

EL CIERRE DE LA A86 EN PARÍS: GESTIÓN DE LOS RIESGOS DE PROYECTO

A. Broto, director de la construcción
& M. Barfety, director del proyecto A86
& C. Laurier, jefe de proyecto en ingeniería civil A86
Cofiroute, Francia

andre.broto@cofiroute.fr
michel.barfety@cofiroute.fr
cedric.laurier@cofiroute.fr

RESUMEN

El cierre de la A86 en París incluye dos túneles de 10 km reservados a los vehículos y superpuestos en el interior de un mismo túnel, perforado con una tuneladora de 10,4 m de diámetro; un intercambiador subterráneo en el centro del recorrido comunica los túneles con las vías de superficie. Este proyecto innovador está en proceso de realización; el primer tramo se pondrá en servicio en el otoño de 2007.

El proyecto superaba todas las referencias conocidas y su realización técnica ha exigido el recurso a comisiones específicas pues, a pesar de sus cualidades evidentes, despertaba una fuerte oposición local, a menudo de principio, basada en los supuestos peligros derivados de su carácter innovador. En realidad, el concepto se basa en la búsqueda de posibles simplificaciones y en técnicas constatadas: sólo la unión de ambos aspectos puede calificarse de innovador.

Esta obra es también un modelo de cooperación entre los sectores público y privado, pues se trata de una iniciativa privada cuyo coste de inversión, valorado en unos 1 800 M€, se financia enteramente gracias al peaje, sin garantía del Estado; se han realizado numerosos estudios dirigidos a valorar y controlar los riesgos y a analizar las necesidades de los automovilistas respecto a este tipo de obras innovadoras, así como su actitud frente al peaje.

Finalmente, la realización de la obra constituía un reto cuyos riesgos era conveniente controlar, tanto en los aspectos técnicos, ya que el trazado del túnel obligaba a atravesar 13 tipos de suelo y 4 capas freáticas, como en lo relativo al impacto de la obra sobre lugares especialmente sensibles de los municipios residenciales situados al oeste de París.

La obra ha sido adjudicada a la sociedad Cofiroute, concesionaria de autopistas, cuyos accionistas son los grupos Vinci (82,4%) y Colas (17%).

1. EL CONTROL DE RIESGOS DURANTE LA GÉNESIS DEL PROYECTO

El cierre de la A86 estaba inicialmente previsto de acuerdo con una solución clásica de autopista a nivel del suelo o semienterrada, trazado que había despertado una fuerte oposición, de modo que, en 1988, Cofiroute propuso una solución totalmente subterránea, de acuerdo con un concepto innovador de separación de los tipos de tráfico, y de peaje; para ello, convenía controlar los riesgos siguientes:

1. adaptación de las normas vigentes respecto a las características innovadoras del proyecto y puesta a punto del diseño;
2. parámetros de la ecuación financiera (costes de inversión, nivel de aceptación de las tarifas, tipos de tráfico).

1.1. Adaptación de las normas vigentes y puesta a punto del concepto;

El túnel reservado a los vehículos era innovador en varios aspectos, no se ajustaba a las normas técnicas vigentes y los riesgos de desviación, especialmente en materia de geometría, eran muy importantes. Por lo tanto, convenía poner en marcha procesos y normas de trabajo que permitiesen controlar este riesgo.

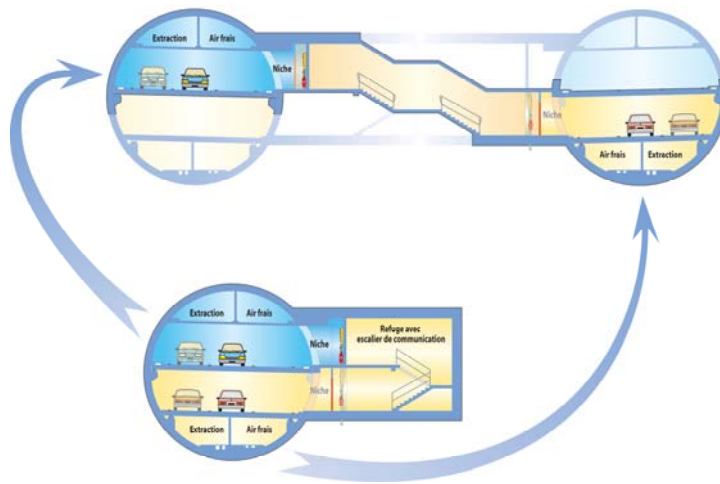
Los diferentes ministerios implicados (especialmente los ministerios de Infraestructuras e Interior) crearon comisiones específicas destinadas a controlar y criticar las propuestas técnicas, pero también a establecer y validar las nuevas normas derivadas de todo ello, especialmente en los ámbitos de la geometría (pendientes, radios y ancho de vía en función de la velocidad y de las diferentes partes de la obra), la señalización y la seguridad (modalidades de acceso e intervención de los servicios de emergencia, ventilación, salida de humos...) Estas comisiones sentaron las bases del corpus técnico para túneles reservados a vehículos entre 1991 y 1992 y promovieron la evolución de los textos reglamentarios correspondientes.

