

LE BOUCLAGE DE L'A86 A PARIS: LA GESTION DES RISQUES DE PROJET

A. Broto, directeur de la construction
& M. Barfety, directeur du projet A86
& C. Laurier, chef de projet génie civil A86
Cofiroute, France

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

RÉSUMÉ

Le bouclage de l'A86 à Paris comporte deux tunnels de 10 km réservés aux voitures et superposés dans un même tube foré au tunnelier de 10,4 m de diamètre ; un échangeur souterrain à mi-parcours relie les tunnels aux voies de surface. Ce projet innovant est en cours de réalisation ; une première tranche sera mise en service à l'automne 2007.

Le projet sortait de toutes les références connues et sa mise au point technique a exigé la mise en place de commissions spécifiques car le projet, malgré ses qualités évidentes, suscitait de fortes oppositions locales, souvent de principe, qui argumentaient sur les dangers supposés que présentait son caractère innovant. En fait le concept mis au point repose sur une recherche des simplifications envisageables et sur des techniques éprouvées : seul leur assemblage peut être qualifié d'innovant.

Cet ouvrage est également un modèle de PPP puisqu'il s'agit d'une initiative privée dont le coût d'investissement estimé à 1800 M€ est entièrement financé par le péage sans garantie de l'Etat ; de nombreuses études ont été menées afin d'estimer puis de contrôler les risques et d'apprécier les attentes des automobilistes dans ce type d'ouvrage innovant, ainsi que leur consentement à payer.

Enfin la réalisation de l'ouvrage constituait un défi dont il convenait de maîtriser les risques, tant sur le plan technique puisque le tracé du tunnel imposait le franchissement de 13 horizons géologiques et de 4 nappes phréatiques, que sur le plan des impacts de l'ouvrage dans les sites particulièrement sensibles des communes résidentielles de l'ouest parisien.

L'ouvrage est concédé à la Société Cofiroute, société concessionnaire d'autoroutes, dont les actionnaires sont les groupes Vinci (82.4 %) et Colas (17 %).

1. LA MAITRISE DES RISQUES PENDANT LA GENÈSE DU PROJET

Le bouclage de l'A86 était initialement prévu selon une solution classique d'autoroute au niveau du sol ou en tranchée ; ces tracés avaient provoqué de fortes oppositions et en 1988 Cofiroute proposait une solution entièrement en souterrain, selon un concept innovant de séparation des trafics et à péage ; il convenait dès lors de maîtriser notamment les risques suivants :

1. adaptation des normes en vigueur au regard des caractéristiques innovantes du projet et mise au point de la conception ;
2. paramètres de l'équation financière (coûts d'investissement, acceptabilité des tarifs envisagés, trafics).

1.1. L'adaptation des normes en vigueur et la mise au point du concept

Le tunnel réservé aux voitures était innovant à plus d'un titre, il n'était pas conforme aux normes techniques en vigueur et les risques de dérive, notamment en matière de géométrie, étaient très importants ; il convenait donc de mettre en place des processus et des règles de travail permettant de maîtriser ce risque.

Les différents ministères concernés (principalement les Ministères de l'Équipement et de l'Intérieur) ont mis en place des commissions spécifiques chargées de contrôler et de critiquer les propositions techniques mais aussi d'établir et de valider les nouvelles normes qui en résultaient, notamment dans les domaines de la géométrie (pentes, rayons et largeur des voies en fonction des vitesses et des différentes parties d'ouvrage), de la signalisation et de la sécurité (modalités d'accès et d'intervention des secours, ventilation, désenfumage...). Ces commissions ont fondé le corpus technique des tunnels réservés aux voitures de 1991 à 1992 et assuré l'évolution des textes réglementaires correspondants.

Les règles qui ont prévalu à cette époque étaient des règles de bon sens :

1.1.1. *Des solutions qui relevaient plus de la simplification et de la robustesse que de l'innovation :*

Il en est ainsi par exemple du choix consistant à séparer les différentes natures de véhicules ; il est évident que ce choix, qui est encore considéré comme une innovation, est avant tout une mesure d'homogénéisation du parc des véhicules et donc de simplification des problématiques liées aux accidents et aux incendies.

Le principe des deux tunnels (superposés) indépendants, reliés par des escaliers de communication tous les 200 m et faisant office de refuges pour le public, n'est que la transposition banale du principe des bitubes monodirectionnels.

