




DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT DES YVELINES
SERVICE DÉPLACEMENTS INFRASTRUCTURES TRANSPORTS
ÉTUDES ROUTIÈRES

PROLONGEMENT DE L'AUTOROUTE A12 **JUSQU'AUX ESSARTS-LE-ROI**

EXAMEN DES DISPOSITIONS EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ
DE LA TRANCHÉE COUVERTE DU TRACÉ 2A

Affaire n° 78-EO-0501	Document établi par : Vincent Lucas vérifié par : Pascal Charles	14 janvier 2005	
	D.R.E.I.F. / D.O.A.T. / Groupe Ouvrages d'Art 35 rue de Noailles - B.P. 1115 78011 Versailles Cedex Tél. 01 30 84 98 50 - Fax 01 30 84 98 69 vincent.lucas@equipement.gouv.fr		Indice 1

SOMMAIRE

I-	<i>Objet de la note</i>	3
II-	<i>Présentation de l'ouvrage</i>	3
III-	<i>Examen des dispositions retenues</i>	4
	III-1 Génie civil	4
	<i>III-1-1 Nécessité ou non d'une bande d'arrêt d'urgence</i>	4
	<i>III-1-2 Issues de secours, niches de sécurité et niches incendie</i>	4
	<i>III-1-3 Aménagements aux têtes et aires de retournements</i>	6
	III-2 Equipements de sécurité	7
	<i>III-2-1 Alimentation électrique</i>	7
	<i>III-2-2 Ventilation</i>	8
	<i>III-2-3 Signalisation et dispositifs de fermeture</i>	10
	III-3 Comportement au feu	11
	III-4 Exploitation	12
	III-5 Autorisation aux véhicules transportant des marchandises dangereuses	12
IV-	<i>Conclusions</i>	14

ANNEXES

<i>Annexe n°1</i> :	<i>Prescriptions énoncées, mesures retenues et recommandations formulées</i>
<i>Annexe n°2</i> :	<i>Circulaire n°2000-82 du 30 novembre 2000 (EQU 0010202C)</i>
<i>Annexe n°3</i> :	<i>Caractéristiques de la tranchée couverte</i>

I- OBJET DE LA NOTE

L'autoroute A12 prend fin aujourd'hui à Montigny-le-Bretonneux, au lieu dit « Les Quatre Pavés du Roi » et se raccorde sur la RN10. Son prolongement, sur 16 km environ, entre Montigny-le-Bretonneux et le sud des Essarts-le-Roi permettra de décongestionner les axes existants surchargés aux heures de pointe et en particulier de soulager la RN10 qui a atteint son seuil de saturation dans la traversée de la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines.

Le dossier d'études préliminaires du prolongement de l'autoroute A12 jusqu'aux Essarts-le-Roi date d'avril 1996. Quatre fuseaux ont été envisagés mais se heurtent tous à des difficultés liées au choix du tracé dans la partie comprise entre l'ouest de la commune de Trappes et le nord des Essarts le Roi.

Dans le cadre de ce dossier d'études préliminaires, la Direction Départementale de l'Équipement des Yvelines a demandé à la Division des Ouvrages d'Art et des Tunnels d'examiner les dispositions en matière de sécurité de la tranchée couverte de la variante 2A au regard des nouvelles recommandations, applicables depuis août 2000.

L'objet de cet examen n'est pas de se prononcer sur la faisabilité ou non de cette variante. Au contraire, il s'appuie sur l'instruction technique relative aux dispositions de sécurité dans les nouveaux tunnels routiers (conception et exploitation), annexe n°2 de la circulaire n°2000-63 du 25 août 2000, pour mettre en parallèle les prescriptions énoncées et les mesures retenues par la maîtrise d'ouvrage. Les recommandations formulées le cas échéant le sont par le biais de perspectives visant à améliorer la sécurité. Elles ont porté exclusivement sur les éléments dont la Division des Ouvrages d'Art et des Tunnels a eu connaissance.

De même il n'a pas été abordé les règles de construction relatives à la résistance mécanique et à la pérennité des ouvrages, ni les dispositions et équipements nécessaires pour assurer l'exploitation des tunnels dans le cadre d'un fonctionnement normal.

II- PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage concerné est une tranchée couverte à 2 niveaux de circulation superposés. Elle est située dans le tronçon central du tracé de la variante 2A et est constituée de :

- ❑ 2 piédroits en parois moulées,
- ❑ 1 dalle de couverture en béton armé encastrée sur les piédroits,
- ❑ 1 dalle intermédiaire en appui simple sur les piédroits,
- ❑ 1 radier en appui simple sur les piédroits.

Chaque niveau de circulation est considéré comme un tube, dont les longueurs sont les suivantes :

- ❑ Tube supérieur sens Y : 2 330 m
- ❑ Tube inférieur sens W : 2 700 m

Les caractéristiques sont détaillées en Annexe n°3.