Las reglas que se impusieron en esa fase se basaban en el sentido común:

1.1.1. *Soluciones más basadas en la simplificación y la robustez que en la innovación:*

Por ejemplo, es el caso de la decisión consistente en separar los distintos tipos de vehículos; es evidente que esta decisión, que se sigue considerando innovadora, es ante todo una medida de homogeneización del parque de vehículos, y por lo tanto de simplificación de las problemáticas ligadas a los accidentes y los incendios.

El principio de los dos túneles (superpuestos) independientes, unidos por escaleras de comunicación cada 200 metros que hacen las veces de refugio para el público, es una sencilla transposición del principio de los bitubos monodireccionales.



Esquema 1 – Equivalencia entre el concepto y un bitubo

La decisión de reservar en la sección tipo un espacio para cada función, y en particular un espacio dedicado a la señalización (esquema 1) también es una simplificación.

El objetivo de fluidez para esta vía, que divide por cinco el número de vehículos presentes en el túnel para un mismo caudal, también se deriva de un principio de simplificación de las problemáticas ligadas a la seguridad.

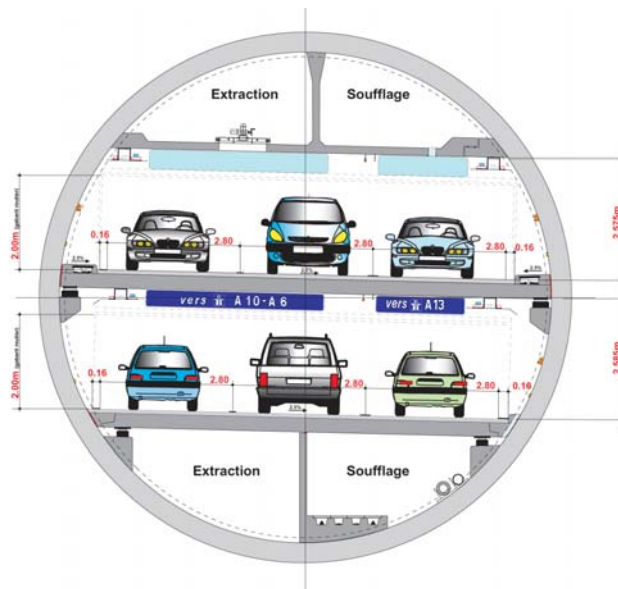
1.1.2. Recurso a técnicas contrastadas siempre que ha sido posible:

Podemos citar el diseño y el dimensionamiento en lo relativo a la ventilación y la salida de humos, refugios para los usuarios y modalidades de intervención de los servicios de emergencia desde la superficie o desde el túnel libre de incidencias.

Desde esta misma perspectiva, se previeron sistemáticamente estaciones de peaje desde finales de los años 80; esta decisión ha resultado especialmente adecuada cuando ha sido necesario cerrar de forma segura las entradas en caso de accidente.

