

# 5



## NOTE D'INFORMATION

AVRIL 1994

# SECURITE DES ACCELERATEURS UTILISES EN VENTILATION LONGITUDINALE DES TUNNELS ROUTIERS

### INTRODUCTION

De nombreux tunnels sont ventilés au moyen d'accélérateurs suspendus au-dessus de la chaussée.

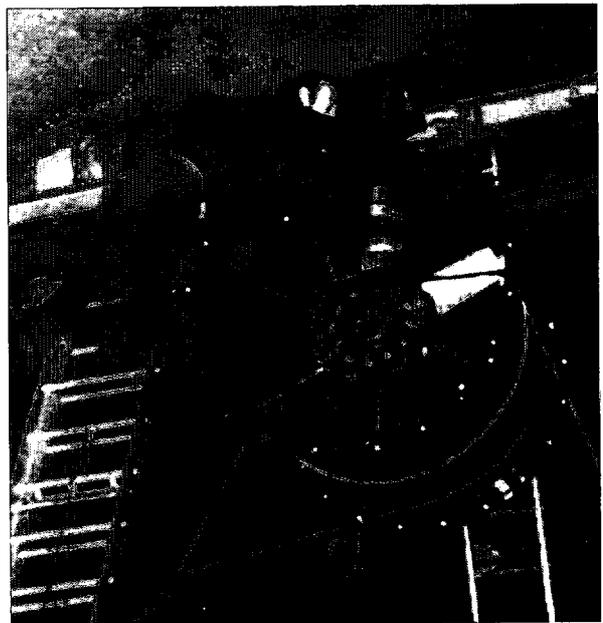
Efficaces et économiques, ces installations nécessitent toutefois des précautions pour garantir leur sécurité. Au fil des années plusieurs améliorations leur ont été apportées, telles que :

- Grillages de protection disposés aux ouïes d'aspiration et de refoulement de l'accélérateur.
- Liaison élastique entre l'accélérateur et son châssis-support fixé à la voûte du tunnel.
- Surveillance vibratoire de l'accélérateur avec arrêt automatique de la machine en cas de danger.

Il semble cependant, au vu d'un accident survenu en 1993 (le quatrième officiellement recensé en France depuis 1968), que des progrès doivent encore être faits en matière de sécurité des installations d'accélérateurs.

La présente note est destinée :

- aux concepteurs de tunnels routiers,
- aux constructeurs et installateurs d'accélérateurs,
- aux gestionnaires de ce type d'installation.



*Intervention  
sur une installation  
d'accélérateur en tunnel*

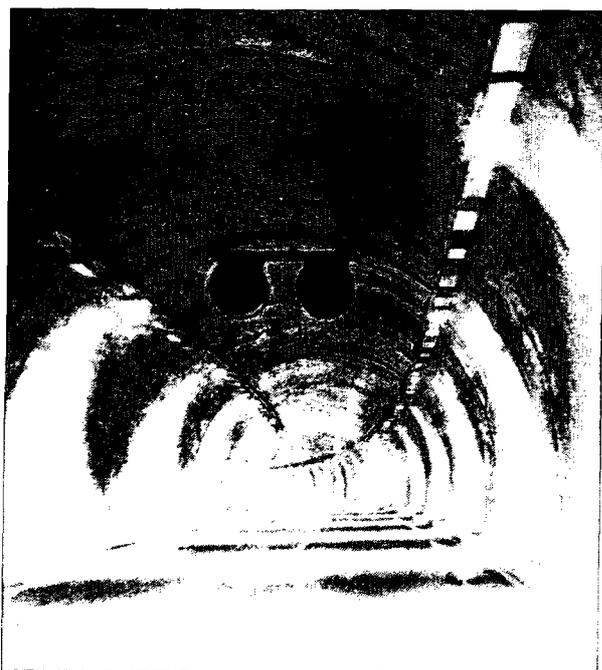
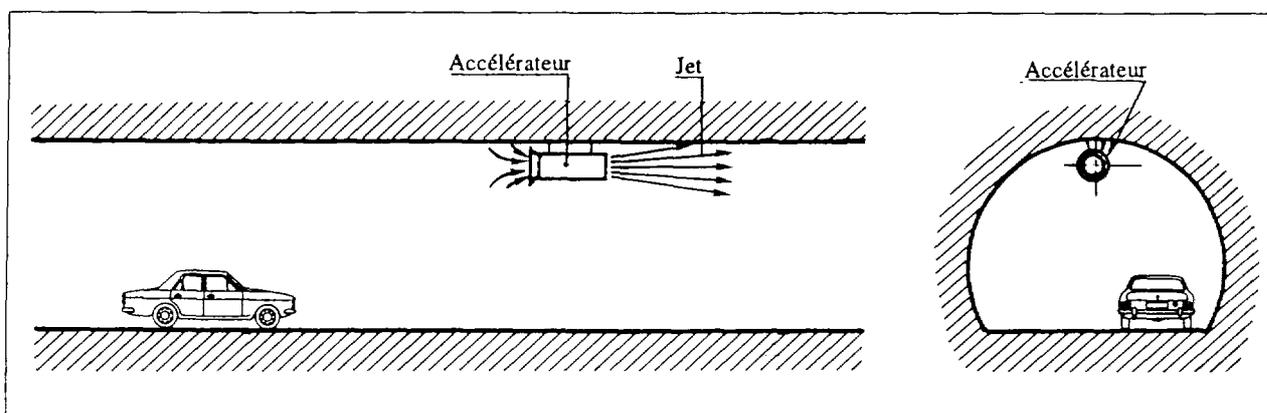
## INTERET ET RISQUES DES ACCELERATEURS