Au sens de l'instruction technique précitée, l'ouvrage est considéré comme un TUNNEL URBAIN À DEUX TUBES UNIDIRECTIONNELS À TRAFIC NON FAIBLE.

I- EXAMEN DES DISPOSITIONS RETENUES

Les principaux points relevés lors de cet examen sont détaillés dans les paragraphes suivants. Pour les autres il conviendra de se reporter au tableau de l'Annexe n°1.

III-1 Génie civil

III-1-1 Nécessité ou non d'une bande d'arrêt d'urgence

La circulation dans chaque tube est unidirectionnelle. Les profils en travers à 3 voies de circulation ne comportent pas de bande d'arrêt d'urgence. La maîtrise d'ouvrage a retenu une bande dérasée de droite de 1,00m de large et un trottoir franchissable de 1,00m. Ainsi la largeur disponible pour le passage de véhicules de secours est de 2,00m. Le dimensionnement de cette largeur n'est étayé par aucune analyse quantitative de la fréquence des pannes, incidents ou accidents et des temps d'intervention pour y répondre.

Par ailleurs les aménagements destinés aux véhicules de secours doivent pouvoir être utilisés par un fourgon-pompe-tonne présentant une longueur de 8m et une largeur de 2,50m.

De plus l'I.C.T.A.V.R.U. impose une bande d'arrêt d'urgence de 2,50m, qui peut être réduite au minimum à 2,25m. Toute largeur en deçà de 2,25m équivaut à sa suppression.

La pertinence de ce choix de profil en travers n'a donc pas pu être vérifiée.

Il existe une disposition intermédiaire entre le profil en travers présenté – comportant une BBD et un trottoir franchissables - et l'adjonction d'une Bande d'Arrêt d'Urgence : l'implantation de garages permettant l'arrêt de véhicules en panne hors des voies circulées. Une telle disposition nécessite d'une part de justifier du point de vue de la sécurité des personnes présentes dans la tranchée couverte l'interdistance entre deux garages consécutifs (celle-ci n'excèdera cependant pas 800m) et d'autre part de s'assurer de l'accessibilité de chaque garage aux personnes handicapées (cf. Annexe n°1 § 2.3 p8, § 2.8 p12 et § 2.9 p12).

III-1-2 Issues de secours, niches de sécurité et niches incendie

1. Les aménagements prévus pour l'évacuation et la protection des usagers et l'accès des secours sont des **communications directes avec l'extérieur**, espacées entre elles de 200m. Ces communications relient, par deux escaliers superposés, les tubes inférieur et supérieur, le tube supérieur à l'air libre.

Ces **communications** doivent répondre aux exigences récapitulées ci-dessous :

- Une largeur minimale de 1,40m et une hauteur minimale de 2,20m. Un sas d'au moins 5m² de surface au sol entre le tunnel et l'issue de secours.
- Les portes doivent s'ouvrir dans le sens tunnel vers l'extérieur et dégager une largeur d'au moins 0,90 m et une hauteur de 2,00m.
- L'issue de secours et le sas doivent permettre le passage d'un brancard de 0,70m de large et de 2,30m de longueur. Les portes du sas doivent pouvoir être ouvertes simultanément pour permettre le passage d'un brancard.

Elles rempliront également les exigences suivantes :

- Les portes situées entre ces communications et le tunnel doivent rester fermées lorsqu'elles ne sont pas utilisées. Elles doivent pouvoir être ouvertes par tout usager qui aurait besoin de pénétrer dans les aménagements.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

- Ces communications ne devront pas pouvoir être empruntées depuis l'extérieur par des personnes non autorisées. Des alarmes pourront être prévues pour détecter l'ouverture des portes, tant depuis l'intérieur du tube que depuis l'extérieur.
- Leur éclairage assurera, lorsque ces aménagements sont utilisés, un niveau minimal d'éclairement de 10lux en moyenne, et de 2lux en tout point
- Alimentation de l'éclairage et de leur signalisation ou signalétique lumineuse par une source d'énergie électrique sans coupure.
- La présence d'escaliers rendra impossible le passage de dévidoir pour la lutte contre l'incendie.
- Les équipements destinés à chaque niche de sécurité peuvent éventuellement être installés avant les portes d'accès aux issues de secours.
- Pour leur permettre de se mettre à l'abri en cas d'accident grave ou d'incendie, les personnes handicapées se déplaçant en fauteuil roulant devront pouvoir franchir le trottoir puis le sas séparant le tunnel des communications avec l'extérieur.
- Des postes d'appels d'urgence pourront être installés à l'intérieur des issues de secours. Ils seront utilisables par les personnes ne pouvant se déplacer qu'en fauteuil roulant.
- Les sas et parois séparant le tunnel de ces communications directes vers l'extérieur devront présenter un degré coupe-feu global CN60.

