



Ministère de l'Équipement,
du Logement, de l'Aménagement
du Territoire et des Transports
DR - DSCR

NOTE D'INFORMATION

Circulation Sécurité
Équipement Exploitation

53

EXPLOITATION SOUS CHANTIER : Autoroute A1 - Reconstruction de la chaussée béton et du PI 22

Auteur : SANEF

Editeur : SETRA / CSTR

Janvier 1988

Le chantier de reconstruction de la chaussée béton et du PI 22 de l'autoroute A1 a nécessité, par sa longueur et l'importance du trafic qu'il a supporté, de nombreuses mesures d'exploitation. Parmi les matériels et techniques d'exploitation, certains ont un caractère innovant qu'il a paru intéressant de promouvoir dans cette note.

Parmi eux, on peut citer :

- l'utilisation d'un séparateur transposable,
- un réseau d'Appel d'Urgence mobile,
- la télésurveillance par caméras,
- des panneaux multimessages radiocommandés,
- des portiques mobiles de signalisation.

I — HISTORIQUE DE LA SECTION ROISSY - VEMARS

La section de l'autoroute A1 comprise entre Roissy et Vemars, longue de 7,300 km, a été construite en 1964. Il s'agit de la plus ancienne du réseau de la SANEF.

Cette section traverse l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle et de nombreux ouvrages, gérés par cet aéroport, franchissent l'autoroute.

A l'origine, l'autoroute A1 avait sur cette section un profil de types 2 x 2 voies avec TPC de 12 m transformé en 1973 en un profil 2 x 3 voies avec TPC de 5 m.

La structure générale des chaussées avant travaux était la suivante :

- dalle de béton 3,5 x 5 non goujonnée de 0,25 m d'épaisseur (béton calcaire),
- grave ciment de 0,15 m,
- sablon non traité :
 - d'épaisseur variable sous les 1^{re} et 2^e voies,
 - de 0,15 m minimum sous la 3^e voie.

La section concédée a supporté en 1986 un trafic moyen annuel de 59 000 véhicules/jour, dont 22 % de poids lourds au sens « péage », soit depuis la construction environ 23 x 10⁶ essieux de 13 t, ce qui est proche d'un trafic TO servant de référence au calcul.



II — PROBLÈMES A RÉSOUDRE

2.1. - La chaussée

La section Roissy/Vémars présentait des dégradations importantes. Ainsi depuis 1977, 767 dalles ont été refaites soit 30 % de la voie lente.

Le traitement s'est accru puisqu'en 1986, 156 dalles ont dû être remplacées.

Il s'agit là d'une pathologie désormais classique sur les chaussées de l'époque, imputable à l'érodabilité de la grave ciment de fondation.

On a pu constater aussi des coefficients de glissance faibles, situés aux limites basses du fuseau national 1980.

2.2. - L'ouvrage d'art (PI 22)

Cet ouvrage se situe en limite de concession.

Il est du type PSIDP* avec précontrainte longitudinale et transversale. Il permet à l'autoroute A1 de franchir l'un des accès principaux à l'aéroport de Roissy - Charles-de-Gaulle (plus de 12 000 véhicules/jour sous l'ouvrage).

En 1985, des désordres au niveau de l'intrados se sont manifestés par des éclats de béton. Des investigations complémentaires menées en 1986, ont permis de déceler des attaques de corrosion, voire des ruptures, de certains câbles sans que l'on puisse quantifier exactement la perte de précontrainte globale de l'ouvrage.

2.3. - Autres problèmes

La SANEF a souhaité la mise en conformité des bretelles sud de l'aire de Vémars, de la signalisation de direction et des équipements de sécurité du PI 22.

D'autre part, elle souhaitait réduire les interventions d'entretien des glissières en TPC.

Enfin, il fallait résoudre simultanément des problèmes de sécurité dont la glissance de la 3^e voie, les zones à changement de devers, nombreuses sur ce parcours, et quatre accès de service supplémentaires devaient être créés.

* Passage supérieur ou inférieur à dalles précontraintes.