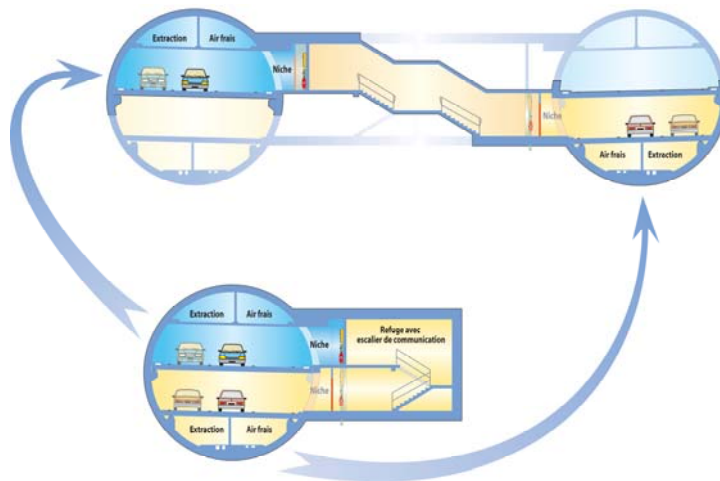


Schéma 1 : équivalence entre le concept et un bitube

Le choix consistant à réserver dans la section type un espace pour chaque fonction et notamment un espace dédié à la signalétique (schéma 1) relève également de la simplification.

L'objectif de fluidité dans l'ouvrage, objectif qui divise par cinq le nombre de véhicules présents en tunnel pour un même débit, relève à l'évidence du principe de simplification des problématiques liées à la sécurité.

1.1.2. Le recours à des techniques éprouvées chaque fois que c'était possible :

On citera notamment la conception et le dimensionnement dans les domaines de la ventilation et du désenfumage, des aires de recueil du public ou des modalités d'intervention des secours depuis la surface ou depuis le tunnel non sinistré.

Dans le même esprit, les gares de péage ont été systématiquement prévues en entrée dès la fin des années 80 ; ce choix s'est avéré particulièrement judicieux lorsqu'il apparut nécessaire d'être en mesure de fermer de manière certaine les entrées en cas d'accident.

1.1.3. L'observation, l'analyse critique voire la modélisation du fonctionnement d'ouvrages existants :

Les dimensions de l'espace trafic du tunnel réservé aux voitures ont été déterminées en observant notamment les largeurs des véhicules mais aussi les comportements des automobilistes dans les tunnels (effet de paroi) ; elles ont conduit à définir une « largeur psychologique » au niveau de l'œil du conducteur et à en déduire la largeur des voies (schéma 2).

