

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN TAIWAN

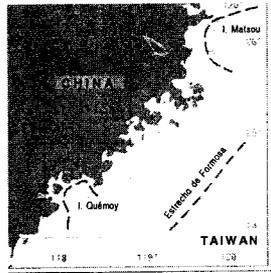
SIMONE NGUYEN DAC
Universidad de París

Introducción

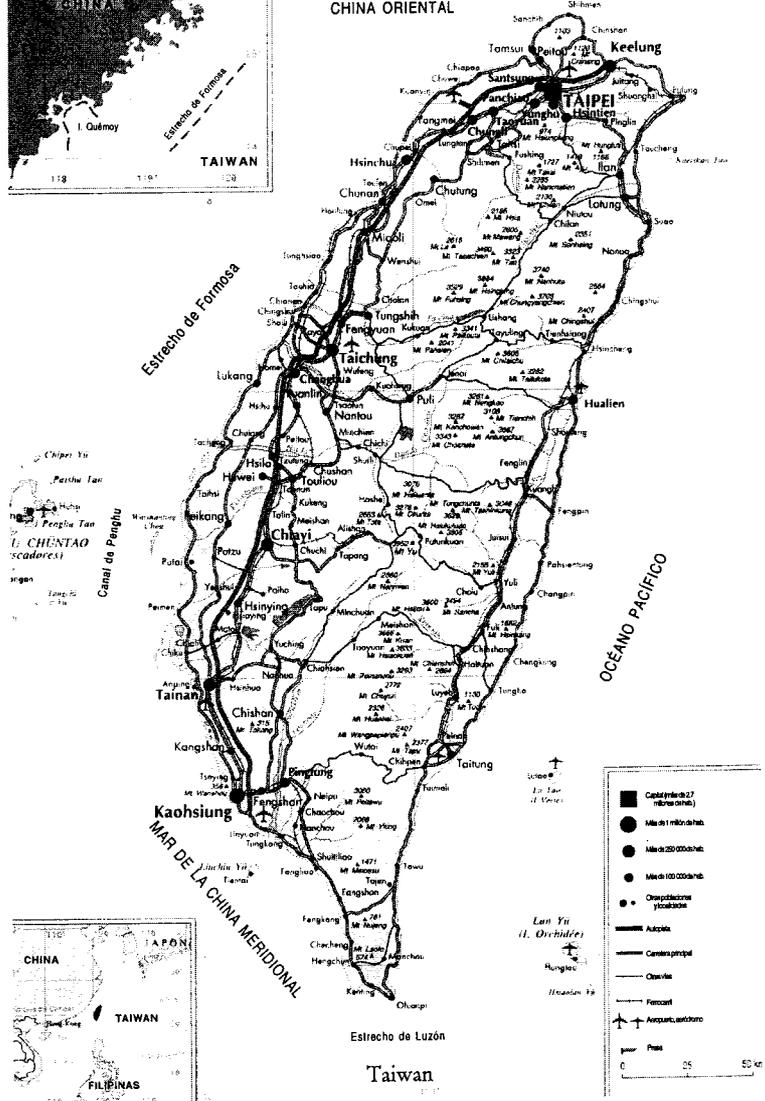
EN 1998, CON EL DESARROLLO INDUSTRIAL y de la construcción urbana, Taiwan sufrió problemas de falta de agua, por lo que el gobierno reforzó los proyectos para economizarla y para aumentar la tasa de reutilización de la industrial. En los hoteles y los barrios de viviendas se piensa construir nuevas instalaciones sanitarias que economicen agua, así mismo, se busca que las ciudades costeras aumenten la utilización del agua de mar. La crisis del agua ha revelado los problemas de suministro de recursos hidráulicos y las deficiencias de las obras de este tipo, pero el mayor problema es que el agua está contaminada. En la isla, entre los diversos contaminantes se han determinado tres categorías: la de los agentes biológicos, la de los agentes químicos y la de los agentes térmicos.

En este artículo se examinarán los diversos contaminantes del agua, se verá el impacto de esos agentes de contaminación en la población humana y marina, así como las consecuencias sociales, económicas y políticas que se desprenden de ello.

Taiwan se encuentra en el océano Pacífico aproximadamente a 160 kilómetros de la costa sureste de China (véase el mapa). Situado a medio camino entre Corea y Japón al norte y Hong Kong y las Filipinas al sur, es un lugar de paso natural para los que llegan o viajan a Asia. La isla es esencialmente montañosa, y la cadena central, que va del extremo noreste hasta el sur, ocupa la mitad de su superficie. Las otras formaciones naturales importantes son volcanes extintos, estribaciones, mesetas, llanuras costeras y cuencas de aluvión. La cumbre más elevada es el Monte de Jade, con 3 952 metros.