Seule une Etude Spécifique des Dangers auxquels sont exposées les personnes qui circuleront dans les tubes permettra si l'interdistance de 200m entre deux issues de secours est suffisante.

L'objectif est en effet de faciliter la perception des issues de secours et de permettre aux usagers de les regagner le plus rapidement possible afin de se mettre hors de danger. L'instruction technique ne prescrit pas explicitement d'implanter les issues de secours un seul côté par sens de circulation. Cette disposition ne peut être que recommandée.

Il n'y aurait que 2 issues, aux PR 8+550 et 10+150, à implanter au nord du tracé routier pour assurer cette cohérence.

1. Les **niches de sécurité** ne figurent pas sur les plans et coupes remis. Ces niches de sécurité ne sont pas destinées à protéger les usagers des effets d'un incendie, mais à recevoir entre autres les postes d'appels d'urgence et les extincteurs. Toutes dispositions seront prises pour éviter que les usagers puissent se méprendre sur ce point.

Ces niches de sécurité doivent tout d'abord répondre aux exigences récapitulées ci-dessous :

- Une implantation sur le côté droit de chaque sens de circulation tous les 200m environ à l'intérieur de chaque tube, ainsi qu'à proximité de chaque extrémité. Ces dernières seront de préférence placées à l'extérieur de chaque tube.
- Une largeur minimale de 1,50m, une profondeur minimale de 1,00m et une hauteur minimale de 2,00m sur toute la surface.
- Elles pourront être situées à proximité des issues de secours. Eventuellement les équipements de la niche de sécurité peuvent être installés avant les portes d'accès à ces aménagements.
- Sauf impossibilité, elles ne devront pas être en saillie par rapport à l'alignement des piédroits. Si exceptionnellement elles le sont, elles devront respecter les exigences du paragraphe 2.5 de l'instruction technique.
- Il est vivement recommandé de les munir de portes permettant de limiter le niveau de bruit à l'intérieur et de protéger les équipements de la salissure. L'ouverture de celles-ci ne devra pas engager le gabarit latéral de circulation des véhicules - qui comprend la bande d'arrêt d'urgence lorsqu'elle existe.

Ensuite les exigences suivantes devront être respectées :

- Alimentation de leur signalisation ou signalétique lumineuse par une source d'énergie électrique sans coupure.
- Des prises électriques seront prévues. Elles comporteront au moins une prise secteur 1P+T+N d'un minimum de 2,5 kVA et une prise puissance 3P+T+N d'un minimum de 12kVA.
- Les appareils de lutte contre l'incendie sont placés de préférence dans des niches distinctes des niches de sécurité. Cette disposition est obligatoire dans le cas où ces dernières sont munies de portes.
- Des extincteurs portatifs normalisés, au nombre de deux, d'une capacité unitaire conseillée de 6kg et de performance au moins 13A et 183B, seront placés dans les niches de sécurité. Il est recommandé d'utiliser des extincteurs à eau avec additif.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

- *Accessibilité depuis la chaussée sans dénivellation de plus de 0,25m.*
- *Les niches de sécurité situées dans les garages seront accessibles aux personnes ne pouvant se déplacer qu'en fauteuil roulant.*
- *Les postes d'appels d'urgence seront utilisables par les personnes ne pouvant se déplacer qu'en fauteuil roulant.*

1. Les **niches incendie** sont également à implanter. Elles doivent en premier lieu répondre aux exigences récapitulées ci-dessous :

- *Une implantation d'un seul côté et un espacement de 200m environ.*
- *Les dimensions des niches incendie devront respecter les dispositions relatives au volume de dégagement prescrit par la norme NFS 62-200 relative au matériel de lutte contre l'incendie – poteaux et bouches d'incendie – règles d'installation*
- *De préférence, les niches incendie et leur équipement ne feront pas saillie par rapport à l'alignement des piédroits. Si elles le font, elles devront respecter les exigences du paragraphe 2.6 de l'instruction technique.*

En second lieu elles satisferont aux exigences suivantes :

- *Alimentation de leur signalisation ou signalétique lumineuse par une source d'énergie électrique sans coupure.*
- *Si les niches de sécurité sont munies de portes, les niches incendie accueilleront les appareils de lutte contre l'incendie.*
- *Des appareils d'incendie de type bouche ou poteau d'incendie disposant de 120m³ à la pression de 0,6MPa seront installés tous les 200m environ. Dans le cas d'un tunnel présentant une dénivellation, on admettra une fourchette de 0,4 à 0,8MPa. Le débit à la sortie d'un point d'eau devra être de 60m³/h. Deux points d'eau doivent pouvoir être utilisés simultanément. Lorsque des surpresseurs sont installés, le débit requis devra pouvoir être obtenu en cas de panne de l'un d'entre eux.*
- *La canalisation d'eau ne devra pas être en matière plastique. L'ensemble devra être protégé contre les effets du gel. La canalisation d'eau pourra être remplacée par des piquages sur le réseau de distribution publique.*
- *L'alimentation devra pouvoir être maintenue, avec au moins la moitié de sa capacité, en cas de rupture locale d'une canalisation.*
- *Des colonnes sèches pourront être utilisées, à condition qu'elles débouchent à l'extérieur à moins de 60m d'une borne incendie. La longueur en traînage des colonnes sèches ne devra pas excéder 800m.*

1. Une **signalisation ou signalétique lumineuse permanente** sera mise en place pour signaler à l'attention des usagers les dispositifs de sécurité à leur disposition tels que postes d'appels d'urgence, extincteurs, issues de secours, garages.