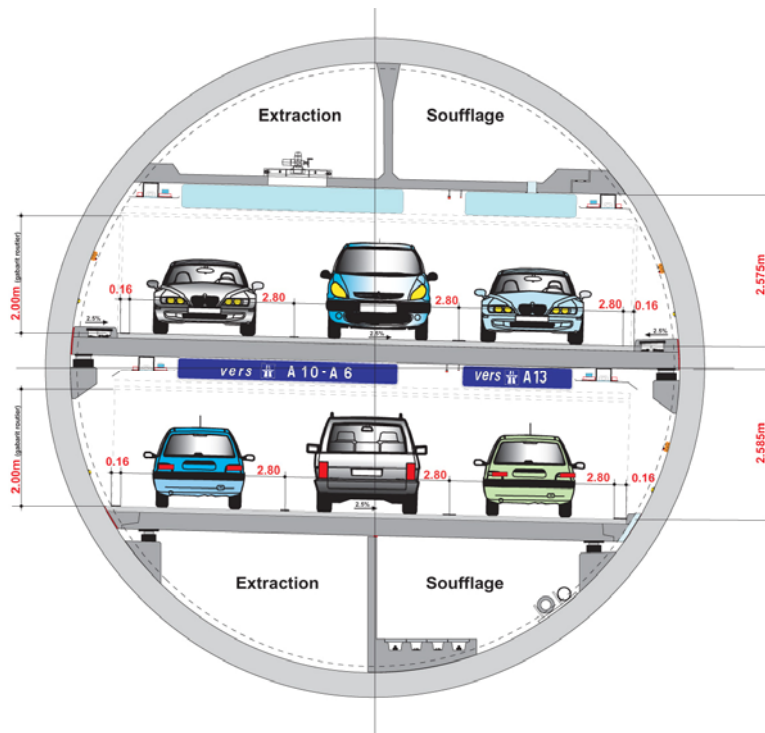


Schéma 2 : coupe transversale du tunnel

Des observations poussées ont également été effectuées sur le fonctionnement de voies urbaines rapides insérées dans un réseau de voiries urbaines avec des carrefours à feu, afin d'apprécier les modalités de gestion et de régulation des flux de trafic aux interfaces ; rappelons en effet que le projet doit fonctionner comme un îlot de fluidité dans un océan de congestion.

Au-delà de la géométrie du tunnel principal, les entrées et sorties du tunnel situées à droite au niveau inférieur et à gauche au niveau supérieur (schéma 3), ont donné lieu à de nombreuses études sur des ouvrages existants et essais en vraie grandeur ; la troisième voie fonctionne comme une voie réservée aux véhicules entrants (voie d'insertion) et aux véhicules sortants (voie de déboîtement) ; elle est neutralisée entre la voie de sortie et l'entrée qui la suit.

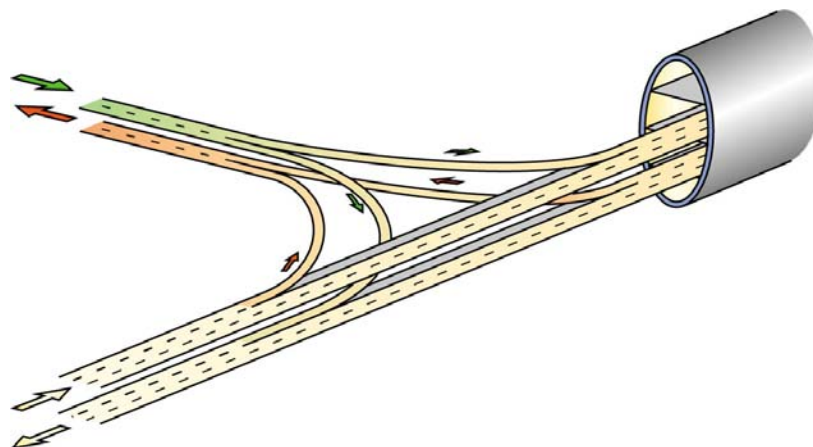


Schéma 3 : voies dédiées d'entrée et de sortie entre le tunnel et l'échangeur avec A13

L'échangeur prévu à mi-parcours, qui relie le tunnel situé à une vingtaine de mètres de profondeur à l'autoroute A13 d'une part et aux voiries locales d'autre part, comporte 8 bretelles dans un site extrêmement contraint ; il occupe cinq fois moins de place qu'un ouvrage traditionnel assurant les mêmes fonctions et sa mise au point a exigé de longues études pour que cet ouvrage complexe au stade de la conception soit simple, attractif et sûr pour l'automobiliste :

- les entrées sont toutes situées à l'amont d'un nœud routier particulièrement congestionné,
- les sorties sont toutes situées à l'aval de ce nœud,
- les bretelles d'entrée sont en pente descendante et ne comportent pas de point de choix en souterrain afin d'éviter la conjonction accidentogène « point de choix en tunnel + vitesse élevée + effet cheminée »,
- les bretelles de sortie sont en rampe montante (donc vitesses faibles, tendance naturelle des fumées à s'évacuer vers l'aval) et ne comportent qu'un point de choix en souterrain.

1.1.4. *Conclusions sur cette phase*

Les commissions mises en place par l'Etat ont fonctionné dans un esprit de « conception intégrée » entre les services de l'Etat et les équipes du délégataire ; ce mode de fonctionnement qui préfigurait « l'ingénierie concourante » permettait d'allier les atouts du privé et du public, et un dialogue permanent a permis de trouver le point d'équilibre entre les différents point de vue et d'éviter la dérive du concept.

L'Etat a ensuite mis en œuvre le processus de débat démocratique sur le choix du projet qui devait aboutir fin 1995 à une déclaration d'utilité publique ; le délégataire s'est attaché de son côté à maîtriser les termes de l'équation financière.