MAR DE LA
CHINA ORIENTAL



■ Cota (metros) (Elevations)
 ● Hacia 1000 metros
 ● Hacia 2000 metros
 ● Hacia 3000 metros
 ● Contorno de 5000 metros
 ——— Autopista
 ——— Carretera principal
 ——— Carretera
 ——— Ferrocarril
 ——— Aeropuerto
 ——— Aeropuerto internacional
 ——— Puerto
 ——— Estación de ferrocarril
 ——— Estación de ferrocarril internacional
 ——— Estación de ferrocarril de alta velocidad

Escala: 0 25 50 km
 0 25 50 mi

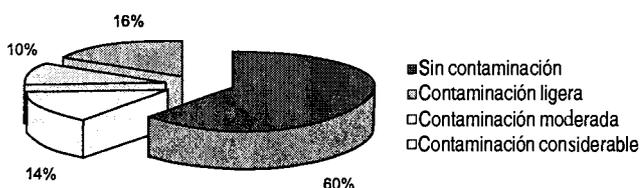
Las tierras cultivables ocupan 30% de la superficie total, y el clima es marítimo y subtropical. El verano es largo y está acompañado por una fuerte humedad, en tanto que el invierno es corto y generalmente suave; las temperaturas medias son de más de 15°C en invierno y de 25°C a 28°C en verano, y las precipitaciones medias son de 2 580 mm.

Los orígenes del agua

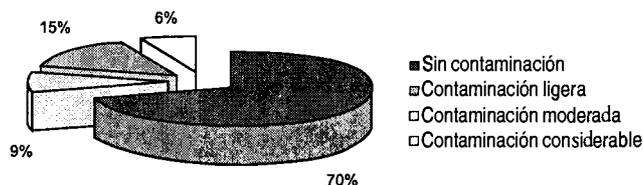
El ciclo del agua

La cantidad de agua que existe en la Tierra siempre es la misma, pero no es estática. El agua pasa por estados diferentes en el transcurso de un movimiento perpetuo, conocido como el ciclo del agua, que empieza con la evaporación de los océanos, lagos, ríos y del suelo en la atmósfera. Se agrega a ésta la que producen los organismos vivos, animales y vegetales. Más tarde, se condensa en las alturas y se forman nubes. La lluvia permite la restitución del agua en los océanos y en el suelo. Allí, la infiltración en el subsuelo puede formar un manto freático. Después de haberse cargado de los elementos minerales presentes en el suelo por el que se filtra, el agua vuelve a brotar a veces a muchos kilómetros de distancia de donde se originó, en forma de fuentes. De allí, se vierte en los ríos que van a dar al mar.

En Taiwan, los ríos, la extracción de agua del subsuelo y la de las lluvias son las principales fuentes de agua potable. Ahora bien, el nivel de la tierra ha disminuido 10%, en particular en las regiones de Ilan, Changhua Yunlin, Chia-i y la cuenca de Taipei. El problema se agudiza en la medida en que la tercera parte del agua utilizada (consumo doméstico, piscicultura e industria) proviene del subsuelo. El consumo de agua aumenta 29% cada diez años, pero la mayoría de los ríos y de las aguas costeras ha sido gravemente afectada por la contaminación. Hay 21 ríos con mucho caudal, 29 con caudal medio y 79 con caudal normal. Las agencias de protección del medio ambiente han evaluado regularmente la calidad de sus aguas por medio de la medición de las cantidades de oxígeno



GRÁFICA 1. Contaminación de las aguas de ríos primarios.



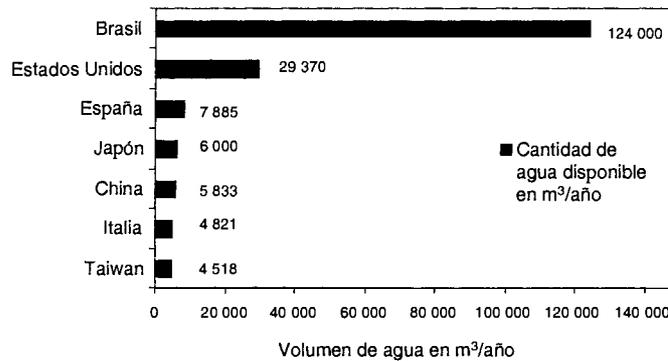
GRÁFICA 2. Contaminación de las aguas de ríos secundarios.

disuelto y la presencia de nitratos. En 1994, de un total de 50 ríos estudiados, 22 no están contaminados, 12 lo están con moderación y 12 gravemente.¹ En enero de 1997, la Oficina de información de la protección del medio ambiente de Taiwan realizó un estudio estadístico sobre la contaminación de los ríos (ríos primarios y secundarios). Estos datos están indicados en las gráficas 1 y 2.