1.1.3. La observación, el análisis crítico, la modelización del funcionamiento de obras similares:

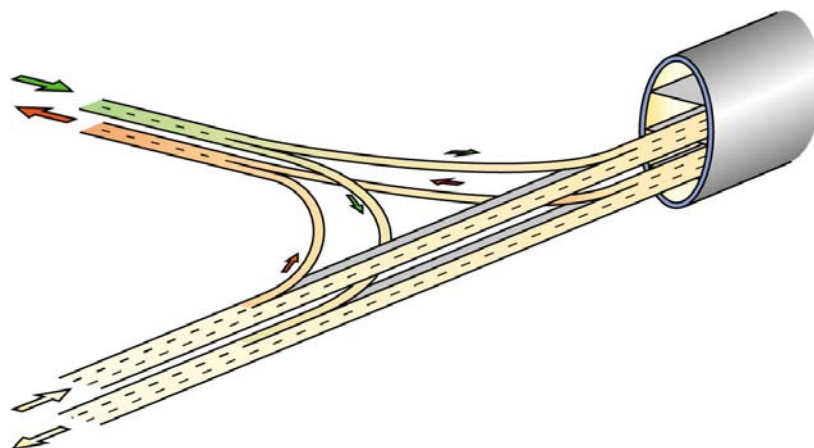
Las dimensiones del espacio para el tráfico en el túnel reservado a los vehículos se han determinado teniendo en cuenta el ancho de los vehículos, pero también los comportamientos de los automovilistas en los túneles (efecto de pared); de esta forma, se ha definido un «ancho psicológico» a la altura del ojo del conductor, del que se deduce el ancho de las vías (esquema).



Esquema 2 – Corte transversal del tunel

También se han llevado a cabo observaciones detalladas sobre el funcionamiento de las vías rápidas urbanas insertadas en una red de vías urbanas con cruces dotados de semáforos, con el fin de valorar las modalidades de gestión y de regulación de los flujos de tráfico en las intersecciones. Debemos recordar, en efecto, que este proyecto debe funcionar como una isla de fluidez en un océano de congestión.

Más allá de la geometría del túnel principal, las entradas y salidas del túnel situadas a la derecha en el nivel inferior y a la izquierda en el nivel superior (esquema), han dado lugar a numerosos estudios sobre obras existentes y ensayos con magnitudes reales; la tercera vía funciona como una vía reservada a los vehículos entrantes (vía de incorporación) y a los vehículos salientes (vía de salida); entre la vía de salida y la entrada siguiente existe una zona neutralizada.



Esquema 3 – Vías específicas de entrada/salida in intercambiador con la A13

El intercambiador, previsto en el centro del recorrido, que comunica el túnel, situado a unos veinte metros de profundidad, con la autopista A13, por una parte, y con las vías locales por otra, cuenta con 8 ramales de enlace en un lugar extraordinariamente limitado;

ocupa cinco veces menos sitio que una obra tradicional que cumpla con las mismas funciones y su puesta a punto ha exigido largos estudios para que esta obra tan compleja en la fase de diseño sea sencilla, atractiva y segura para el automovilista.

- todas las entradas están situadas antes de llegar a un nudo viario especialmente congestionado,
- todas las salidas están situadas a partir de dicho nudo,
- los ramales de entrada están en pendiente descendiente y no presentan ninguna bifurcación dentro del subterráneo, con el fin de evitar la conjunción que tantos accidentes causa «bifurcación en un túnel + velocidad elevada + efecto chimenea»,
- los ramales de salida están situados en rampa ascendente (velocidad menor, tendencia natural de los humos a buscar la salida hacia abajo) y sólo incluyen una bifurcación en el interior del subterráneo.

1.1.4. Conclusiones sobre esta fase

Las comisiones creadas por el Estado han funcionado dentro de una mentalidad de «diseño integrado» entre los servicios del Estado y los equipos del adjudicatario; esta forma de funcionamiento que se adelantaba a la «ingeniería cooperativa» permite unir las ventajas del sector privado y el público. Además, el diálogo permanente ha permitido encontrar el punto de equilibrio entre los diferentes puntos de vista para evitar desviaciones en el concepto.

A continuación, el Estado puso en marcha el proceso de debate democrático sobre la elección del proyecto que debía desembocar, a finales de 1995, en una declaración de utilidad pública; el adjudicatario se ocupó de controlar los términos de la ecuación financiera.

1.2. El control de los parámetros de la ecuación financiera (costes de inversión, viabilidad de las tarifas, tipos de tráfico).