III — LE CHOIX DES SOLUTIONS

3.1. - La chaussée

Après avoir fait la liste la plus exhaustive possible des solutions techniques envisageables, il a été fait un recensement de l'ensemble des contraintes imposées par le site et le trafic de l'autoroute A1 dont les principales étaient :

- impossibilité de relever les ouvrages supportant les pistes d'envol de Roissy,
- nécessité de relever 3 ouvrages en cas de rechargement au nord de Roissy,

- nécessité de maintenir pendant le week-end, 5 voies ouvertes à la circulation, en raison de la densité du trafic à cette période.
- nécessité de maintenir en service les aires de service principales de Vémars, incluses dans la section en travaux.

Ces contraintes ont permis de sélectionner un nombre plus restreint de solutions pour lesquelles a été lancé un appel d'offres. Parallèlement, a été définie pour chaque solution, la stratégie d'entretien sous 20 ans afin de pouvoir intégrer dans le jugement des offres les coûts d'entretien prévisibles de chaque solution.

4 entreprises et 4 groupements ont répondu à l'appel d'offres.

La solution la moins chère à l'investissement s'est révélée être la solution « matériaux bitumineux mixte reconstruction sous les pistes / rechargement ailleurs » mais elle présentait les inconvénients suivants :

- nécessité de relever deux ouvrages (+ 1,4 MF),
- incertitude sur le coût réel de l'injection des dalles conservées avant rechargement,
- absence de solution aux défauts de drainage et à la dégradation de la couche de fondation.

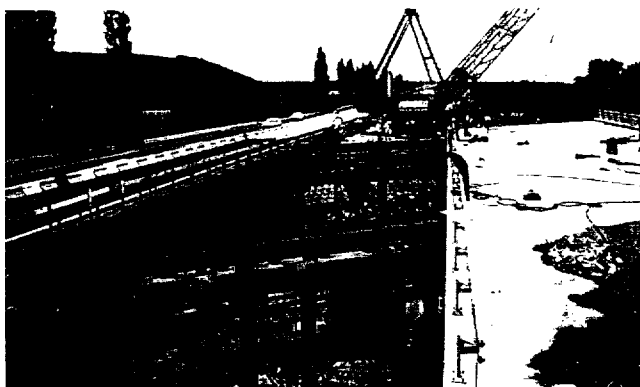
La solution retenue « reconstruction en matériaux bitumineux » s'affranchissait de ces inconvénients pour un coût supérieur de 2,8 MF (sur 80 MF au total).

D'autre part, en intégrant les coûts d'entretien à 20 ans, la comparaison des offres les moins disantes reconstruction béton ou reconstruction noir a ramené à 4 % la différence primitive de 8 % en faveur de la solution noir. De plus, la solution noir présente une souplesse d'exploitation supérieure.

Le marché a donc été attribué en mars 1987 à l'entreprise Viafrance pour la reconstruction des voies lente et médiane en matériaux bitumineux et recouvrement des trois voies d'un tapis de béton bitumineux.

La construction de GBA en TPC a été attribuée par marché séparé au groupement Gaillardat / Beugnet / TSS, moins disant sur cette prestation.

3.2. - L'ouvrage d'art - PI 22



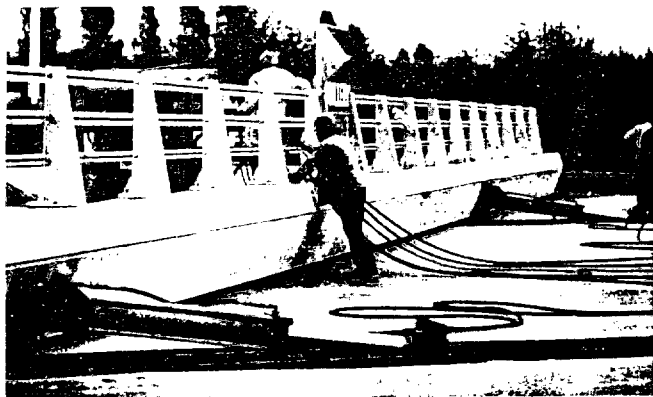
Les difficultés d'auscultation de l'ouvrage et la difficulté résultante d'estimer les réparations nécessaires ont fait éliminer les solutions de renforcement par précontrainte additionnelle.

Au contraire, une reconstruction en 1987 du tablier ouest pouvait être facilement intégrée au chantier de chaussée sans trop de contraintes supplémentaires.