El agua que proviene de las lluvias

Taiwan es regado por corrientes oceánicas calientes y se beneficia de un clima oceánico y subtropical, con excepción del extremo sur de la isla que está en la zona tropical. Además de su situación y de su relieve, hay dos factores importantes que influyen en su clima: el monzón del noreste en invierno y el monzón del suroeste en verano. Salvo en las regiones montañosas, la temperatura de invierno es de más de 15°C y la de

¹ Richard Louis Edmonds, "Taiwan's Environment Today", *The China Quarterly*, 1996, p. 1225.



GRÁFICA 3. Reservas de agua en m³/año por país.

verano sube hasta 25°C o 28°C, condiciones naturales favorables a los cultivos que permiten obtener de dos a tres cosechas de arroz al año. Los monzones anuales proporcionan abundantes precipitaciones.

Un estudio de la New Taiwan Development Foundation de 1995² presenta la disponibilidad anual de agua en los principales países, lo que se ilustra en la gráfica 3.

Según los datos de la gráfica 3, observamos que Taiwan se sitúa en el séptimo lugar, y con las reservas de agua que posee, no debería sufrir escasez. Sin embargo, en 1995, un informe presentado por el viceministro de Asuntos Económicos señala que el país sufre de falta de agua y que el volumen medio disponible por persona en Taiwan se considera inferior al de un país clasificado con escasez.

En realidad, solamente 600 mm de agua están en condiciones de ser utilizados y los 1 900 mm restantes se evaporan o van a dar al océano. Ahora bien, esta pérdida de agua proviene tanto del mal uso que del vital líquido hacen los hombres como por causas materiales. Alrededor de 53% de la superficie de la Tierra presenta un declive de 21°; las precipitaciones se sitúan entre mayo y octubre, lo que causa diferencias de concentración de agua. Para satisfacer al turismo, se han ido creando paisajes arenosos en la isla que acusan la desertificación a lo largo

² New Taiwan Development Foundation, pp. 22-23.

de la costa oeste. Sin embargo, la falta de control de las autoridades de vigilancia en la construcción anárquica de un gran número de campos de golf refuerza el mal empleo del agua.

En agricultura, la plantación de betel y de la nuez de areca —dos productos que requieren muchísima agua— en los declives de las regiones centro y sur del país por agricultores ávidos de beneficios económicos, es un vacío en la política de protección del medio ambiente. El cultivo del té para la exportación exige también una distribución del agua disponible para la agricultura en su conjunto, de lo que se desprende que las prioridades del plan se enfoquen hacia el cultivo del té, al que se le asignarán 10.6 mil millones de dólares estadounidenses. Frente a las presiones jurídicas y públicas, las empresas industriales toman todas las medidas pertinentes para preservar el agua de ser contaminada. Los sistemas de alcantarillado son extensos y se han instalado 21 incineradores de basuras domésticas, una fábrica de tratamiento de composta y 78 vertederos para enterrar esas mismas basuras. Se han drenado alrededor de 44 ríos y se ha limpiado el agua corriente para el consumo, así mismo, se ha rarificado el aire contaminado. En efecto, para proteger los recursos de agua y asegurar la descontaminación y el equilibrio de los medios acuáticos, ante todo hay que poner en marcha, en consenso con la política nacional definida por el Ministerio de Asuntos Públicos, una política del agua, lo que no se podrá hacer más que después de haber medido las diferentes formas de su contaminación.

En 1991 los recursos de agua fueron limitados y el país vivió la mayor escasez de los últimos quince años. Las cuarenta reservas de agua de la isla se utilizaron rápidamente para el cultivo de camarón en vivero. En 1993, la gran sequía provocó pánico en la población, ya que el vital líquido fue racionado, y hubo la necesidad de enviarla por barco a algunos rincones del país. Por otro lado, los medios de comunicación han realizado una campaña de protesta y en favor del medio ambiente. El gobierno, con la ayuda de grupos financieros, ha actuado en consecuencia. *En mayo de 1994 se aprobó una ley relativa a la distribución de las aguas y a la lucha contra los diversos tipos de contaminación.* La definición del campo de acción es la siguiente: “se ha creado en cada región o agrupa-

miento una agencia financiera, dotada de personalidad civil y de autonomía financiera, encargada de facilitar las diversas acciones de interés común”.³ Esta ley prohíbe el riego de 18 000 hectáreas para la primera cosecha de arroz de 1996.

Además, se ha programado la construcción de 16 reservas de agua suplementarias para satisfacer la demanda para el año 2021. No obstante, hace falta espacio para la construcción de dichas reservas.