1.2. La maîtrise des paramètres de l'équation financière (coûts d'investissement, acceptabilité des tarifs envisagés, trafics)

Le projet est concédé pour une durée de 70 ans. Le coût de l'investissement, estimé à 1 800 M€, et les charges d'exploitation sont financés sans aucune contribution des pouvoirs publics par le produit des péages ; les trafics en 2011 sont estimés à 50 000 véhicules par jour et les tarifs estimés à 6 € en heure de pointe et à 2 € la nuit.

Les principaux risques à maîtriser portaient sur le risque conception détaillée et construction, le risque commercial et le risque de financement.

1.2.1. *La maîtrise des risques conception détaillée et construction*

En matière de concession, Cofiroute et ses actionnaires ont apporté la preuve d'une gestion optimale de ce risque en passant des marchés de « conception construction » clé en main, globaux et forfaitaires, avec un groupement d'entreprises issues des sociétés actionnaires.

Ce modèle fonctionne depuis 37 ans et il a permis le financement, la conception construction d'une trentaine de sections d'autoroute qui totalisent 1000 km.

Le même modèle a été appliqué au projet A86 et Cofiroute a confié un contrat global et forfaitaire unique pour la conception et la construction du projet au groupement Socatop (Vinci 64%, Eiffage 17%, Colas 17%) ; ce groupement a été créé dès la genèse du projet.

Quelques exemples permettent d'illustrer les synergies qui se mettent en œuvre pour réduire la probabilité d'occurrence des risques et (ou) l'ampleur de leurs conséquences :

- Le tunnelier devait franchir treize horizons géologiques et quatre nappes phréatiques ; Socatop a, dès le début des années 90, lancé plusieurs campagnes de sondages géologiques selon sa propre appréciation des risques et a engagé, plus de trois ans avant le début du creusement, une importante campagne d'essais et d'études pour établir le cahier des charges du tunnelier ; cette machine très sophistiquée de 11.6 m de diamètre a été construite par Herrenknecht et elle fonctionne selon quatre modes (confinement à pression de boue, ouvert, semi fermé à air comprimé, fermé à pression de terre) afin d'affronter les différents types de terrain qu'il convenait de franchir entre la craie blanche et les sables de Fontainebleau. A ce jour, après avoir creusé plus de 8 km, elle a franchi sans difficulté les treize horizons géologiques (schéma 4) : c'est une prouesse plutôt rare dans le domaine des travaux souterrains mettant en jeu une géologie très diversifiée et elle a été rendue possible par la très grande anticipation rendue possible par le mode d'allocation des travaux et par la nature vertueuse des marchés.
- La très grande réactivité de Socatop pour lancer des études ou des travaux dans des délais très brefs a permis à de nombreuses reprises de réduire les aléas liés à des impondérables.
- La conception intégrée des ouvrages (par exemple les trois niveaux de dalles du tunnel ou les niches et escaliers de transfert) et des méthodes d'exécution a permis de maîtriser les coûts et les délais.