III-1-3 Aménagements aux têtes et aires de retournements

Le profil en travers de la tranchée couverte a tracé retenue présente deux niveaux superposés. Aucune disposition de communication entre tubes ou de retournement pour les véhicules de secours ne figure parmi les plans et coupes.

Dans les tunnels de plus de 1 000m de longueur, il convient de permettre tous les 800m environ le passage des véhicules de secours d'un tube à l'autre s'il y a deux tubes et que cette disposition est possible, ou leur retournement dans les autres cas.

Lors des précédentes études relatives à la variante 2D, le retournement des véhicules de secours était l'hypothèse retenue.

Si tel est le cas pour la variante 2A, **le tracé en plan sera complété par des retournements en marche arrière** de 3,50m de hauteur maximum, distants les uns des autres de 800m environ. Les dimensions de tels élargissements dépendent de la largeur roulable dans le tube et de la giration du fourgon fourgon-pompe-tonne dont le rayon de braquage est de 19m.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

Il sera prévu à l'extérieur à proximité des têtes, sur la droite des voies entrantes, et en dehors des voies de circulation, un emplacement de 12m de longueur sur 3m de largeur pour le stationnement d'un véhicule des services de secours.

En outre, pour les tunnels à deux tubes, un aménagement permettant aux véhicules de secours de passer d'une chaussée à l'autre sera prévu à l'extérieur à proximité de chaque tête. Si les dispositions ci-dessus ne sont pas envisageables à proximité immédiate des têtes, elles seront reportées dans une zone aussi proche que possible.

Le tracé en plan sera complété par :

- **Deux emplacements de stationnements de véhicule de secours**, un à l'extérieur à proximité de chaque tête de tube, de 12m de longueur sur 3m de largeur chacun.
- **Des dispositions pour passer d'une chaussée à l'autre** à proximité immédiate de chaque tête ou à défaut dans une zone aussi proche que possible.

Les têtes des tubes inférieur et supérieur sont éloignées à une extrémité de 150m et de 250m à l'autre. Le décalage est suffisant pour qu'en cas d'incendie les fumées n'envahissent pas l'autre tube.

Au niveau des têtes du tube inférieur, la demi-chaussée supportant ce sens de circulation est 7m en contrebas de celle du sens opposé. Si des fumées s'échappaient de l'une des têtes du tube inférieur, elles se répandraient dans leurs mouvements ascensionnels sur la demi-chaussée supérieure, réduisant la visibilité non seulement des usagers entre eux mais également des équipements de signalisation implantés pour leur sécurité.

Le piédroit intérieur des trémies d'extrémité pourrait par exemple être surélevé sur 40 à 50m de part et d'autre de la tête du tube inférieur de manière à empêcher que les fumées, dans leurs mouvements ascensionnels, n'envahissent la demi-chaussée opposée. Les 10 à 20 mètres de part et d'autre auront une hauteur de 6m, avant de décroître progressivement à chaque extrémité.

Le tracé en plan et le profil en long seront complétés en ce sens.

III-2 Equipements de sécurité

III-2-1 Alimentation électrique

Afin que les usagers puissent se mettre hors de danger et que les premiers secours puissent intervenir en cas d'incident ou d'accident survenant lors d'une coupure de l'alimentation électrique extérieure, les équipements de sécurité indispensables seront alimentés par une source d'énergie électrique sans coupure.

Ce dossier n'est pas suffisamment avancé pour que ce point développé. Le détail de ces équipements, les moyens préconisés et les autonomies demandées figurent en annexe n°1 (§ 3.1.1 pp14-15). Il sera à prendre en compte lors des phases d'études ultérieures.

Le système d'alimentation électrique devra être maintenu en cas de :

- Coupure du réseau, par exemple au moyen d'une double alimentation assurée par deux liaisons issues de départs distincts du distributeur ou par la mise en place d'un groupe électrogène d'une autonomie d'au moins quatre heures.
- Défaillance partielle du matériel, par exemple en doublant les transformateurs afin d'assurer leur secours mutuel.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

Cette alimentation électrique devra pouvoir reprendre le fonctionnement des équipements alimentés par la source sans coupure décrite précédemment et devra notamment assurer à pleine puissance le fonctionnement de la ventilation de l'installation de désenfumage d'un seul tube, même si le tunnel en compte deux. Le détail de ces équipements, des puissances demandées figurent en annexe n°1 (§ 3.1.2 p15).