La escasez de agua es tan grave que ha conducido a que se plantee la cuestión de la parte que se reservará a la agricultura, a la industria y al consumo doméstico, respectivamente (en general, de 70 a 80% del agua se ha utilizado para la agricultura y la acuicultura). Se ha expuesto el argumento de que el agua es más redituable en la industria, pues ésta genera importantes ingresos, por lo que la utilizada para la agricultura se puede restringir en caso de crisis o de escasez. Además, la agricultura está irrigada por los ríos arenosos, impropios para el consumo y la industria. El consumo doméstico e industrial representa un volumen de 120 millones de metros cúbicos por año, por lo que el gobierno ha calculado que el volumen anual necesario aumentará 130 millones de toneladas en los años próximos, lo que hace indispensable la construcción de otros nueve depósitos de agua, previsto en el *Plan de Desarrollo Nacional de Seis Años*. En la actualidad, se vigila mucho el cuidado que se hace de lugares turísticos con agua, así como la protección eficaz del medio ambiente.⁴

Los diferentes tipos de contaminación del agua

La contaminación biológica

La inmensa mayoría de las sustancias contaminantes puede llegar a la hidrosfera (la manera en la que se extiende la conta-

³ Soil and Water Conservation Law, Taiwan, mayo, 1995.

⁴ Las principales fuentes de contaminación del agua estudiadas en Taiwan han sido mencionadas en los trabajos de los investigadores Juju C.S. Wang (Universidad Tsinghua), Zhou Ju (Universidad Normal de Taiwan) y Liang Yun-Fang (Oficina de protección ambiental de la República de China). Agradezco a M. Liu Quing Jiang,

minación está vinculada a su grado de solubilidad). En Taiwan, la experiencia revela que sustancias tan poco solubles en el agua como los hidrocarburos líquidos o los insecticidas utilizados en la agricultura pueden insertarse en las biocenosis lacustres o marinas y causarles múltiples desórdenes. La contaminación biológica es resultado del desecho en las aguas litorales de una gran variedad de sustancias tóxicas o de la modificación de factores ecológicos en el medio acuático. Estas sustancias pueden ser de orígenes diversos: efluentes urbanos o industriales que contienen detritos domésticos, materias fecales, lejías de ingenios de azúcar, de papeleras. La contaminación biológica se traduce en una fuerte contaminación bacteriológica que plantea problemas temibles en relación con la salud y la higiene pública.

1. Impacto de la contaminación biológica en la salud y la higiene pública

La expansión incesante de la contaminación biológica de las aguas continentales y litorales tiene por consecuencia un recrudecimiento de afecciones tales como las colibacilosis o las hepatitis virales, cuya frecuencia se incrementa con regularidad en las ciudades de Taiwan, según información de la Conferencia Internacional sobre la Promoción de la Salud celebrada en 1991. La conferencia ha girado por otra parte en torno a la interdependencia de la salud y de la higiene pública, y ha hecho un llamado a todas las poblaciones del mundo a actuar en su favor desde el punto de vista material, social, económico y también político.⁵

2. Impacto de la contaminación biológica en los productos del mar

De los contaminantes de las aguas continentales y oceánicas, si bien los coliformes nos son peligrosos por sí mismos, sí son indicadores de la presencia de otras bacterias (virus, estreptococos, estafilococos, levaduras patógenas) vertidas al agua del

Director de "Yantai Electrical and Electrotechnic Instrument and Meter Plant" de Yantai (provincia de Shandong) por las explicaciones que nos dio sobre los productos químicos utilizados en China, durante su visita a París en abril de 1998.

⁵ Conferencia celebrada en Sundesval, Suecia, 1991.

mar como desecho. Su concentración en el organismo de los invertebrados micrófagos se conoce desde hace varios años. La contaminación biológica del mar expone, pues, a grandes riesgos a los consumidores de mariscos y de carpas. Diversos trabajos ponen de manifiesto el papel de esos contaminantes en ciertas epidemias de hepatitis. Se ha demostrado que varias especies de moluscos acumulan cantidades significativas de poliovirus en su hemolinfa y en el intestino ciego. La extensión actual de la pandemia de cólera pone también de manifiesto los graves problemas epidemiológicos que pueden resultar de esta contaminación biológica de las aguas. Hay muchas otras afecciones patógenas graves que la contaminación biológica de las aguas favorece, por ejemplo la tifoidea, las disenterías y los virus entéricos. Muchas veces se ignora que una de las vacunas antipoliomielíticas se preparó a partir de una cepa de este virus, aislado del agua que abastecía una gran ciudad estadounidense.

La utilización de las corrientes de agua como medio de dilución de los efluentes urbanos presenta graves consecuencias para la higiene pública. Parece que la contaminación permite que numerosas especies de gérmenes patógenos se multipliquen en proporciones inconmensurables en comparación con lo que se hubieran reproducido en aguas limpias. Incluso el hecho de que se viertan las aguas de las alcantarillas urbanas al mar presenta graves riesgos bacteriológicos para los bañistas y, *a fortiori*, para los consumidores de mariscos. El famoso poder antibiótico del agua de mar, que muchas veces se evoca para justificar comportamientos irresponsables de poblaciones enteras o de contaminadores privados, no actúa más que dentro de ciertos límites.