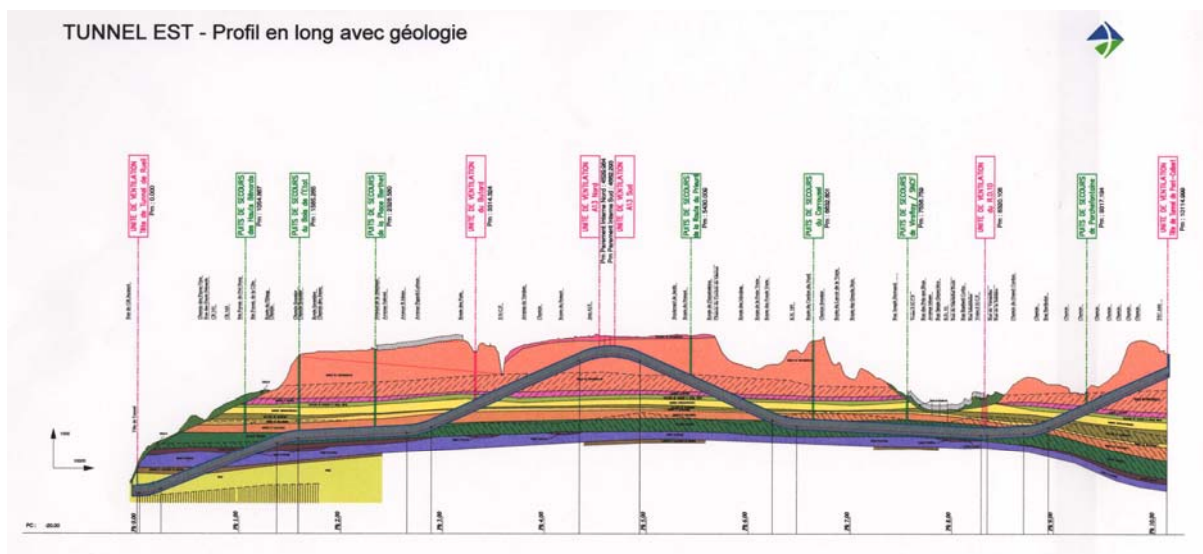


Schéma 4 : Profil en long géologique

1.2.2. La maîtrise du risque commercial

Aux niveaux de tarification envisagés, l'élasticité du trafic au tarif est voisine de -1 et il convenait de vérifier soigneusement le consentement à payer des automobilistes ainsi que la fréquentation.

Cofiroute a alors lancé plusieurs actions :

- Création d'une cellule économie – trafic dès 1990 ;
- Mise en place d'une véritable politique d'acquisition de compétences pointues dans ce domaine et développement d'un modèle sur la région île de France constamment mis a jour ;
- Appel aux meilleurs experts en matière de préférences révélées et réalisation d'enquêtes recoupées par des mesures de temps de parcours ;
- Recoupement des résultats des modèles avec les situations observées sur des ouvrages urbains à péage situés à Marseille (tunnel Prado Carénage), dans l'ouest parisien (tunnel de l'autoroute A14) et en Californie (autoroute SR91 exploitée par Cofiroute) ;
- Lancement d'une démarche inédite afin d'améliorer la qualité de service et de mieux cerner pourquoi, dans l'imaginaire collectif, le tunnel est souvent associé à des représentations négatives ; à cet effet Cofiroute a fait appel en 2000 à une équipe de chercheurs en sciences sociales comprenant un large éventail de compétences – du psychiatre à l'ethnologue – et s'est inspiré de ses recommandations, pour mieux cibler les attentes du public en matière d'aménagements intérieurs du tunnel permettant une conduite apaisée. A l'inverse des tunnels éclairés par des ampoules à vapeur de sodium (lumière jaune), solution puissante et économique mais qui altère la perception des couleurs, l'A86 est équipé de luminaires de couleur blanche de type " lumière du jour ", moins puissants, plus nombreux et procurant une meilleure répartition de l'éclairage. L'aménagement de l'espace tunnel, le choix des couleurs, des parois et de l'enrobé participe de la même recherche de clarté de l'ouvrage, et certaines options ont été testées sur des simulateurs de conduite (photo 1 ci-dessous).



Photo 1 : simulateur de conduite

2. LA MAITRISE DES RISQUES PENDANT LA CONSTRUCTION DU PROJET

2.1. Un actionnariat commun, une organisation de projet et des équipes pérennes

Les deux entités, Cofiroute et Socatop, ont les mêmes actionnaires, les conflits contractuels importants sont dès lors sans objet et toutes les énergies sont tendues vers l'objet à réaliser.

2.1.1. Une organisation dans la durée

Les deux équipes en présence (Cofiroute maître d'ouvrage, et Socatop concepteur constructeur) ont été mises en place dès 1990, selon une organisation de projet avec des missions claires visant à éviter les redondances et les « pertes par frottement interne » ; les équipes de la maîtrise d'ouvrage sont très réduites (moins de dix personnes).

On note une grande pérennité des équipes puisque certains membres de ces équipes et notamment le Directeur du projet, Michel Barféty, ou les responsables des études les plus sensibles (Antoine Arlet, Christian Bouteloup, Pierre Gastineau) ont passé plus de quinze ans sur ce projet.

2.1.2. Une grande ouverture vers des cultures différentes

Les équipes de la maîtrise d'ouvrage regroupent des acteurs d'horizons différents (public, entreprises privées, bureaux d'ingénierie...) et font appel en tant que de besoin à des assistants maîtres d'ouvrage spécialisés (spécialistes des risques, sciences sociales...).