Le chantier devait en outre respecter les contraintes suivantes :

- ne pas réduire le gabarit de la voie d'ADP.
- ne couper la circulation de cette voie que pendant un délai très bref.
- le remplacement du tablier devait être effectué en 10 jours maximum pour être compatible avec le chantier des chaussées.

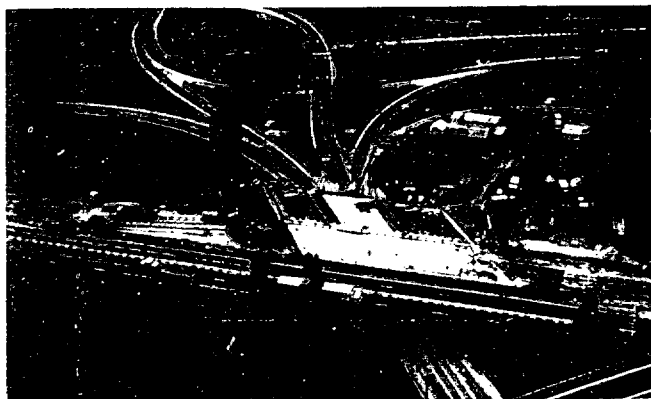
Suite à un appel d'offres, l'entreprise Quillery a été retenue pour réaliser la construction du nouveau tablier à côté du tablier ancien, la démolition de l'ancien et le ripage du neuf à la place de l'ancien.



3.3. - Travaux complémentaires

Avant le lancement du chantier proprement dit, il a fallu :

- renforcer la bande d'arrêt d'urgence et la bande dérasée de gauche de la chaussée Paris-Lille pour pouvoir exploiter cette chaussée en 4/0 avec une plateforme roulable de 14,50 m.
- compléter l'assainissement général de l'autoroute.
- élargir et allonger les bretelles sud des aires de Vémars.
- créer des refuges en TPC et en accotement et des accès de service complémentaire.



— reconstruire l'autoroute localement sur 300 m au droit des aires de Vémars pour pouvoir exploiter les aires de service correctement pendant les travaux d'août.

IV — L'EXPLOITATION

L'importance du chantier, le trafic élevé sur cette section (environ 59 000 veh./j en 1986), le pourcentage élevé de poids lourds (qui peut atteindre 30 %), ont conduit à étudier en détail les problèmes d'exploitation et de sécurité.

4.1. - Choix de la période

Contrairement à certaines sections d'autoroutes fortement sollicitées par des pointes saisonnières, l'autoroute A1 connaît un trafic stable et élevé durant toute l'année.

Néanmoins, on observe en août une diminution significative du trafic PL ainsi qu'un fléchissement des pointes horaires essentiellement liées aux trajets domicile - travail entre le sud de l'Oise et la capitale.

La durée prévisible du chantier a été estimée à 6 semaines. A partir des trafics enregistrés en 1986, il a donc été recherché six semaines consécutives pendant lesquelles le nombre d'heures dépassant les seuils suivants était minimum :

- sens Lille-Paris : 2 000 véhicules/heure.
- sens Paris-Lille : 2 400 véhicules/heure.

Ces seuils correspondaient, dans le sens Lille-Paris, à la saturation de deux files basculées et dans l'autre sens, de deux files rétrécies sans BAU.

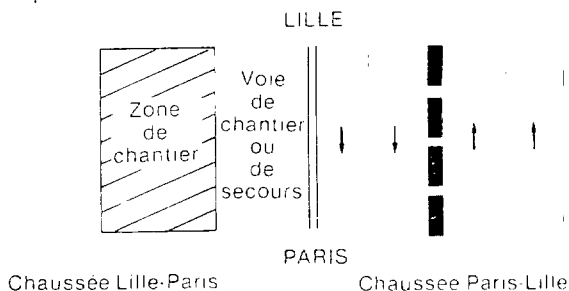
4.2. - Choix du mode d'exploitation

Deux des trois voies de la chaussée Lille-Paris devaient être démolies et reconstruites : il était donc nécessaire de soustraire cette chaussée à la circulation.

La voie rapide, qui était conservée, pouvait être réservée à la circulation de chantier et à l'approvisionnement, ainsi qu'éventuellement à l'acheminement des secours en cas d'accident grave interrompant la circulation sur l'autre chaussée.

La circulation devait donc s'effectuer dans les deux sens sur la seule chaussée Paris-Lille dont la largeur, bande d'arrêt d'urgence comprise permettait la création, de 2 fois 2 voies de 3,25 m.