Les études relatives à l'alimentation électrique de chaque composante de l'ouvrage, depuis les départs du distributeur jusqu'aux mesures de secours exigées sont complexes.

C'est pourquoi un avis défavorable est émis pour alerter la maîtrise d'ouvrage.

Dès à présent il est recommandé de :

- **Recenser les réseaux** d'électricité susceptibles d'alimenter la tranchée couverte.
- **Estimer la puissance électrique totale nécessaire.**
- **Dimensionner les locaux électriques** d'alimentation et/ou de transformation, en fonction des besoins estimés et des préconisations de sécurité exposées.
- **Calculer les surfaces nécessaires.**
- **Planter ces locaux électriques**, en évitant la partie supérieure et l'aplomb de piédroits de la tranchée couverte.

III-2-2 Ventilation

Les dimensions de la tranchée couverte envisagée imposent une ventilation artificielle. Elle revêt deux aspects : maintenir la qualité de l'air en situation d'exploitation normale et désenfumer le tube en cas d'incendie.

Ce second aspect est appelé ventilation de désenfumage. Elle répond aux objectifs suivants en cas d'incendie :

- Permettre aux usagers d'assurer leur propre sauvegarde, en leur donnant plus de facilité pour percevoir les issues ou abris mis à leur disposition et s'y rendre.
- Une fois les secours arrivés, faciliter l'action de ceux-ci pour venir à l'aide des usagers qui n'auraient pu se mettre hors de danger et pour attaquer le feu.

Le système de ventilation de désenfumage retenu par la maîtrise d'ouvrage est de type longitudinal. Il présente des implantations pour les futures batteries d'accélérateurs, situées tous les 300m à l'intérieur de l'ouvrage dont deux sous bossage et une extraction massive des fumées, dénommée « sous-station de désenfumage » et implantée à mi-distance au PR 8+850.

La mise en œuvre de la ventilation de désenfumage dépend des conditions de circulation dans le tube considéré et de la distance entre les stations d'extraction massive.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

Pour le dimensionnement d'un système de ventilation longitudinal, 4 cas sont possibles :

Distance entre deux stations d'extraction massive	En l'absence de congestion dans le tube	En présence de congestion dans le tube
$D \leq 500m$	<p>Une mise en œuvre <u>aussitôt que possible</u> au régime nominal de la ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ En amont du foyer une vitesse W du courant d'air d'au moins 3m/s dans le sens de la circulation. ○ Extraction massive des fumées par la station la plus proche à l'aval du foyer. 	<p>Une mise en œuvre <u>aussitôt que possible</u> au régime nominal de la ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ En amont du foyer une vitesse du courant d'air W d'au moins 3m/s dans le sens de la circulation. ○ Extraction massive des fumées par la station la plus proche à l'aval du foyer.
$500m \leq D \leq 800m$	<p>Une mise en œuvre <u>autant que possible</u> au régime nominal de la ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ En amont du foyer une vitesse W du courant d'air d'au moins 3m/s dans le sens de la circulation. ○ Extraction massive des fumées par la station la plus proche à l'aval du foyer. 	<p>Une mise en œuvre en deux phases de la ventilation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>D'abord</i>, en amont du foyer une vitesse de courant d'air W réduite de l'ordre de 1 à 2m/s dans le sens de la circulation. ○ <i>Et en même temps</i>, extraction massive des fumées par la station la plus proche à l'aval du foyer. ○ <i>Une fois les usagers en lieu sûr</i>, en amont du foyer une vitesse du courant d'air W d'au moins 3m/s dans le sens de la circulation <u>et</u> en aval de la station d'extraction massive en fonction une vitesse du courant d'air $W \geq 1m/s$ dans le sens opposé de circulation. <p><u>Le contrôle de la vitesse longitudinale de l'air revêt une importance particulière.</u></p>

L'exploitation de la ventilation en deux phases en cas de congestion est délicate et suppose :

- a. Un niveau de permanence et de surveillance élevé, ce qui est le cas (*cf. § III-5*).
- b. Un équipement suffisant en anémomètres.
- c. Une action humaine pour mettre en route le second régime de ventilation - une fois les usagers en lieu sûr - et décrit ci-dessus.
- d. Une maintenance très suivie des équipements.
- e. Des équipements en détection automatique d'incident, bien que non obligatoire si le niveau de permanence et de surveillance est approprié, sont recommandés.

Le débit volumique d'air frais à extraire par de chaque station du tube supérieur ou inférieur sera de $440m^3/s$. En considérant une vitesse optimale au droit des extractions de 15m/s, les surfaces nécessaires pour les tubes supérieur et inférieur seront de $29,33m^2$.