El proyecto se adjudica por un periodo de 70 años. El coste de la inversión, valorado en 1 800 M, y los gastos de explotación se financian sin ninguna contribución de los poderes públicos mediante los ingresos procedentes del peaje; el tráfico para 2011 se ha valorado en 50 000 vehículos al día y las tarifas se han calculado en unos 6 € en horas de punta y en 2 € por la noche.

Los riesgos principales que hay que controlar se relacionan con el diseño de detalle y la construcción, el riesgo comercial y el riesgo de financiación.

1.2.1. El control de los riesgos de diseño de detalle y de construcción

En materia de concesión, Cofiroute y sus accionistas han demostrado una gestión óptima de este riesgo, celebrando contratos de «diseño y construcción» llave en mano, globales y a tanto alzado, con una agrupación de empresas pertenecientes a las sociedades accionistas.

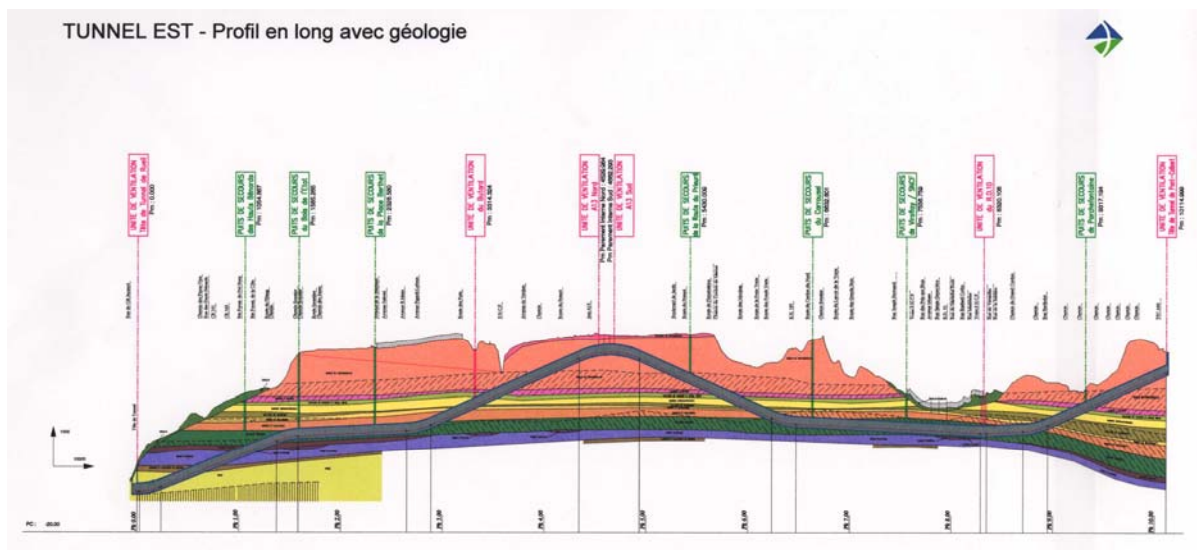
Este modelo funciona desde hace 37 años y ha permitido la financiación, el diseño construcción de unas treinta secciones de autopista que totalizan 1 000 km.

Se ha aplicado el mismo modelo al proyecto A86 y Cofiroute ha firmado un contrato global y a tanto alzado único para el diseño y la construcción del proyecto con la agrupación

Socatop (Vinci 64%, Eiffage 17%, Colas 17%). Esta agrupación se creó desde el momento de la génesis del proyecto.

Algunos ejemplos permiten ilustrar las sinergias que se aplican para reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos o la envergadura de sus consecuencias:

- La tuneladora debía cruzar trece tipos de suelo diferentes y cuatro capas freáticas; Socatop lanzó, desde comienzos de los años noventa, varias campañas de sondeos geológicos de acuerdo con su propia valoración de los riesgos y ha emprendido, más de tres años antes de comenzar a excavar, una importante campaña de ensayos y estudios para elaborar el pliego de condiciones de la tuneladora; esta máquina sofisticada de 11,6 m de diámetro ha sido construida por Herrenknecht y funciona de acuerdo con cuatro modalidades (cerrado a presión de lodos, abierto, semicerrado de aire comprimido, cerrado a presión de tierras) con el fin de hacer frente a los diferentes tipos de terreno que es necesario atravesar entre la creta blanca y las arenas de Fontainebleau. Hasta la fecha, después de haber excavado más de 8 km, ha cruzado sin dificultad trece capas geológicas (esquema), proeza insólita en el ámbito de los trabajos subterráneos realizados en zonas de geología muy diversificada, lo que ha sido posible gracias a la gran anticipación, a la forma de adjudicación de las obras y a la naturaleza virtuosa de los contratos.
- La enorme capacidad de reacción de Socatop para lanzar estudios y obras en plazos muy breves ha permitido reducir en múltiples ocasiones los imprevistos ligados a circunstancias imponderables.
- El diseño integrado de las obras (por ejemplo los tres niveles de los túneles o los nichos y escaleras de transferencia) y de los métodos de ejecución ha permitido controlar los costes y los plazos.