Exploitation en semaine.



4.3. - Différents modes d'exploitation

Cependant les trafics que l'on pouvait attendre certains jours, notamment le week-end, n'auraient pas permis l'exploitation à une seule chaussée.

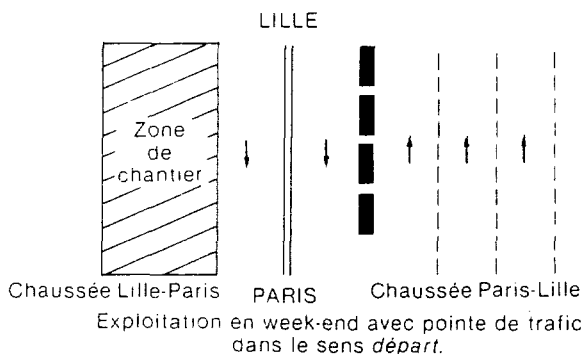
En outre, on aurait risqué, lors d'un bouchon, de bloquer l'accès à l'aéroport Roissy - Charles-de-Gaulle, ce qui, en période de vacances, aurait été intolérable.

D'autre part, la chaussée Lille-Paris était entièrement coupée à la hauteur de Roissy, par la reconstruction du PI 22 et il ne pouvait être envisagé d'ouvrir à cet endroit, une voie de circulation.

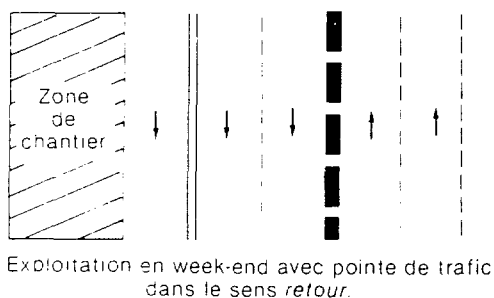
Pour contourner ce problème, une déviation a été ouverte empruntant la voirie de l'aéroport, qui rejoint l'autoroute A1 plus au sud. De même, on a fait varier le nombre de voies affectées à chaque sens.

On pouvait donc, lors de forts trafics, exploiter l'autoroute sur cinq voies, soit (voir schéma) :

- trois voies dans le sens Paris-Lille et deux voies dans le sens Lille-Paris (dont une voie à contresens plus la voie de chantier suivie d'une déviation par l'aéroport).



- deux voies dans le sens Paris-Lille et trois dans le sens Lille-Paris (deux à contresens plus la voie de chantier suivie de la déviation comme ci-dessus).



Ces dispositions ont permis d'écouler le trafic sans difficulté.

Elles ont en revanche nécessité du matériel d'exploitation performant que nous décrivons ci-après.

V — MATÉRIELS D'EXPLOITATION

5.1. - Séparateur transposable

Pour séparer les deux sens de circulation sur la

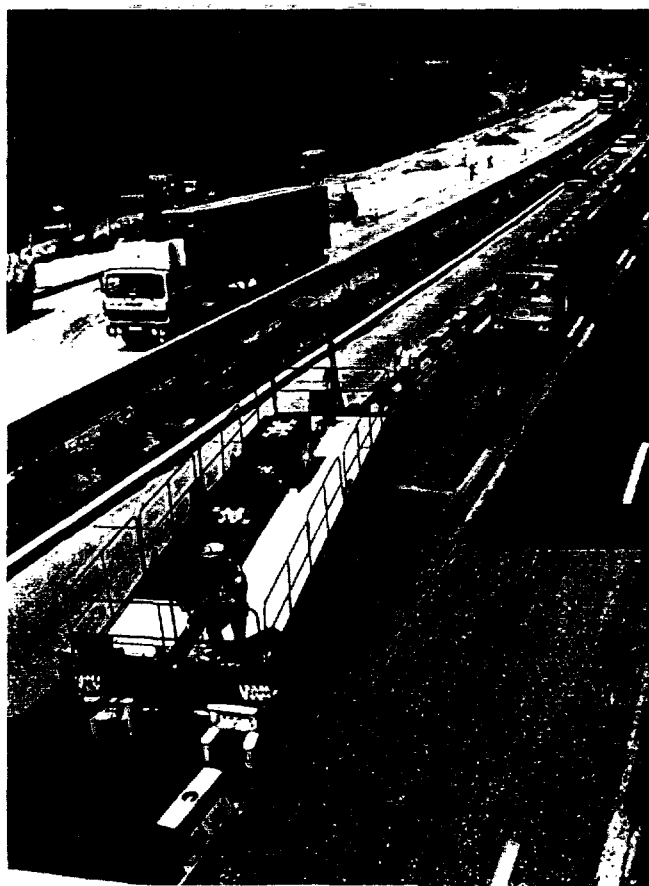
chaussée à double sens, il a été installé un séparateur physique transposable formé de blocs en plastique attelés et remplis d'eau.