La présence de deux niveaux de circulation superposés rend impossible l'extraction en plafond et le rejet direct des fumées produites dans le tube inférieur. Pour ce tube une extraction latérale en piédroit ou un rejet décalé du point d'extraction sera recherché.

- DOCUMENT PROVISOIRE -

La seconde solution impose un transit des fumées produites par une gaine dédiée avant rejet. Il est vraisemblable que les emprises disponibles et les surfaces nécessaires à chaque station d'extraction massive conduisent à des longueurs de gaine importantes ou à regrouper en un même lieu plusieurs stations. De tels choix s'apparentent davantage au dimensionnement d'un système de ventilation transversal.

C'est pourquoi la **ventilation de désenfumage du tube inférieur par un système transversal est à privilégier**. Les batteries d'accélérateurs seront remplacés par des gaines en plafond pour l'insufflation d'air frais et l'extraction d'air vicié ou le cas échéant de fumées. Des stations de ventilation seront à prévoir à chaque tête et à l'emplacement de la sous-station présentée.

L'importance de la ventilation pour le désenfumage des tubes a conduit à émettre un avis défavorable pour alerter la maîtrise d'ouvrage.

La **revanche de protection**, au sens de la circulaire du 17 octobre 1986, sera, quel que soit le système de ventilation de désenfumage retenu par la maîtrise d'ouvrage, au minimum de 0,50m.

III-2-3 Signalisation et dispositifs de fermeture

1. Une signalisation permettant d'interdire l'accès de l'ouvrage en cas de besoin doit être prévue à une cinquantaine de mètres avant chaque entrée, distance à adapter en fonction des contraintes du site (visibilité de la signalisation à l'approche, visibilité de la tête de tunnel depuis le point d'arrêt, etc.). Cette distance est nécessaire pour permettre l'accès et les manœuvres des services de secours.

La signalisation d'arrêt (y compris la pré-signalisation associée) doit être intégrée au système global de gestion du trafic de l'itinéraire sur lequel est situé le tunnel, afin d'orienter les usagers vers d'autres itinéraires bien avant l'entrée. Cette signalisation sera complétée par un dispositif télécommandé de fermeture physique (barrière) et par un PMV permettant d'informer les usagers des raisons pour de la fermeture. La signalisation sera si nécessaire renforcée pour limiter le risque d'accident dû à la fermeture d'une barrière.

Même si à ce stade des études il n'est pas demandé la définition du système de fermeture physique de chaque tube, son implantation devrait être étudiée en terme de visibilité et d'emprises nécessaires.

2. A l'intérieur des tubes des feux seront placés tous les 800m environ afin de faire arrêter les usagers circulant dans le tunnel au moment où l'alarme est reçue. Chaque feu sera associé à un PMV permettant d'informer les usagers des raisons de l'arrêt.

La signalisation doit comporter des signaux d'affection de voies en amont de l'ouvrage (au moins 2 lignes), puis à la tête, et ensuite à l'intérieur du tunnel avec une interdistance de l'ordre de 200m, interdistance susceptible d'être réduite de façon à assurer la continuité de la lisibilité de la signalisation.

L'implantation dans les tubes de signaux d'affection de voies, de feux d'arrêt des véhicules et des PMV associés est de nature à remettre en cause ponctuellement la hauteur libre de la tranchée couverte.

3. Dans un tube normalement unidirectionnel, si une circulation bidirectionnelle est admise dans certaines situations d'exploitation, la signalisation et la signalétique devront prendre en compte ce type de circulation, au moins de façon simplifiée.
4. La **revanche de protection**, au sens de la circulaire du 17 octobre 1986, sera de 0,50m.

III-3 Comportement au feu

Réaction au feu et résistance au feu sont deux notions distinctes. La réaction au feu d'un matériau est son aptitude, dans des conditions spécifiées, à participer, notamment par sa propre décomposition, au feu auquel il est exposé. La résistance au feu d'un élément est son aptitude à conserver, malgré le développement d'un incendie, dans des conditions spécifiées et pendant une durée déterminée, l'ensemble des propriétés nécessaires à son utilisation.

Les matériaux de construction des structures et de second œuvre du tunnel, exception faite des éléments de chaussée, les matériaux utilisés en revêtement intérieur doivent être de **classe M0 du point de vue de la réaction au feu**.

La résistance au feu des structures et des équipements vise les principaux objectifs suivants :

- Protéger les usagers qui ont pénétré dans les aménagements d'évacuation, pendant le temps nécessaire pour gagner la sortie.
- Assurer la protection des usagers réfugiés dans des abris, s'il en existe, et permettre leur évacuation par les services de secours.
- Ne pas mettre en danger les services de secours, et notamment les pompiers, pendant le temps pour l'action des secours.
- Maintenir l'alimentation électrique et les communications de part et d'autre du foyer pendant la durée maximale d'incendie.
- Éviter toute inondation ou tout envahissement du tunnel par le terrain encaissant à caractère catastrophique pendant la durée maximale d'incendie.
- Protéger les éventuels ouvrages ou bâtiments proches ou en surface pendant la durée maximale d'incendie.

