre adelantos en materia de disponibilidad, mantenibilidad y explotación de centrales nucleares	Munich (R.F. de Alemania)
22 a 26 de julio	Simposio internacional sobre reactores reproductores rápidos — Experiencia y tendencias futuras	Lyon (Francia)
19 a 23 de agosto	Simposio internacional FAO/OIEA sobre el empleo de técnicas nucleares y cultivo <i>in vitro</i> para la obtención de plantas mejoradas	Viena
26 a 30 de agosto	Simposio internacional OMS/OIEA sobre aplicaciones de las técnicas nucleares en los países en desarrollo	Viena
28 de octubre a 1 de noviembre	Simposio internacional sobre la evaluación del término fuente en condiciones de accidente	Columbus, Ohio (Estados Unidos)
4 a 8 de noviembre	Simposio internacional sobre planes y preparación para casos de emergencia en instalaciones nucleares	Roma

Seminarios 1985

29 de abril a 2 de mayo	Seminario sobre control de calidad en radioinmunoanálisis en América Latina	Buenos Aires
3 a 7 de junio	Seminario FAO/OIEA para los países en desarrollo de África y el Oriente Medio sobre investigaciones con ayuda de técnicas nucleares a fin de mejorar la producción de carne, leche y lana de rumiantes	Ankara
1 a 5 de julio	Seminario FAO/OIEA sobre investigación y desarrollo, con ayuda de isótopos, de la tecnología de dispersión controlada de compuestos agroquímicos	Viena
9 a 12 de septiembre	Seminario sobre los costes y la financiación de los programas nucleoelectrónicos en los países en desarrollo	Viena
9 a 13 de septiembre	Seminario sobre investigaciones aplicadas y actividades auxiliares para la explotación de reactores de investigación	Copenhague
7 a 11 de octubre	Seminario sobre opciones en la gestión de desechos de actividad baja e intermedia en América Latina	Lima
11 a 15 de noviembre	Seminario sobre las modificaciones necesarias para la seguridad de las instalaciones nucleares (adaptación a posteriori)	Munich (R.F. de Alemania)
18 a 22 de noviembre	Seminario sobre prácticas de radioesterilización de materiales médicos apropiados para mejorar los servicios nacionales de asistencia sanitaria, para los países en desarrollo de África y el Oriente Medio	Nairobi

Para más detalles dirigirse al OIEA, Sección de Servicios de Conferencia, A-1400 Viena, o a la autoridad competente de cada Estado Miembro (por ejemplo, la autoridad encargada de las cuestiones nucleares o Ministerio de Relaciones Exteriores).