Cet équipement a permis tout d'abord de garantir une meilleure sécurité aux usagers circulant à double sens. Par ailleurs, le débit écoulé sur deux voies réduites et basculées à contresens (2 700 véh./j) s'est révélé très supérieur à celui normalement écoulé dans un double sens classique avec séparation des sens par cônes ou balises, vraisemblablement en raison de l'effet sécurisant créé par le séparateur qui entraînait une meilleure utilisation des voies centrales.

Le séparateur physique peut être transposé facilement et permet ainsi de faire varier le nombre de voies affectées à chaque sens de circulation. La transposition demandait entre deux heures et deux heures trente.

Pour cette utilisation, la SANEF a expérimenté une remorque de transposition qui peut être tractée par un véhicule ordinaire.

Le matériel a été fourni par TSS.



5.2. - Réseau d'Appel d'Urgence Mobile

L'interdistance des bornes d'appel d'urgence (2 km), la suppression de la bande d'arrêt sur la chaussée à double sens, l'impossibilité de stationner près d'une borne, le risque de la coupure du câble pendant les travaux n'aurait pas permis l'utilisation du réseau existant.

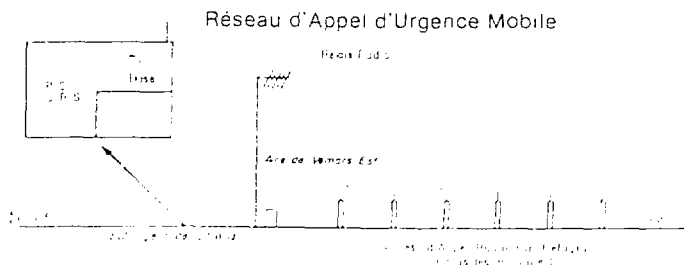
Par ailleurs, il avait été décidé de créer des refu-

ges en empiétant selon le sens soit sur l'accotement soit sur le TPC à intervalle moyen de 800 m et des bornes d'appel d'urgence autonomes y ont été installées.



Un système de ce genre avait été mis en place dans la vallée du Rhône sur un chantier d'élargissement. Mais il n'y avait pas de refuges. D'autre part, les bornes ne disposaient pas de la phonie, et permettaient seulement de localiser un appel sans pouvoir en connaître le motif et surtout sans pouvoir confirmer que le message avait été bien reçu. Cela diminuait considérablement l'efficacité et la rapidité de l'intervention sur place avant d'alerter d'éventuels secours.

Au contraire, les bornes installées par la SANEF, équipées d'un émetteur-récepteur travaillant en phonie, reliées par radio au PC CRS de Saint-Witz, étaient télécommandées depuis celui-ci afin de donner alternativement la parole à l'utilisateur ou au PC.



Le matériel a été fourni par la Société Talco.

5.3. - Télésurveillance par caméras

Compte tenu du niveau de trafic élevé, et pour optimiser les moyens d'information mis en œuvre, il était important de détecter sans retard un incident ou une retenue de circulation. Les usagers pouvaient alors être incités à quitter l'autoroute pour réduire l'importance de la congestion.