La isla tiene el privilegio de poseer numerosas playas de arena fina, de las que las más famosas, como Yenliao, Foulong, la Bahía Verde (Luwan) y Kinchan, al norte, y Kenting y Olouanpi al sur —muy frecuentadas—, están contaminadas, en una gran extensión hacia alta mar, por diversos gérmenes de contaminación fecal que son desechados por las aglomeraciones ribereñas. La red de vigilancia de la calidad de las aguas de las playas, creada en julio de 1974 por el Ministerio de Salud, ha puesto de manifiesto un mejoramiento global de su calidad biológica. Los controles de salubridad han revelado

un crecimiento neto del porcentaje de puntos de medición conforme a la directiva europea de 1975.⁶

Contaminación química de las aguas

1. Causas de la contaminación de las aguas por materias orgánicas en Taiwan

Además de los desechos de los alcantarillados urbanos, hay que mencionar los de diversas industrias alimentarias contaminantes: mataderos, ingenios de azúcar, etc. La industria del papel ocupa también un primer lugar en la contaminación orgánica de las aguas. En efecto, vierte en ellas lejías ricas en glucidos, y por lo tanto, enormemente fermentables. Una papelera de tamaño medio contamina las aguas en la misma medida que 500 000 habitantes cuando echa al río sus aguas sin tratamiento de depuración previo.

2. Impacto de la utilización de productos químicos

Productos como los nitratos, los fosfatos, los hidrocarburos y el mercurio han sido descubiertos recientemente.⁷

i) Los nitratos: El problema de la contaminación de las aguas por los nitratos y los fosfatos empleados como abonos químicos en la agricultura también es muy preocupante en Taiwan. La situación es tan mala en Taipei que en 1993 un grupo de ciudadanos de Kaohsiung obligó a la Compañía de Aguas a invertir en la adquisición de un nuevo equipo de depuración.⁸ De la misma manera, los trabajos de Roger Mark Selya han mostrado que la cantidad de nitratos acarreados está en correlación directa con el periodo en el que se abonan químicamente los cultivos (de té, de nuez de areca), si se tiene en cuenta la diferencia correspondiente al tiempo necesario para que se efectúe la percolación.⁹ A partir de estos trabajos, numerosas publicaciones han puesto de manifiesto una gran correlación en-

⁶ Ley de julio de 1974 del Ministerio de la Salud: "Ley para el control de la contaminación del agua y Ley para la eliminación de los desechos".

⁷ François Ramade, *Ecologie appliquée*, McGraw-Hill, 1987.

⁸ *The China Quarterly*, *op. cit.*, 1996, p. 1233.

⁹ Mark Selya, *Water Air Pollution in Taiwan*, vol. 9, núm. 2, 1975, pp. 183-184.

tre el crecimiento exponencial del consumo de abonos nitrosos observado en el periodo de 1960 a 1990 y el del flujo de nitratos en las corrientes de agua. Las tasas de contaminación de las aguas potables por los nitratos alcanzan niveles preocupantes en muchas regiones de Changhua, Yunlin, Chia-i y P'ingtung, así como en la cuenca de Taipei, donde la tasa máxima de 10 ppm admitida en el agua potable ha sido rebasada.

Las combustiones son igualmente responsables de una parte significativa de la contribución de nitratos a las aguas de la superficie. A principios de los años noventa se calculó que introducían en la biosfera algunos millones de toneladas por año de nitrógeno nítrico. Hsiao Ming-kuo subraya que el problema se vuelve más evidente en el periodo de los tifones. Una evaluación global muestra que los ríos acarrear al océano un flujo de nitratos de origen antrópico nueve veces superior a su carga natural en aguas no contaminadas.¹⁰

ii) El fosfato: La civilización moderna ha aumentado la velocidad de circulación de esta sal, pues en la agricultura se utilizan toneladas de diversos fosfatos, así mismo, estas sales son componentes importantes de los detergentes domésticos. La cantidad de fosfato mineral rechazado por los efluentes urbanos comprende entre 0.75 y 2 kg por habitante y por año. A la salida de una estación de depuración, las aguas contienen una media de 8 mg por litro que proviene de la mineralización de las materias orgánicas. A esta cantidad hay que agregar los fosfatos contenidos en los detergentes biodegradables. En promedio, el tratamiento secundario de las aguas en una estación de depuración elimina a lo sumo 80% del fosfato, lo que explica que persista el riesgo de que los lagos se vuelvan eutróficos con los desechos de los efluentes urbanos, incluso después de haber pasado por una estación de depuración.

iii) Los hidrocarburos: La contaminación de las aguas continentales y oceánicas por los hidrocarburos constituye la principal causa de contaminación de la hidrosfera por la urbanización moderna. La existencia de regiones marinas en las que los petroleros pueden desechar legalmente el contenido de sus depósitos después de haberlos limpiado (gasificarlos) constituye