La ventilation longitudinale des tunnels routiers est généralement réalisée à l'aide de ventilateurs spéciaux communément appelés accélérateurs ou, parfois, ventilateurs de jet, ou encore pousseurs. Ces appareils ont pour fonction de pousser l'air dans le tunnel pour assurer le renouvellement nécessaire. Voir la figure ci-dessous.

Depuis sa première utilisation en France, en 1968, le système de ventilation longitudinale par accélérateurs est peu à peu devenu le système le plus utilisé pour les tunnels unidirectionnels.

Actuellement 38 tunnels et tranchées couvertes (totalisant 52 tubes) sont ventilés longitudinalement par accélérateurs. La longueur cumulée des 52 tubes est d'environ 40 km. Le nombre d'accélérateurs en service est voisin de 450.

FONCTIONNEMENT D'UN ACCÉLÉRATEUR INSTALLÉ EN VOÛTE D'UN TUNNEL



Batterie de deux accélérateurs installés en voûte

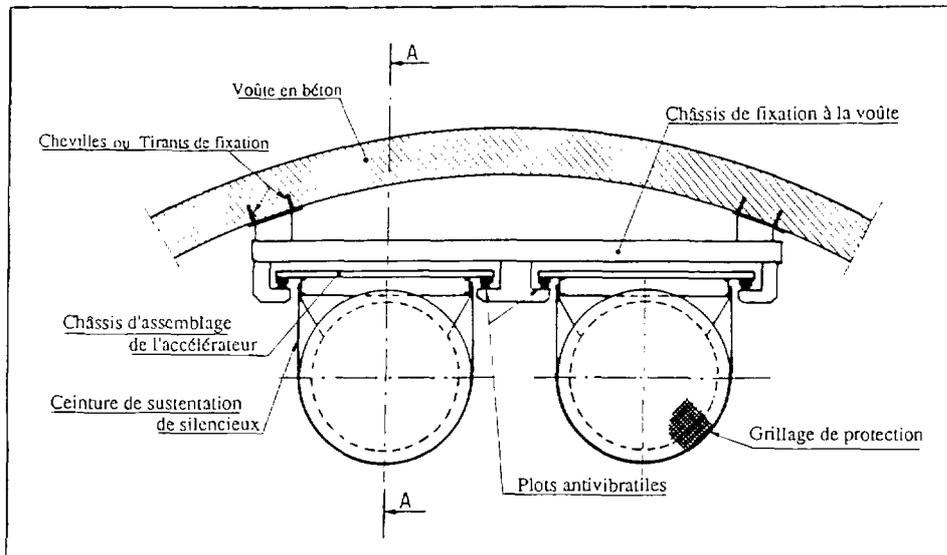
S'il est économique, le système de ventilation par accélérateurs présente aussi quelques inconvénients :

- Les accélérateurs sont des machines tournantes, dont la masse est de l'ordre de la tonne et qui sont suspendus au-dessus des voies de trafic. D'où un risque de conséquences graves en cas de chute sur la chaussée.
- Ils sont entourés de l'atmosphère humide, corrosive et quelque peu poussiéreuse des tunnels ce qui peut affaiblir leur solidité et, par là, compromettre la sécurité des usagers.
- Leur maintenance est rendue onéreuse par les coupures de trafic et les opérations de manutention nécessaires.