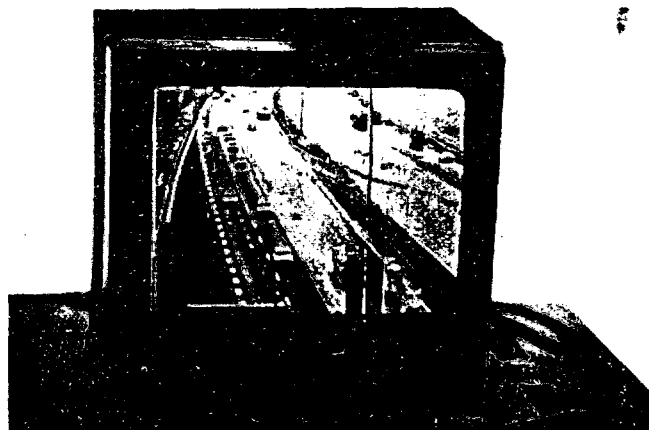
Un système de télésurveillance (fournisseur : Société Serel), comprenant des caméras CCD et une caméra de type militaire à intensification de lumière, a été installé sous les pistes de Roissy.

Les caméras envoient des images fixes (telles des instantanés) qui sont régénérées toutes les 15 secondes environ. Cela permet de transmettre l'image des quatre caméras soit par coaxial si la caméra est à proximité, soit par faisceau hertzien vers un concentrateur-numériseur qui envoie les images par ligne téléphonique ordinaire ou par le Réseau d'Appel d'Urgence vers le PC.



Ces images permettent de juger de l'intensité du trafic, de détecter un véhicule immobilisé et même en cas de trafic dense de constater la formation de bouchon en repérant certains véhicules à l'image.

Ce système présente l'avantage de pouvoir être installé rapidement sur tout chantier où l'on peut disposer du secteur et d'une ligne téléphonique (c'est-à-dire à peu près partout). L'une des caméras est même orientable ce qui permettrait par exemple de surveiller un carrefour.



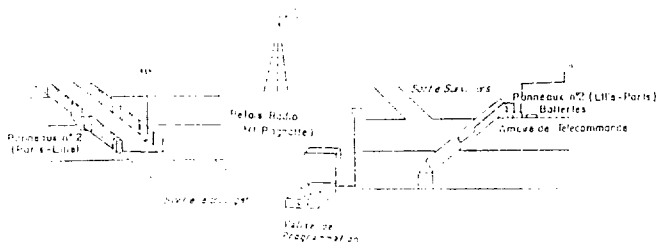
5.4. - Panneaux multimessages radiocommandés

En cas de survenance d'un incident ou accident perturbant le trafic, il était impératif d'en informer au plus vite les usagers arrivant sur la section afin d'éviter si possible les suraccidents dus aux queues de bouchon et d'inviter les usagers locaux connaissant la région à quitter l'autoroute par l'échangeur précédant la section en travaux.

Un matériel spécifique a donc été conçu par la SANEF et installé dans le sens Paris-Lille avant la sortie Le Bourget et dans le sens Lille-Paris avant la sortie Survilliers.

Il se compose de deux panneaux à fibres optiques (fourniture Neuhaus) pouvant être fixés rapidement et facilement sur un garde corps d'ouvrage d'art, un portique fixe ou mobile, un mât télescopique en accotement.

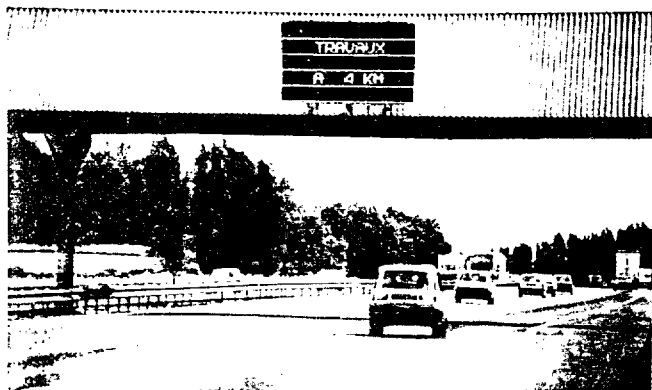
PANNEAUX MULTIMESSAGES RADIOCOMMANDES



Ces panneaux comportent cinq lignes affichant en alternance (lignes 2 et 4 - lignes 1, 3 et 5) des messages programmés au moment de l'installation du panneau sur le site et adaptés à la situation.

ACCIDENT	en alternance	SORTIE
A 10 KM		OBLIGATOIRE
		LE BOURGET
BOUCHON	en alternance	SORTIE
		CONSEILLÉE
		SURVILLIERS

Ces panneaux sont pilotés par une armoire également prévue pour une installation rapide sur site, alimentée soit par le secteur, soit par batteries (avec télédétection de niveau de charge). L'armoire comporte un émetteur-récepteur radio fonctionnant sur la fréquence d'exploitation et dialoguant avec la base par transmission de données.