¹⁰ Hsiao Ming-Kuo, *Zhong yang ribao*, núm. 24481, 28 de noviembre de 1995.

un verdadero reto para las enseñanzas de la oceanografía. El problema es particularmente preocupante en las regiones en las que abundan los peces, en donde dichos productos a veces son inconsumibles debido al gusto que el petróleo confiere a éstos. Las aguas costeras de la isla son un hervidero de especies acuícolas: los mercados nocturnos de los puertos rebosan con las pescas cotidianas de mero, bonito, bogavante, cangrejo y camarón. Por otro lado, parece que el equilibrio ecológico de la isla está cada vez más amenazado por ese agente contaminante que proviene de los transportadores marítimos. Sabemos que estos transportadores marítimos constituyen una gran fuente de ingresos para el puerto principal, Kaoshiung: "con el regreso de los barcos chinos, el puerto principal de Taiwan, Kaoshiung, cuenta con tener un papel principal en el transporte regional."¹¹

En efecto, la contaminación por hidrocarburos es el resultado de diversos fenómenos vinculados a su transporte marítimo y a la utilización de productos acabados: carburantes y lubricantes.

iv) Efectos de la contaminación química de las aguas, toxicidad de los principales contaminantes químicos: El fitoplancton y las macrofitas son afectados de diversas maneras por la contaminación de las aguas según la naturaleza del agente contaminante. Las sales de cobre, los cromatos, son fatales para las algas aun en concentraciones tan bajas como la ppm. En Taiwan, se utilizan algunas algas en la farmacopea tradicional. Todos los pesticidas utilizados en agricultura son muy tóxicos para el fitoplancton.

v) El mercurio: La contaminación del océano por el mercurio es la imagen más aterradora de las consecuencias de una contaminación intempestiva de la biósfera por la tecnología moderna. Para entender bien los mecanismos de contaminación por este elemento, hay que conocer las modalidades por medio de las cuales circula en el medio natural. El ciclo biogeoquímico del mercurio es predominantemente sedimentario aunque se efectúa entre la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera.

Las cantidades de este metal, presentes en estado natural en la biosfera, tienen dos orígenes: las erupciones volcánicas y la erosión hídrica por lixiviación de las rocas superficiales que

¹¹ *Challenges*, núm. 11, octubre de 1997, p. 120.

arrastra en la corriente de las aguas y después en los océanos una fracción del mercurio contenido en las rocas superficiales. Las regiones del monte Tatouen, en el extremo norte de la isla, y de la cadena de Taitou, en el este, son los dos principales conjuntos volcánicos de este país, muy visitados por los turistas. Estas regiones también son famosas por sus fuentes de aguas calientes y por sus fumarolas. Se sabe que estas fumarolas son de emanaciones gaseosas, bastante tranquilas y regulares, producto de fisuras o de orificios que suelen estar agrupados en campos de las zonas volcánicas. Estas emisiones de gas se producen antes del paroxismo eruptivo, durante éste y mucho tiempo después, y representan uno de los últimos signos de actividad volcánica. Su naturaleza está sobre todo en función de la temperatura que disminuye a medida que se aleja del foco eruptivo o de la fase de paroxismo.

En 1967, algunos autores estadounidenses¹² mostraron el papel esencial de ciertas bacterias de los sedimentos béticos en el ciclo del mercurio, que transforman el mercurio mineral en monometil o metil-mercurio, y después en dimetil-mercurio, el cual, como es muy volátil, pasa a la atmósfera. En cambio, el metil-mercurio se queda en la hidrosfera en donde se incorpora a las cadenas alimentarias siguiendo un proceso clásico. Primero es absorbido por el fitoplancton y después por los diversos consumidores del ecosistema. Cuando las plantas o los animales mueren, el metil-mercurio es restituido a los sedimentos y se reinicia el ciclo. El mercurio está normalmente presente en rastros infinitesimales en las atmósferas no contaminadas. Se evapora a baja temperatura y pasa fácilmente al aire en forma de vapor. El vulcanismo constituye una importante causa natural de introducción de mercurio en la atmósfera, calculado en un mínimo de 25 000 toneladas por año. La existencia de organismos que contienen en condiciones naturales fuertes dosis de mercurio en sus tejidos no excluye, sin embargo, la contaminación significativa de mercurio que libera al medio ambiente la industria moderna de la isla.