Il est à noter que les accélérateurs doivent résister un minimum de temps (généralement 2 heures) à une température limite donnée (généralement 200 °C) pour servir au désen-

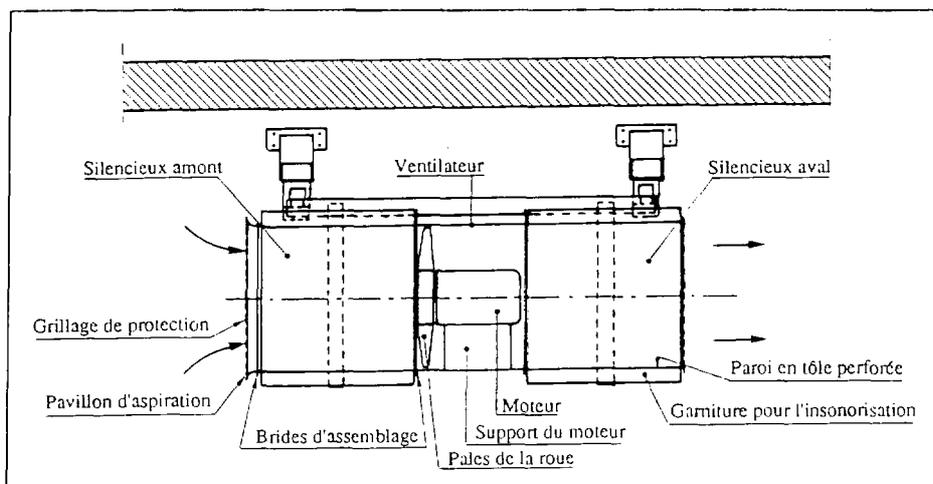
fumage du tunnel en cas d'incendie.

Les figures suivantes illustrent la terminologie utilisée.



EXEMPLE DE BATTERIE DE DEUX ACCÉLÉRATEURS

VUE DE COTÉ D'UN ACCÉLÉRATEUR INSTALLÉ



## PRECAUTIONS A PRENDRE LORS DE LA CONCEPTION ET DE LA REALISATION

### 1. TEST DE SURVITESSE DE LA ROUE DU VENTILATEUR

La roue du ventilateur peut être trop fragile et éclater par fatigue après quelque temps de fonctionnement (cause du premier accident rencontré).

#### Remède :

Un moyen de prévenir cet accident est d'effectuer un test de survitesse de la roue. Voir à ce sujet la norme Afnor NF C 51.111.

#### Précautions complémentaires :

Il faut que l'enveloppe du ventilateur soit assez résistante pour ne pas être perforée ni trop affaiblie en cas d'éclatement de la roue. Il convient de prévoir un jeu minimal entre les extrémités de pales de la roue et l'enveloppe du ventilateur pour tenir compte des écarts de dilatation lors de l'éventuel fonctionnement dans des fumées chaudes.

## 2. GRILLAGES DE PROTECTION

Lors d'un deuxième accident les pales d'une roue de 1 m de diamètre ont été retrouvées sur la chaussée. Il n'a pas été possible de déterminer si la roue était trop fragile ou si un corps étranger avait traversé le ventilateur car celui-ci n'était pas muni de grillages de protection aux ouïes d'aspiration et de refoulement.

### **Remède :**

En plus du contrôle de la robustesse de la roue il convient de munir l'accélérateur de grillages de protection qui empêcheront un corps étranger d'entrer dans la machine. De même, en cas de rupture de la roue, les grillages empêchent les débris de taille importante de tomber sur la chaussée.

## 3. ROBUSTESSE DES SILENCIEUX

L'enveloppe intérieure des silencieux est construite en tôle perforée. Un des accidents passés (1984) a eu son origine dans la corrosion de cette tôle qui, devenue trop mince et fragile a été happée par la roue du ventilateur.

Récemment (1993) l'enveloppe intérieure d'un silencieux, bien que construite en acier inoxydable, a été happée par la roue. Cette fois la tôle même ne fut pas en cause, mais sa fixation sur les couronnes servant d'armature aux extrémités du silencieux était réalisée avec des rivets aveugles en alliage d'aluminium. Une corrosion électro-chimique s'est produite entre ces rivets, l'acier inoxydable et l'acier galvanisé constituant la couronne de fixation. Les rivets ont été progressivement dissous et la tôle a fini par être libérée et entraînée par l'air aspiré.