Le poste de commande, qui se présente sous la forme d'une valise, inclut un micro-ordinateur et un équipement radio-émetteur-récepteur. On peut ainsi composer à l'écran le message souhaité, effectuer et contrôler la transmission.

Un tel système peut être installé en quelques heures en n'importe quel point du réseau.

5.5. - Itinéraire de délestage

Sur l'autoroute est prévu un itinéraire Bis de contournement de la capitale (dit « Route des Belges »). Cet itinéraire est fléché par six panneaux à prismes fournis par SES, dont deux faces sur trois sont normalement utilisées.

La troisième face a donc été revêtue de mentions supplémentaires pour indiquer aux usagers soit un bouchon, soit une coupure de l'autoroute A1 dans le sens Lille-Paris et dans ces éventualités, inciter les VL à emprunter un itinéraire conseillé vers Paris (RN 17 à partir de Senlis).

Chaque situation (bouchon ou coupure) est indiquée sur la moitié des panneaux seulement ce qui permet de maintenir sur les autres le fléchage du « Bis » s'il est en place au moment de l'incident.

	Exemple 1 Autoroute coupée Bis Fermé	Exemple 2 Bouchon Bis Ouvert
Panneau n° 1		BOUCHON vers PARIS Déviation conseillée SEN LIS
Panneau n° 2	AUTOROUTE FERMÉE vers PARIS à 16 km	BIS COURTENAY LYON
Panneau n° 3		Direction PARIS conseillée
Panneau n° 4	PARIS Sortie conseillée	BIS COURTENAY LYON
Panneau n° 5	Bis LYON PARIS	Bis LYON PARIS
Panneau n° 6	Bis LYON PARIS	Bis LYON PARIS

5.6. - Portiques de signalisation mobiles (Société Ellglass) - Panneaux à géométrie variable (Société Polyplac)

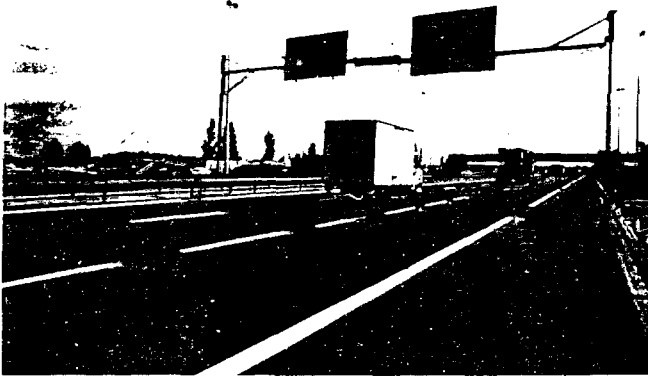
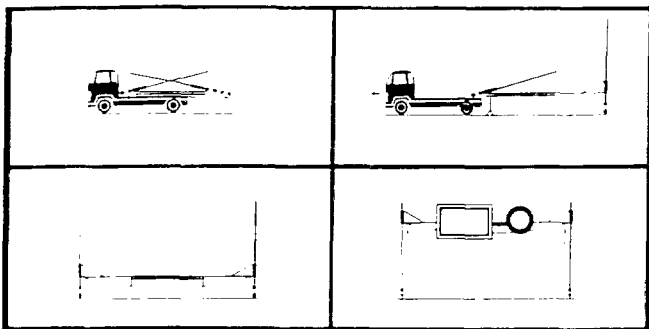
L'importance du trafic PL sur l'autoroute A1 rend illusoire l'efficacité des panneaux placés en

accotement et même le doublement en TPC n'est pas suffisant.

En partant d'un système existant qui ne présentait pourtant pas de caractéristiques suffisantes, la SANEF a mis au point avec un constructeur des portiques de signalisation mobiles capables de porter jusqu'à 12 m² de panneaux.

Ils peuvent s'adapter à une largeur de chaussée de 9 m à 16.50 m par pas de 15 cm. Enfin, leur mise en place ne nécessite aucun moyen de levage et n'impose qu'une coupure de circulation d'une dizaine de minutes.

Un système de volet roulant électrique et de panneaux montés sur glissière permet de s'adapter aux différentes configurations.