Las investigaciones efectuadas a lo largo de los años sesenta por investigadores japoneses y suecos han mostrado de ma-

¹² François Ramade, *Les catastrophes écologiques*, McGraw-Hill, 1987.

nera irrefutable que el mercurio desechado en las aguas en forma orgánica o mineral, se transforma inexorablemente en metil-mercurio muy poco biodegradable. Esta conversión bacteriana de diversas formas de mercurio en metil-mercurio constituye un hecho primordial en el plano biogeoquímico y toxicológico que favorece la movilidad de este elemento entre los diversos compartimentos bioesféricos, y desempeña además un papel esencial en la contaminación de las redes tróficas acuáticas. Estas investigaciones han afectado a la población de Taiwan, consumidora de pescado.¹³

Contaminación térmica de las aguas

1. Efectos de la contaminación térmica en los peces

Es difícil analizar los efectos de la contaminación térmica en los peces sin tomar en consideración los fenómenos de aclimatación. Una vez más, es conveniente distinguir los casos de los medios límnicos y oceánicos.

En las aguas dulces continentales, la temperatura varía en el transcurso del ciclo anual de 0° a 30°C por debajo de las latitudes medias. La fauna autóctona está adaptada a estas variaciones de temporada. Si se tiene en cuenta la extensión del intervalo de tolerancia de los peces, se constata que pueden resistir incluso temperaturas situadas más allá de sus límites. En realidad, la velocidad en la que suceden las variaciones de temperatura es tan importante para la sobrevivencia de los peces que las sufren como el valor absoluto de las diferencias. Las fluctuaciones rápidas de temperatura, incluso las comprendidas en el intervalo de tolerancia, pueden tener consecuencias mortales para los vertebrados acuáticos que están expuestos a estas últimas.

Las diferentes categorías de contaminación de las aguas que acabamos de enumerar han sido tomadas en consideración por los grupos de presión en Taiwan.

¹³ L. Edmonds, *Patterns of China's lost Harmony. A Survey of the Country's Environmental Degradation and Protection*, Londres y Nueva York, 1994, p. 245.

2. Dos casos: el salmón de Formosa y la libélula

El zooplankton puede ser muy afectado por la contaminación térmica. Los cladóceros presentan una clara sensibilidad al calentamiento de las aguas. A 300°C, la longevidad media de los dafnia es tres veces menor que a 150°C. Los copépodos, sean límnicos o marinos, soportan mal la contaminación térmica. Los gamáridos, que desempeñan un papel importante en la alimentación de algunos estadios juveniles de los peces predadores, en particular de los salmónidos (salmón de Formosa), son en conjunto bastante sensibles al calentamiento de las aguas.

Esta sensibilidad es tanto más importante al considerar que “el salmón de Formosa, que era ya un fósil vivo en la era glaciaria, tiene un porvenir incierto”. La falta de coordinación entre las diferentes agencias gubernamentales ha obstaculizado los esfuerzos de protección del medio ambiente de este pez protegido. El Chichiawan, hacia abajo en el río Tachia, es hoy el único refugio del salmón de Formosa, cuyo medio ambiente se deteriora inexorablemente bajo el efecto de la explotación agrícola. Las actividades agrícolas han provocado un aumento de aproximadamente 5 grados en la temperatura de las aguas en los 30 últimos años, y hay numerosas partes del río que ahora son inhabitables para el salmón, que vive mejor en aguas a 17 grados. En los años setenta, con el desarrollo del centro urbano de Taichung, se han construido numerosas represas de agua al nivel de la línea de partición de las aguas y el río ha empezado a estancarse. Como es muy selectivo al momento de escoger su medio ambiente, el salmón de Formosa ya no puede vivir en un curso de agua oscuro. Además, el desarrollo agrícola en las riberas implica una erosión de los suelos y deslizamientos de tierras que depositan grandes cantidades de limo y de piedras en las represas. Como una forma de detener esta situación, las autoridades han construido barreras para retener la arena. El río empieza a parecerse a un tubo digestivo recargado.

A lo largo de los años, los limos y las piedras se han acumulado en torno a las barreras de arena, colmando el lecho del río y desacelerando su curso. Antes, los salmones sacaban partido de los diferentes tipos de topografía para adaptarse a las catástrofes naturales. Actualmente, ya no hay agujeros pro-

fundos de agua que les sirvan de refugio, y cuando llegan las precipitaciones violentas, los peces son arrastrados corriente abajo. Ningún pez, sea cual sea su fuerza, puede superar las barreras de varios metros de altura para remontar la corriente. Los salmones están condenados a una muerte segura en las aguas más cálidas corriente abajo. Además, ya prisioneros de las tierras e incapaces de interactuar con las especies vecinas, la disminución de su espacio vital por las retenciones de arena implicará una nueva reducción de su patrimonio genético y graves problemas de degeneración. En el pasado, los salmones peleaban para conquistar a una hembra, pero hoy día ni siquiera se enfrentan. Como resultado de la falta de competencia, los salmones que quedan cada generación son menos vigorosos y pierden su resistencia a las enfermedades. Mantienen la cabeza fuera del agua y son incapaces de crear defensas contra la civilización moderna de Taiwan.¹⁴

Y la historia continúa con... la libélula: Existen diversas larvas de insectos, cuyo papel trófico para la fauna ictiana es imprescindible en medios de agua dulce, y que figuran entre las primeras víctimas de la contaminación térmica. Hasta los odonatos, que pueden multiplicarse en medios límnicos de temperatura relativamente elevada, son muy sensibles al calentamiento de las aguas. Está comprobado que en Taiwan han desaparecido ciertas especies de libélulas. De los otros elementos de la fauna, los moluscos muestran también una gran sensibilidad a la contaminación térmica.