### **Remède :**

Ces deux expériences conduisent à recommander de veiller non seulement au choix des métaux de construction mais aussi à leur compatibilité chimique dans les assemblages.

Pour ce qui concerne la boulonnerie d'assemblage il est couramment admis actuellement d'utiliser l'acier inoxydable.

## 4. SURVEILLANCE VIBRATOIRE

Les premiers accidents ont montré qu'il fallait absolument munir l'accélérateur d'un dispositif de surveillance vibratoire capable de l'arrêter en cas de vibration dangereuse.

Le dernier accident a révélé que cette surveillance pouvait être illusoire puisqu'elle semble n'avoir pas joué son rôle. Il est de première importance pour la sécurité des usagers de pratiquer des tests de bon fonctionnement de la surveillance vibratoire.

Il se peut que le passage des poids lourds crée des chocs aérodynamiques. En conséquence l'installateur peut être amené à relever le seuil de déclenchement du dispositif de surveillance ce qui implique le risque d'avoir une surveillance finalement trop peu sensible et donc de mauvaise qualité.

Un nouvel effort de recherche est en cours pour améliorer la fiabilité de la surveillance vibratoire.

## SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DES ACCELERATEURS

La surveillance et l'entretien des ouvrages d'art situés sur le réseau national ont fait l'objet d'une instruction technique du 19 octobre 1979 de la Direction des Routes et de la Circulation Routière. Bien que celle-ci vise en premier lieu le génie civil, son fascicule 40 "Tunnel-Tranchées couvertes-Galeries de protection" (novembre 1980) attire l'attention sur la nécessaire vérification des équipements lors de la visite annuelle et de l'inspection détaillée périodique (en principe quinquennale).

Pour celle-ci, il est indiqué :

"Outre les aspects strictement fonctionnels ressortissant aux techniques propres à chaque équipement et faisant l'objet de visites annuelles, leur évolution structurale doit être soigneusement notée, en particulier la corrosion et les altérations dues au vieillissement, aux courants vagabonds, de même que les actions externes, dues à l'évolution du génie civil auquel ils sont intégrés, susceptibles d'en engager la pérennité".

Le Guide du gestionnaire de tunnel routier, publié en Novembre 1982 grâce à une large implication du Groupe de Travail Français des Exploitants de tunnels routiers, insiste sur la nécessité de surveiller les accélérateurs et leurs fixations :

"Pour les accélérateurs placés en voûte ou en plafond, la surveillance [...] peut être effectuée soit à l'occasion de l'entretien préventif, soit lors de visites générales du tunnel sous forme d'un examen visuel des attaches, des parties tournantes et des grillages de protection.

Il convient d'attacher une très grande importance à l'exécution de cette opération, en raison du danger que présenterait la chute sur la chaussée de l'ensemble de l'accélérateur ou de l'un de ses constituants".

Les accidents de ce type survenus au cours des dernières années nous amènent à insister une nouvelle fois sur la nécessité d'une surveillance de la structure et des fixations des accélérateurs.

Il convient probablement d'être plus exigeant que le fascicule 40, qui n'aborde les équipements qu'en termes généraux, et d'effectuer ces vérifications une fois par an, lors de la visite annuelle.

Nous recommandons à nouveau que l'instruction de 1979, même si elle n'est réglementairement applicable qu'aux ouvrages du réseau national (y compris ceux qui sont concédés), soit également utilisée pour les tunnels et tranchées couvertes situés sur les autres réseaux, à l'initiative de leurs gestionnaires.

## EN RÉSUMÉ :

Il est vivement recommandé aux gestionnaires de vérifier une fois par an la structure et les fixations des accélérateurs suspendus au-dessus du trafic, et notamment :

- de surveiller les attaques de corrosion et, le cas échéant, d'examiner les assemblages de métaux de nature différente,
- de vérifier le bon état général de la structure des machines, y compris les éventuels silencieux,
- d'examiner la suspension des accélérateurs et leur ancrage dans la paroi du tunnel,
- de vérifier les dispositifs de protection : contrôle du bon état des grillages de protection, essai de la surveillance vibratoire.

## CONCLUSION

Les faits constatés jusqu'ici montrent, si c'était nécessaire, que les accélérateurs sont des machines potentiellement dangereuses de par leur situation dans le tunnel. Ces appareils doivent être construits et utilisés avec le souci constant de tendre vers le risque nul.