Il est prématuré de mener des calculs de résistance au feu en l'absence dimensionnement du portique.

L'importance de la résistance au feu des structures principales pour la sécurité des usagers, des services de secours a conduit à émettre un **avis défavorable pour alerter la maîtrise d'ouvrage**.

Sur toute la longueur de la tranchée couverte, la présence en bord d'ouvrage de voies ferrées et d'immeubles et les conséquences d'une rupture de la dalle de couverture ou de la dalle intermédiaire imposent un **niveau de résistance au feu N3, niveau maximal**, pour :

- **Les 2 piédroits** en parois moulées,
- **La dalle de couverture** en béton armé encastrée sur les piédroits,
- **La dalle intermédiaire** en appui simple sur les piédroits,

Le **radier** en appui simple sur les piédroits sera quant à lui de niveau de résistance au feu de niveau N0 sauf si son rôle structurel est avéré.

Les stipulations relatives aux structures de second œuvre protection contre la chute d'équipements suspendus en plafond – dont la signalisation verticale - sont détaillées en annexe n°1 (§ 4.3.2 et 4.3.3 pp31-33) afin de guider la maîtrise d'ouvrage dans ses choix lors des stades ultérieurs des études.

Toute réserve est émise quant à la reconstructibilité après travaux des entrepôts frigorifiques. De même les passages sous remblais ou ouvrages devront faire l'objet d'études le moment venu.

III-4 Exploitation

Suivant les besoins découlant des caractéristiques du tunnel et de son trafic, les fonctions de permanence et de surveillance éventuelle en salle sont assurées selon l'un des quatre degrés, de la permanence simple (degré D1) à la surveillance humaine permanente (degré D4).

Une surveillance humaine permanente est obligatoire pour les tunnels urbains de plus de 1 000m de longueur.

Compte tenu des longueurs de chaque tube, exposées au chapitre II, **le degré maximal de permanence et de surveillance D4 sera exigé**. Il conviendra de tenir compte de ce degré de permanence et de surveillance, et de ce qu'il implique, dans les études ultérieures.

L'annexe n°1 (§ 5.1 à 5.4 pp36-38) expose les autres dispositions qui relèvent de l'exploitation.

Compte tenu de la présence de deux tubes superposés, un incident ou accident dans l'un des tubes devrait entraîner l'interruption de la circulation dans le second.

Dans un tube normalement unidirectionnel, si une circulation bidirectionnelle est admise dans certaines situations d'exploitation, la signalisation et la signalétique devront prendre en compte ce type de circulation, au moins de façon simplifiée.

III-5 Autorisation aux véhicules transportant des marchandises dangereuses

Afin de garantir la sécurité tant des personnes circulant dans le tunnel que celle des riverains, une analyse comparative de risques liés au passage de véhicules transportant des marchandises dangereuses devra être menée par la maîtrise d'ouvrage.

Cette analyse a pour but l'évaluation quantitative des risques générés par le transit de telles marchandises sur l'itinéraire actuel mais également sur ce prolongement autoroutier et sur les itinéraires alternatifs en cas d'interdiction du tunnel.

Cette question ne semble pas avoir été abordée. C'est pourquoi il est recommandé de réaliser une première analyse comparative à partir des données recueillies d'une part pour quantifier ces risques – en sachant toutes les incertitudes liées à la précision des études – et d'autre part pour évaluer les mesures que ces risques sont susceptibles d'induire sur cette opération de prolongement de l'autoroute A12. Cette analyse pourrait par la suite être affinée lors l'établissement des différentes phases d'études.

La circulaire n°2000-82 du 30 novembre 2000 relative à la réglementation de la circulation des véhicules transportant des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers du réseau national – qui annule et remplace la circulaire n°76-44 du 12 mars 1976 – apporte une aide méthodologique à la quelle il est conseillé de se reporter (Annexe n°2).

- DOCUMENT PROVISOIRE -

Les conclusions de cette première analyse devraient permettre à la maîtrise d'ouvrage de poursuivre les études selon l'un des trois cas suivants :

❑ **Accès interdit à tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses.**

Ce cas renvoie à l'examen mené aux chapitres précédents. Bien qu'une disposition supplémentaire ne soit à prendre en compte, elles pourraient constituer des réponses à des risques particuliers identifiés par la maîtrise d'ouvrage.

❑ **Accès interdit aux véhicules transportant des produits explosifs ou facilement inflammables.**

Un système de ventilation longitudinal avec extractions massives sera privilégié. En général un système semi-transversal ou transversal, même au prix d'un surdimensionnement considérable de l'installation, ne pourra garantir la maîtrise des conséquences d'un incendie de marchandises dangereuses.