Conclusión

Los diferentes tipos de contaminación del agua nos llevan a plantearnos las preguntas siguientes:

- ¿Cómo se controla la calidad del agua?
- ¿Cuál es la mineralización del agua de Taiwan?
- ¿Por qué el agua contiene cloro?
- ¿Quién recibe la factura del agua?

¹⁴ *Chine libre*, mayo-junio 1995, pp. 25-31.

- ¿Qué pagamos en el precio del agua?
- ¿Es el precio del agua el mismo para todos los taiwaneses?
- ¿Contiene el agua muchos calcáreos? Si se compara con París, el contenido calcáreo del agua de dicha ciudad está entre los 20 y 30 grados franceses (las aguas minerales están en su mayoría entre 5°F y 150°F).
- ¿Cuál es la incidencia del material calcáreo en la salud?
- ¿Cómo evitar la incrustación?

Estas interrogantes y la falta de estadísticas nos obligan a ser prudentes en cuanto a las conclusiones apresuradas que podríamos sacar acerca de la contaminación del agua en Taiwan. Sin embargo, de todos los tipos de contaminación mencionados, el que parece tener un impacto seguro en el consumo directo del agua y en la contaminación de la fauna y la flora es la provocada por los productos químicos y los desechos industriales.

En general, el agua se debe consumir hervida y también mineralizada, tanto en Taiwan como en la mayoría de los países del sureste asiático. En la isla, observamos un gran consumo de aguas embotelladas paralelamente a las técnicas de tratamiento de las aguas contaminadas (filtración, desodorización, cloración, ionización). Con respecto al condicionamiento de las aguas, está la saga de los embalajes. En la actualidad se utiliza principalmente el plástico, y el vidrio se sigue reservando para ciertas aguas gaseosas o para la presentación en los restaurantes. Entre los materiales de base del embalaje plástico, el más común sigue siendo el policloruro de vinilo, embalaje que se tira en los países ricos, pero que en los países del Tercer Mundo se suele conservar y reutilizar.

Además de la industria, la erosión de los suelos provocada por una explotación intempestiva de las tierras marginales en las regiones sobrepobladas de Taiwan, desempeña sin lugar a dudas un papel importante, aunque poco estudiado en lo que tiene que ver con la carga media en partículas de la atmósfera. No obstante sería equivocado limitar esos fenómenos sólo a las regiones de cultivo marginal. La utilización agrícola de los suelos constituye también, en ciertas circunstancias, una fuente importante de partículas atmosféricas.

De nuestro estudio, recordemos que las autoridades tomarán una serie de medidas para disminuir e incluso eliminar los efectos de la contaminación atmosférica en el país. El proyecto de la lucha contra el calentamiento del planeta está actualmente en estudio. A escala local o regional, el relieve, el sentido de los vientos, el Sol y la pluviometría intervienen en uno u otro sentido para determinar la intensidad de la contaminación del aire. Al contrario, cuando los niveles de contaminación son bastante intensos, los principales factores meteorológicos se pueden modificar. Por ejemplo, el descenso del flujo luminoso al suelo depende directamente del número de días de niebla.

Además, el gobierno se está comprometiendo también en la lucha contra el calentamiento del planeta, y en consecuencia llevará a cabo una conferencia nacional en la isla a mediados de mayo de 1998, la que tendrá como tema el control de la emisión de gas con efecto de invernadero.¹⁵ Aunque no ha firmado ningún convenio, el país se ha comprometido a poner todo en marcha para participar en la solución del problema causado por el calentamiento del planeta. Según los términos del acuerdo alcanzado en la conferencia de la ONU en Kyoto, Japón, en diciembre de 1997, los países signatarios han prometido restablecer a los niveles registrados antes de 1990 sus emisiones de seis gases, entre ellos el gas carbónico procedente de la combustión de la energía fósil (carbón, petróleo, gas natural). Si bien se reconoce que es difícil aplicar un límite tan estricto, se calcula que Taiwan tratará de reforzar su control en la materia porque la isla sufre en la actualidad un aumento de su tasa de emisión de gases nocivos a razón de 8% por año. ❖

Traducción del francés: ISABEL VERICAT

¹⁵ *Les echos de Taiwan*, vol. 3, núm. 9, abril 1998.