En cours de construction, il a été décidé de transposer la technologie des brouillards d'eau mise en œuvre dans les grands paquebots au tunnel ; de nombreux essais ont été menés au préalable dans un tunnel en vraie grandeur afin de vérifier la pertinence de cette solution pour améliorer encore les conditions de sécurité dans cet ouvrage. La réactivité de l'organisation mise en place a permis d'adapter ce procédé innovant au projet dans des délais très brefs.

2.2. Une présence continue auprès des parties prenantes

Réussir un projet d'aménagement, qui plus est dans un contexte environnemental, technologique et politique tel que celui de l'A86 à l'ouest de Paris, c'est permettre à chacun d'y trouver sa place, d'y exercer son rôle : plus large est la palette d'acteurs sollicités, plus large est l'intérêt général recherché et plus grande est la légitimité du projet.

2.2.1. Une multiplicité d'acteurs concernés

Les acteurs incontournables visés sont nombreux :

- les élus : à travers leur mandat, ils sont les porteurs des enjeux de développement du territoire ;
- le monde associatif : composé d'associations de défense de l'environnement, d'usagers ou de consommateurs, de riverains ; face au maître d'ouvrage, elles constituent en quelque sorte la « maîtrise d'usage ». Certaines d'entre elles parviennent d'ailleurs à un niveau d'expertise et de professionnalisme élevé, avec la disponibilité en plus ; on en compte une quarantaine sur le projet ;
- le monde économique : porteurs d'enjeux et d'attentes très spécifiques, ils sont vecteurs du développement du territoire, animateurs du dynamisme urbain ou rural et utilisateurs d'infrastructures ;

- le public : sa participation est réaffirmée collectivement comme une exigence démocratique, position confortée par les dernières orientations réglementaires, nationales comme communautaires.

Des rencontres régulières et des visites de chantier ont eu lieu avec chaque type d'acteur tout au long de la vie du projet.

2.2.2. Une volonté de s'engager localement

S'agissant plus particulièrement des élus, Cofiroute a mis en place, en février 2000, une « charte d'engagement de services » qui reprend les engagements de l'entreprise en matière d'information et de communication. Cette charte, animée par une volonté de transparence, de responsabilité, d'écoute et de proximité, pose les bases d'une démarche de dialogue et de coopération entre Cofiroute et les 14 communes concernées directement par les travaux. En février 2002, Socatop, maître d'œuvre et constructeur, s'y est associé en s'engageant par des mesures spécifiques aux travaux réalisés, à savoir des mesures relatives au respect des lois sur l'eau, le bruit, la circulation et la propreté des camions, ainsi que l'information des riverains en cas d'événement imprévu dans l'organisation du chantier.

Cofiroute a pris soin de désigner des interlocuteurs clairement identifiés auprès des élus. Alors que l'engagement de l'entreprise est de rencontrer tous les 3 mois les communes où se déroulent les travaux et tous les six mois celles où ils n'ont pas encore débuté, Cofiroute va souvent au-delà de ces engagements théoriques. Dans certaines communes, des comités de concertation spécifiques se sont constitués. Ils rassemblent des représentants de la mairie, des associations et des riverains et sont la base d'une véritable concertation locale. Ces rencontres permettent concrètement la mise en place de mesures relatives à l'organisation des travaux - définition des itinéraires de camions de chantier, horaires de travail aménagés en fonction de l'environnement proche (marché, halte garderie), renforcement de protections visuelles boisées, aménagements acoustiques, mais permettent aussi l'association de ces partenaires à la prise de décisions relatives aux aménagements définitifs architecturaux et paysagers par exemple. Prises au-delà de la concertation préalable, ces mesures participent à améliorer la compréhension du projet, l'acceptation des contraintes liées aux travaux ainsi que les relations locales.

2.3. La mise en place de démarches innovantes au niveau local

Dans le contexte d'accompagnement décrit précédemment, le projet A86 est un laboratoire de mise en place d'outils innovants permettant d'utiliser la mise en service d'un tunnel comme un levier d'action au niveau local. Deux démarches peuvent illustrer cet aspect :

2.3.1. Le « 1 % paysage » ou la reconquête des paysages de l'Ouest parisien

Depuis une vingtaine d'années, une circulaire dite « 1 % paysage et développement » permet, dans le cadre de la construction de certaines autoroutes de surface en France, de financer des projets paysagers portés par des communes ou des tiers, pour peu que ces derniers répondent des critères de qualité et surtout de covisibilité. Ce concept peut se

résumer comme la faculté de « voir et être vu », c'est-à-dire voir l'autoroute et être vue depuis celle-ci.