Tous les panneaux de type KD installés le long du chantier ont été fabriqués avec des lames d'aluminium de récupération provenant de panneaux accidentés ou modifiés ; cela a permis une économie sensible compte tenu de la surface de signalisation mise en place. Ces panneaux ont été équipés d'un nouveau film rétro réfléchissant classe II. Ils ont également été munis de volets mobiles permettant d'adapter la signalisation aux variations du mode d'exploitation.

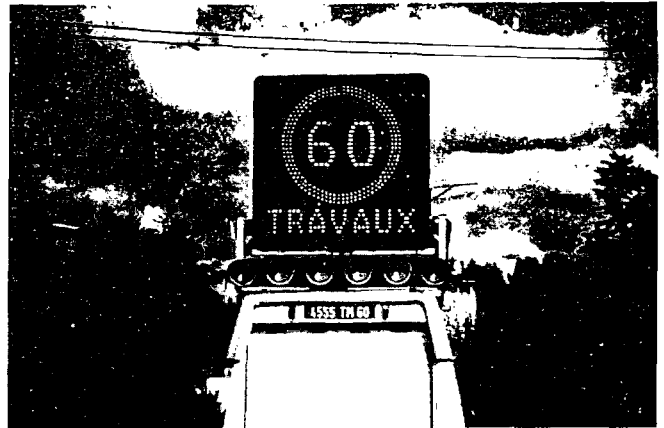
5.7. - Véhicule d'intervention

En cas d'incident ou d'accident il importe, surtout en l'absence de B.A.U. de signaler et protéger au mieux les lieux pour éviter une aggravation de la situation.

C'est pourquoi la SANEF a équipé un fourgon d'intervention de matériels performants :

- panneau à fibres optiques embarqué piloté par microprocesseur (fournisseur SES),
- mât d'éclairage autonome avec groupe électrogène.
- feux défilants autonomes (sans fils) synchronisés automatiquement lors de leur mise en place.

en plus bien entendu, du matériel classique de signalisation et de nettoyage.



5.8. - Information en amont et assistance aux usagers

Aux périodes de plus fort trafic, une opération d'information des usagers a été mise en place à la gare de péage en barrière de Chamant. Des hôtesse remettaient aux usagers un tract illustré expliquant la raison et la nature des travaux, indiquant une déviation que les usagers pouvaient emprunter si les panneaux le leur recommandaient, ainsi qu'un petit paquet de bonbons pour les remercier de leur compréhension.

D'autre part, afin d'augmenter la rapidité des interventions, un garagiste se tenait (sauf aux heures creuses) au PC CRS de Saint-Witz afin de partir immédiatement dès qu'un appel survenait.

6 — LES COÛTS

L'opération totale a été estimée à 105 MF pour les deux sens de circulation, qui se répartissent sensiblement comme suit :

— travaux préparatoires	30 MF
— travaux connexes et GBA	6 MF
— travaux de chaussées	60 MF
— contrôles, études et laboratoires ...	3 MF
— mesures particulières d'exploitation sous chantier	6 MF
TOTAL	105 MF

Le coût d'exploitation représente donc 6 % des travaux. Ce montant comprend les investisse-

ments en matériels qui seront réutilisables pour d'autres chantiers.

7 — CONCLUSION

Tous les moyens mis en œuvre (et peut-être aussi un peu de chance) ont permis d'écouler pratiquement normalement le trafic pourtant élevé de l'autoroute A1.

On peut donc espérer, à la lumière de l'expérience de 1987, que le chantier prévu en 1988 dans l'autre sens n'apportera qu'un minimum de gêne aux usagers.

Cette note a été rédigée par :

André FONTANILLE
Chef de service Sécurité - Exploitation - Signalisation
Société des Autoroutes du Nord et de l'Est de la France
B.P. 73 - 60304 Senlis - Tél. 44.60.00.67 - Télex 140 428

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 92223 BAGNEUX - France
Tél. (1) 42.31.31.31 - Télex : 260763 SETRA BAGNX

Renseignements techniques : D. SUTOUR - C.S.T.R. - Tél. : (1) 42 31.33.52

Bureau de Vente : Tél (1) 42.31.31.55 - (1) 42.31.31.53 - Référence du document : **E 8811**

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **C11**

AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées, le cas échéant, dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.