Esquema 3 – Perfil geológico longitudinal

1.2.2. El control del riesgo comercial

En los niveles de tarificación previstos, la elasticidad del tráfico en función de la tarifa se acerca a -1 y convenía verificar cuidadosamente la predisposición a pagar de los automovilistas, así como la frecuentación.

Cofiroute puso en marcha varias acciones:

- Creación de una célula economía-tráfico desde 1990;
- Aplicación de una auténtica política de adquisición de competencias de punta en este ámbito y desarrollo de un modelo en la región Isla de Francia constantemente actualizado;
- Recurso a los mejores expertos en materia de preferencias manifestadas y realización de encuestas cruzadas con mediciones de tiempos de recorrido;
- Cruce de los resultados de las modelizaciones con las situaciones observadas en las vías urbanas de peaje situadas en Marsella (túnel Prado Carénage), en la región Oeste de París (túnel de la autopista A14) y en California (autopista SR91 gestionada por Cofiroute);
- Lanzamiento de un proceso inédito dirigido a mejorar la calidad de servicio y a delimitar mejor las razones de que, en el imaginario colectivo, el túnel se asocie frecuentemente a representaciones negativas; para ello, Cofiroute ha recurrido en 2000 a un equipo de investigadores en ciencias sociales, con un amplio abanico de competencias —del psiquiatra al etnólogo— y se ha inspirado en sus recomendaciones para definir mejor las expectativas del público en materia de acondicionamiento interior del túnel para permitir una conducción sosegada. A la inversa de los túneles iluminados con bombillas de vapor de sodio (luz amarilla), solución potente y económica, pero que altera la percepción de los colores, la A86 está equipada con luminarias de color blanco de tipo «luz del día», menos potentes, más numerosos y con mejor distribución de la iluminación. El acondicionamiento del espacio en el túnel, la elección de los colores, las paredes y el revestimiento forman parte de la misma búsqueda de claridad para la obra y algunas opciones se han probado sobre simuladores de conducción (fotografía 1).



Photo 1 – Simulador de conducción

2. CONTROL DE RIESGOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Un accionariado común, una organización de proyecto y unos equipos permanentes
Ambas entidades, Cofiroute y Socatop, tienen los mismos accionistas, de modo que se obvian los conflictos contractuales importantes y todas las energías se dirigen hacia el objetivo.

2.1.1. *Una organización a largo plazo*

Los dos equipos presentes (Cofiroute como promotor y Socatop como diseñador y constructor) se crearon ya en 1990, de acuerdo con una organización de proyecto con unas misiones claras y dirigidas a evitar las redundancias y las «pérdidas por frotación interna»; los equipos de gestión del proyecto son muy reducidos (menos de diez personas).

Observamos gran perennidad en los equipos, pues algunos de sus miembros, especialmente el Director de Proyecto, Michel Barféty, o los responsables de los estudios más significativos (Antoine Arlet, Christian Bouteloup, Pierre Gastineau) llevan quince años con este proyecto.

2.1.2. *Gran apertura hacia culturas diferentes*

Los equipos de gestión del proyecto incluyen personas de horizontes diferentes (sector público, empresas privadas, gabinetes de ingeniería...) y recurren en la medida de las necesidades a asistentes especializados (especialistas en riesgos, ciencias sociales...)

Durante la construcción, se decidió utilizar en el túnel la tecnología de los nebulizadores, aplicada en grandes paquebotes. Se realizaron numerosos ensayos previos en un túnel en condiciones reales, con el fin de verificar la pertinencia de esta solución para seguir mejorando las condiciones de seguridad para la obra. La capacidad de reacción de la organización ha permitido adaptar este procedimiento al proyecto en plazos muy cortos.