Une tel concept est donc peu adapté au cas d'un projet de tunnel en milieu périurbain, qui demeure très peu présent en surface, donc peu visible.

Néanmoins, l'Etat et Cofiroute ont convenu d'appliquer la politique « 1% paysage » à l'A86 et de consacrer une part du coût de la construction du tunnel à la valorisation paysagère des quatorze communes concernées par le tracé (7,5 millions d'euros). Le critère de covisibilité a ainsi été adapté et élargi à un critère s'apparentant à un niveau d'impact qui intègre la visibilité mais aussi la présence d'échangeurs ou encore le trafic.

Un comité de pilotage présidé par les préfets des Hauts-de-Seine et des Yvelines a retenu 27 actions, dans un esprit de valorisation du patrimoine végétal et historique des abords du tracé. Chemins piétonniers, pistes cyclables, promenades le long de la Seine, allées cavalières, restauration de parcs et de domaines, sont quelques exemples de projets conduits par les collectivités, formalisés dans la Charte du « 1 % paysage » co-signée en mai 2006 par l'Etat, les communes et Cofiroute.

2.3.2. *Un observatoire de la qualité de l'air*

En raison de la fluidité du trafic, de la qualité croissante du parc automobile et du dispositif de ventilation développé pour le tunnel, la pollution générée par l'infrastructure restera limitée : les études et simulations ont montré que les teneurs en polluants se situeront très en-dessous des normes françaises et européennes en vigueur. Cependant, à la demande de l'Etat et de Cofiroute, un observatoire permanent et indépendant de la qualité de l'air a été mis en place avec trois missions :

- évaluer l'impact de la mise en service du tunnel ;
- assurer une surveillance permanente de la qualité de l'air ;
- apporter une information régulière au public.

Cet observatoire, dont la gestion a été confiée à Airparif – association chargée de la surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France, agréée par le ministère de l'Environnement – est une première en France.

Il repose sur une méthodologie originale couplant des campagnes de mesures, avant et après mise en service, avec le développement d'un modèle dédié permettant de restituer heure par heure la cartographie de la qualité de l'air dans le secteur concerné par le tunnel. Cette cartographie sera rendue public sur le site internet d'Airparif. Dans les communes concernées par des échangeurs, les points de mesures (une centaine de tubes passifs et 4 camions laboratoires) ont été définis en concertation avec les élus et les associations.

2.4. Une politique de communication active

Un des volets de l'étude en sciences sociales citée précédemment (Cf §1.2.2), portait sur l'acceptation du projet par ses riverains et futurs utilisateurs. Il est ainsi apparu, à l'issue de l'enquête, que le projet était majoritairement bien accueilli, avec une large amélioration depuis un premier sondage effectué en 1996. Cependant, un sentiment de manque d'information demeurait, malgré les efforts entrepris. Cofiroute a donc développé plusieurs outils de communication :

- Une exposition dédiée au projet, l'*A86 l'expo* : depuis son ouverture au public en mai 2001, riverains, entreprises, écoles... des Hauts-de-Seine et des Yvelines y sont accueillis par une équipe d'animation et découvrent tous les aspects du bouclage de l'A86 à l'Ouest : historique, organisation des travaux, technologies utilisées, aménagements paysagers et architecturaux, ... jusqu'à la maquette grandeur nature d'un niveau de circulation du tunnel réservé aux voitures. A ce jour près de 100 000 visiteurs y ont été accueillis.
- Un *magazine Le Lien A86*, distribué à 250 000 exemplaires dans les communes directement concernées par le bouclage de l'A86 ou limitrophes, il est conçu pour présenter de façon plus concrète l'avancement de l'A86 aux habitants de l'ouest parisien, aux travers d'interviews, d'articles et de témoignages, dans une démarche permanente d'information et de proximité engagée par Cofiroute dès le début des travaux.
- Un *numéro de téléphone azur* 0810 86 86 86
- Un *site Internet* www.a86ouest.com
- Une *adresse postale* : A86 à l'Ouest, BP 86, 92316 Sèvres Cedex.