Les prescriptions en matière de ventilation de désenfumage énoncées au paragraphe III-2-2 restent, dans ce cas, valables.

Bien que le degré de surveillance et de permanence soit déjà maximal, les moyens de surveillance de détection et d'alerte seront renforcés. L'interdistance entre issues de secours sera justifiée.

L'annexe n°1 (§ 7.1 à 7.5 pp39-45) expose les autres dispositions.

❑ **Accès autorisé à tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses.**

De même un système de ventilation longitudinal avec extractions massives sera privilégié. En revanche Les prescriptions en matière de ventilation de désenfumage sont désormais plus contraignantes. Elles sont précisées au énoncées au paragraphe dans l'Annexe n°1 (§7.3.1 pp42-43).

Un système d'assainissement pour récolter les liquides inflammables ou toxiques répandus suite à un accident est obligatoire. Il comprendra :

- Un caniveau à fente continue.
- Un collecteur dans lequel transiteront tous les liquides récoltés via le caniveau, enterré par tronçons indépendants de l'ordre de 50m. Au droit de chaque raccordement, un siphon sera aménagé entre le caniveau et le collecteur afin d'arrêter les flammes. La présence permanente de liquide sera assurée, afin que les siphons soient toujours en état de remplir cette fonction. Les dispositifs de fermeture des siphons seront aussi étanches que possible. Aucun raccordement ne devra être situé à moins de 10m d'un appareil d'incendie, d'une niche de sécurité, ou d'un accès vers un aménagement pour l'évacuation et la protection des usagers et l'accès des secours. En cas de profil transversal de la chaussée en toit, on prévoira un caniveau de chaque côté. Chaque tronçon de caniveau devra être capable d'absorber un volume de 5m³ en 1mn. Les siphons et le collecteur devront permettre d'évacuer un débit de 100l/s.
- A chaque point bas et à la sortie du tunnel, le collecteur sera relié à travers un siphon à une fosse de récupération étanche destinée à éviter la pollution de l'environnement. Le système devra permettre de récupérer au minimum un volume de 200m³.

Les autres dispositions sont les mêmes que dans le cas précédent ; se référer à l'Annexe n°1 (§7.1 à 7.5 pp39-45).

CONCLUSIONS

L'examen des dispositions en matière de sécurité retenues au stade des études préliminaires de la tranchée couverte de la variante 2A du prolongement de l'autoroute A12 jusqu'aux Essarts-le-Roi a montré que :

1. Le dossier d'études préliminaires devra intégrer :
 - Les aménagements aux têtes et les aires de retournements destinés aux véhicules de secours.
 - L'implantation des dispositifs de fermeture de chaque tube en terme de visibilité et d'emprises nécessaires.
 - Le procédé évitant la propagation des fumées du tube inférieur vers la demi-chaussée supérieure à l'air libre est à reporter sur le profil en long.
 - La vérification des hauteurs libres car des panneaux à messages variables et d'autres équipements de signalisation sont exigés à l'intérieur de chaque tube.
2. L'élaboration d'un module type « issue de secours – niche de sécurité – niche incendie » est recommandée. Leurs implantations suivent le même espacement ; elles peuvent être à proximité les unes des autres voire dans certains cas précis s'imbriquer pour partie.
3. Une Etude Spécifiques des Dangers est conseillée. Elle quantifierait tout d'abord la fréquence des pannes, accidents et incendies ainsi que la gravité de leurs conséquences sur les personnes présentes dans les deux tubes de la tranchée couverte. Elle recommanderait ensuite, en fonction des moyens d'intervention des services d'exploitation et de secours, la largeur requise à leur passage à droite des voies de circulation et la création ou non d'une Bande d'Arrêt d'Urgence. Enfin elle conclurait sur la nécessité ou non d'implanter des issues de secours supplémentaires.
4. Une orientation est à prendre quant à la circulation dans les deux tubes de véhicules transportant des marchandises dangereuses. Il est recommandé de réaliser une première analyse comparative pour évaluer quantitativement les risques générés par le transit de telles marchandises sur l'itinéraire actuel mais également sur ce prolongement autoroutier et sur les itinéraires alternatifs en cas d'interdiction totale ou partielle du tunnel.
5. Trois avis défavorables d'alerte ont été émis. Ils concernent l'alimentation électrique, la ventilation et la résistance au feu des structures principale. Ils portent sur des points à traiter ayant des conséquences importantes sur le dimensionnement de la tranchée couverte et l'implantation des ouvrages annexes.
6. Les conditions futures d'exploitation de l'ouvrage doivent être adaptées aux caractéristiques du tunnel, de ses équipements et de son trafic, et réciproquement. Elles constituent un élément fondamental qui doit être pris en considération dès la conception.

Les autres points sont repris dans le tableau ci-contre et dans l'Annexe n°1.