2.2. Una presencia constante ante los sectores implicados

Sacar adelante un proyecto urbanístico, especialmente en un contexto medioambiental, tecnológico y político como el de la A86 al oeste de París pasa por facilitar que cada cual encuentre su lugar y pueda cumplir con su cometido: cuanto más amplio es el abanico de actores implicados, mejores resultados se obtienen en términos de interés general legitimación del proyecto.

2.2.1. *Múltiples actores implicados*

Los actores indispensables son numerosos:

- los representantes políticos: a través de su mandato, representan los retos que supone el desarrollo de un territorio;
- las asociaciones: asociaciones de defensa del medio ambiente, de usuarios o de consumidores, de vecinos. Frente al promotor, representan de alguna manera al futuro usuario. Además, algunas han alcanzado además un nivel de experiencia y profesionalidad elevado, junto con una gran disponibilidad. En este proyecto participan unas cuarenta.
- el mundo económico: representa unos intereses y unas necesidades muy específicos, son vectores de desarrollo del territorio, animadores del dinamismo urbano o rural y usuarios de infraestructuras;

- el público: su participación se reafirma colectivamente como exigencia democrática, posición reforzada por las últimas orientaciones reglamentarias, nacionales y comunitarias.

Se celebran reuniones regulares y visitas a la obra con cada tipo de actor a lo largo de toda la vida del proyecto.

2.2.2. *Una voluntad de compromiso local*

En lo que se refiere a los representantes políticos, Cofiroute creó en 2000 una «carta de compromiso de servicios» en la que constan los compromisos de la empresa en materia de información y comunicación. Este compromiso, animado por una voluntad de transparencia, responsabilidad, escucha y proximidad, sienta las bases de una dinámica de diálogo y cooperación entre Cofiroute y los 14 municipios directamente afectados por las obras. En febrero de 2002, Socatop, constructor y responsable de la dirección facultativa, se incorporó a este proceso, mediante medidas específicas para cada tipo de obra: respeto de la legislación sobre aguas, ruido, circulación y limpieza de los camiones, así como información a los vecinos en caso de acontecimiento imprevisto en la organización de la obra.

Cofiroute se ha preocupado por nombrar interlocutores claramente identificables ante los representantes políticos. El compromiso de la empresa consiste en reunirse cada tres meses con los municipios en los que se desarrollan las obras y cada seis meses con los municipios en los que todavía no se han iniciado. No obstante, Cofiroute con frecuencia va más allá de estos compromisos teóricos. En algunos municipios se han creado comités de concertación. Participan en ellos representantes del ayuntamiento, de las asociaciones y de los vecinos y son la base de una auténtica concertación local. Estas reuniones permiten concretamente poner en marcha medidas relativas a la organización de las obras —definición de los itinerarios de los camiones de la obra, horarios de trabajo adaptados al entorno próximo (mercados, guarderías), mejora de las pantallas vegetales, acondicionamiento acústico— y también permiten que estos actores participen en la toma de decisiones relativas a los aspectos finales, arquitectónicos y paisajísticos, por ejemplo. Estas medidas, que van más allá de la concertación previa, participan en la mejora de la comprensión del proyecto, la aceptación de las molestias que suponen las obras, así como la mejora de las relaciones locales.

2.3. Acciones innovadoras de ámbito local

En el contexto de acompañamiento descrito más arriba, el proyecto A86 es un laboratorio de creación de herramientas innovadoras que permiten utilizar la puesta en servicio de un túnel como palanca de acción de ámbito local. Dos procesos pueden ilustrar este aspecto:

2.3.1. *El «1% para el paisaje» o la reconquista del paisaje al Oeste de París*

Desde hace unos veinte años, una circular conocida como «1% para paisaje y desarrollo» permite, dentro del marco de la construcción de algunas autopistas de superficie en Francia, financiar proyectos paisajísticos desarrollados por ayuntamientos o por otros operadores, siempre que respondan a unos criterios de calidad, y sobre todo, de

covisibilidad. Este concepto de «covisibilidad» se puede resumir como la facultad de «ver y ser visto», es decir, ver la autopista y ser visto desde ésta.