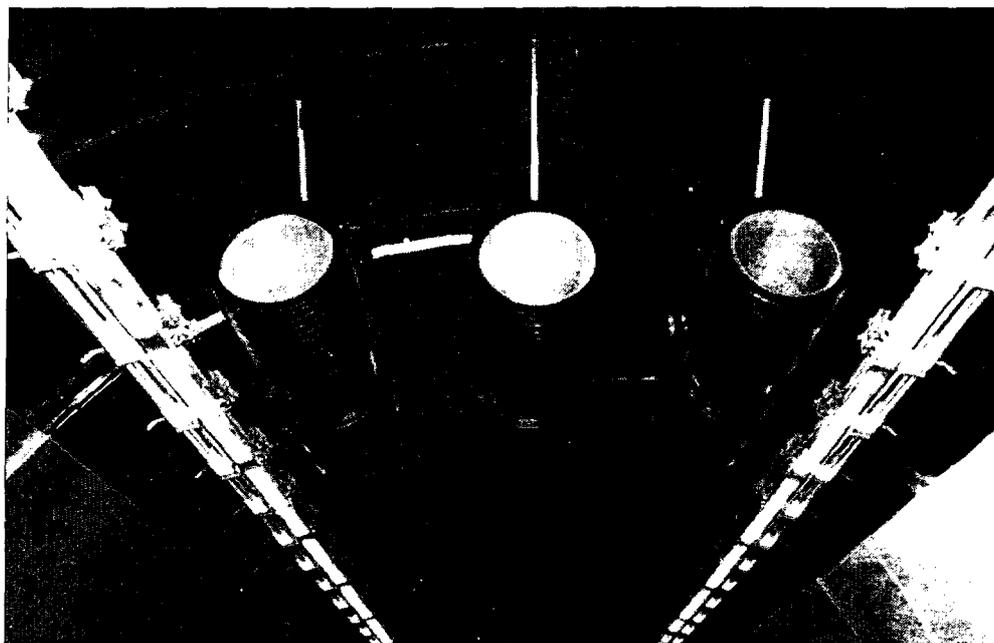
Le cahier des charges doit être rédigé de sorte qu'au moins les accidents énoncés ici ne puissent se reproduire.

Les constructeurs d'accélérateurs doivent avoir connaissance de ces conseils et faire part au CETU de leurs remarques.

L'utilisateur, c'est-à-dire le gestionnaire du tunnel, doit, en s'inspirant des règlements et recommandations exprimés ici, rigoureusement surveiller et assurer la maintenance des accélérateurs. Les coûts de surveillance et de maintenance ne paraissent élevés qu'avant l'accident grave.

## BIBLIOGRAPHIE

- |   |  |
|---|--|
| <p>Norme NF EN 292-1 et 292-2<br/>Sécurité des machines. Notions fondamentales,<br/>principes généraux de conception</p> <p>Norme Afnor C 51.111<br/>Règles d'établissement des machines électriques</p> <p>Guide du gestionnaire de tunnel routier (CETU 1982)</p> <p>Instruction Technique de la DIRECTION des ROUTES<br/>et de la CIRCULATION ROUTIERE<br/>du 19 octobre 1979 et son fascicule 40<br/>"Tunnels - Tranchées couvertes - Galeries de<br/>protection", de novembre 1980</p> <p>Note sur les possibilités d'amélioration de la sécurité<br/>et de la maintenance des ventilateurs par la<br/>surveillance vibratoire (L. ROCHE, CETU,<br/>Réunion GTFE, Le Havre, décembre 1981)</p> | <p>Réflexions sur la réception et l'utilisation<br/>des accélérateurs en ventilation<br/>longitudinale des tunnels (L. ROCHE,<br/>REVUE GENERALE des ROUTES et<br/>AERODROMES, juin 1982)</p> <p>Maintenance des installations de ventilation<br/>(L. ROCHE, CETU, Stage ENPC,<br/>Nice, mai 1983)</p> <p>Enseignements tirés de l'incident survenu dans<br/>une installation (L. ROCHE, CETU, Réunion<br/>GTFE, Paris, octobre 1985)</p> <p>Réalisations récentes de ventilation<br/>longitudinale et problèmes particuliers<br/>(S. LEGRAND, Société CLIMA-NEU,<br/>stage ENPC, Paris, octobre 1991)</p> |
|---|--|



**cette note a été rédigée par :**  
 Louis ROCHE - Unité RECHERCHE VENTILATION  
 CETU  
 109 Avenue Salvador Allende Case n°1  
 69674 BRON CEDEX

### AVERTISSEMENT

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contre partie 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.