Este concepto no se adapta demasiado a un proyecto de túnel en medio periurbano, poco presente en la superficie, y por lo tanto poco visible.

No obstante, el Estado y Cofiroute han acordado aplicar la política «1% para el paisaje» a la A86 y consagrar una parte del coste de construcción del túnel a revalorizar el paisaje de los catorce municipios afectados por el trazado (7,5 millones de euros). Se ha adaptado el criterio de covisibilidad, ampliándolo a un criterio relacionado con un nivel de impacto que incorpore la visibilidad, pero también la presencia de intercambiadores o el tráfico.

Un comité de dirección presidido por los prefectos de los departamentos de Altos de Sena e Yvelines ha seleccionado 27 actuaciones dentro de un espíritu de revalorización del patrimonio vegetal e histórico de la zona del trazado. Senderismo, ciclismo, paseos a orillas del Sena, avenidas arboladas, restauración de parques y fincas son algunos de los ejemplos de proyectos presentados por los municipios y formalizados en el compromiso del «1% para el paisaje», firmado en mayo de 2006 por el Estado, los municipios y Cofiroute.

2.3.2. *Un observatorio de la calidad del aire*

A causa de la fluidez del tráfico, de la calidad creciente del parque automóvil y del dispositivo de ventilación desarrollado por el túnel, la contaminación generada por la infraestructura será limitada: los estudios y simulaciones han mostrado que los porcentajes de contaminantes quedarán muy por debajo de las normas francesas y europeas en vigor. No obstante, a petición del Estado y de Cofiroute, se ha creado un observatorio permanente e independiente de la calidad del aire, con tres misiones:

- valorar el impacto de la entrada en servicio del túnel;
- llevar a cabo una vigilancia permanente de la calidad del aire;
- aportar una información regular al público.

Este observatorio, cuya gestión se ha encargado a Airparif —asociación que se ocupa de vigilar la calidad del aire en el departamento de Isla de Francia, autorizada por el ministerio de Medio Ambiente— es una gran primicia en Francia.

Se basa en una metodología original que combina campañas de mediciones, antes y después de la entrada en servicio, con el desarrollo de un modelo específico que permite obtener hora tras hora una cartografía de la calidad del aire en el sector afectado por el túnel. Esta cartografía se hará pública en la web de Airparif. En los municipios afectados por los intercambiadores, se han definido puntos de medición (un centenar de tubos pasivos y cuatro camiones laboratorio) de acuerdo con los representantes políticos y las asociaciones.

2.4. Una política de comunicación activa

Uno de los aspectos del estudio de ciencias sociales anteriormente citado (CF §_1.2.2), se refiere a la aceptación del proyecto por parte de los vecinos y futuros usuarios. Al finalizar la encuesta, se pudo comprobar que el proyecto tenía mayoritariamente una buena acogida, con una clara mejora desde el primer sondeo realizado en 1996. No obstante, a

pesar de todos los esfuerzos, subsistía una sensación de falta de información. Por lo tanto, Cofiroute desarrolló varias herramientas de comunicación:

- Una **exposición** dedicada al proyecto, «A86, l'expo»: desde su inauguración en mayo de 2001, un equipo de animación ha recibido a los vecinos, empresas, escuelas... de los departamentos de Altos de Sena e Yvelines, para descubrir todos los aspectos del cierre Oeste de la A86: historial, organización de las obras, tecnologías utilizadas, ordenación paisajística y arquitectónica... hasta la maqueta de tamaño natural de un nivel de circulación del túnel reservado a los vehículos. Hasta la fecha, ha tenido más de 100 000 visitantes.
- Una **revista**, *Le Lien A86*, ha sido distribuida en 250 000 ejemplares en los municipios directamente afectados por el cierre oeste de la A86 o en municipios limítrofes. Está pensada para presentar de forma muy concreta a los vecinos de la zona al oeste de París el desarrollo de la A86, mediante entrevistas, artículos y testimonios, desde una perspectiva de información permanente y de proximidad, que Cofiroute ha asumido desde el comienzo de las obras.
- Un **número de teléfono gratuito** (en Francia) 0810 86 86 86.
- Una **web** www.a86ouest.com
- Una **dirección postal**: A86 à l'Ouest, BP 86, 92316 Sèvres Cedex.