

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
 Traité du 29/01/2001

Tratta comune italo-francese  
 Trattato del 29/01/2001

## NUOVA LINEA TORINO LIONE

### PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO

CUP C11J05000030001

*Dott. Ing. Aldo Mancarella*  
 Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

### PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE

*Dott. Ing. Aldo Mancarella*  
 Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

### VENTILATION DES RAMEAUX VENTILAZIONE DEI RAMI

### NOTICE GENERALE NOTA GENERALE

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	26/04/2010	PRIMA DIFFUSIONE / PREMIERE DIFFUSION	F.HERVE (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MANCARELLA
A	25/06/2010	REVISIONE IN SEGUITO AI COMMENTI LTF	F.HERVE (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MANCARELLA

Cod Doc	P	P	2	C	2	B	T	S	3	0	0	6	5	A	A	P	N	O	T	
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero					Indice		Statut / Stato		Type / Tipo	

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C2B	//	//	40	01	90	10	01
-----------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse BP 80361 F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
 Tél.: +33 (0) 4.79.68.56.50 - Fax: +33 (0) 4.79.68.56.59  
 RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439558952  
 Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

## INDICE

<b>1.</b>	<b>RIASSUNTO / SYNTHÈSE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>3</b>
2.1	OGGETTO	3
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.3	RAMI DI COLLEGAMENTO TRA I TUBI	4
2.4	VENTILAZIONE DEI LOCALI TECNICI	4
2.5	EVOLUZIONI DEL PROGETTO	5
<b>3.</b>	<b>DEFINIZIONE DEI REQUISITI</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>MEZZI DA PREDISPORRE</b>	<b>5</b>
4.1	VENTILAZIONE SANITARIA NEL CORSO DEL NORMALE ESERCIZIO (ESCLUSO INCENDIO IN GALLERIA)	5
4.2	VENTILAZIONE IN CASO DI INCENDIO NEL TUBO FERROVIARIO	6
4.2.1	Porte dei rami chiuse	6
4.2.2	Porte dei due rami aperte	6
4.2.3	Una porta dei rami aperta	6
<b>5.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI</b>	<b>7</b>
5.1	CONTROLLO DELLA TEMPERATURA	7
5.2	SOVRAPRESSIONE DEI RAMI E CONTROLLO DELLA VELOCITÀ ATTRAVERSO LE PORTE A MEZZO DEL SISTEMA LOCALE	7
5.3	SICUREZZA	8
5.4	CARATTERISTICHE DEI VENTILATORI	8

## 1. RIASSUNTO / SYNTHÈSE

I bisogni di ventilazione dei rami di collegamento sono di due tipi: ventilazione sanitaria in tempo normale ed assenza di propagazione dei fumi in caso d'incendio.

La ventilazione sanitaria nonché la pressurizzazione in caso d'incendio (porte chiuse) è assicurata dai ventilatori posti tra l'interno dei rami ed i tubi ferroviari.

Quando le due porte di un ramo sono aperte, il sistema di ventilazione principale del tunnel di base garantisce l'assenza di passaggio dei fumi da un tubo all'altro.

Les besoins en ventilation des rameaux de communication sont de deux ordres : ventilation hygiénique en temps normal et absence de pénétration de fumées en cas d'incendie.

La ventilation hygiénique ainsi que la mise en pression en cas d'incendie (portes fermées) sont assurées par les ventilateurs placés entre l'intérieur des rameaux et les tubes ferroviaires.

Lorsque les deux portes d'un rameau sont ouvertes, le système de ventilation principal du tunnel de base garantit l'absence de passage de fumées d'un tube à l'autre.

## 2. GENERALITÀ

### 2.1 Oggetto

I governi italiano e francese hanno deciso di avviare la costruzione di una nuova linea ferroviaria per il collegamento Torino-Lione. Il progetto consiste innanzi tutto nel realizzare un tracciato idoneo al traffico merci transalpino, destinato in particolare a limitare il traffico stradale in queste aree sensibili dal punto di vista ambientale.

Il nuovo collegamento avrà inoltre una grande rilevanza per il trasporto dei passeggeri, poiché collegherà le reti ad alta velocità italiane e francesi riducendo pertanto i tempi di percorso tra due importanti regioni frontaliere, ovvero il Piemonte e la Savoia.

Per quanto il progetto comporti tre tratte distinte, di cui due nazionali, il nostro studio verte unicamente sulla tratta comune italo-francese, detta "internazionale", tra Saint-Jean de Maurienne e l'interconnessione con la linea storica della Piana delle Chiuse.

La tratta considerata avrà una lunghezza totale di circa 80 km e sarà costituita dalle seguenti opere principali:

- I raccordi alla linea storica di Saint Jean de Maurienne,
- Il tunnel di base lungo 57.283 m,
- La stazione internazionale di Susa,
- Il tunnel dell'Orsiera lungo 19.243 m,
- L'interconnessione con la linea storica della Piana delle Chiuse.

L'oggetto della presente nota è la ventilazione dei rami del tunnel di base e del tunnel dell'Orsiera del collegamento ferroviario Torino-Lione.

La nota descrive i diversi requisiti e criteri relativi alla ventilazione dei rami, nonché i mezzi da adoperare.

## 2.2 Documenti di riferimento

Il presente studio si basa sui seguenti documenti di riferimento:

- PP2-TEC/-LTF-0001 – Capitolato tecnico dettagliato – Lotto C2 – Impianti
- APR-B3/-TS2-0823 – Studio della messa in pressione dei rami
- PP2-C1/-TS3-0009 – Messa in sovrappressione dei rami
- PP2-C2B/-TS2-0054 – Nota generale ventilazione
- PP2-C2B/-TS3-0066 – Schema degli impianti di ventilazione nei rami
- Consegna 48

## 2.3 Rami di collegamento tra i tubi

I rami di collegamento intertubi sono disposti ad un'interdistanza di circa 333 m. Esistono 4 tipi di rami:

- Rami di collegamento R0,
- Rami tecnici R1 (≡ rami di collegamento + locali tecnici)
- Rami tecnici R0-2 (≡ rami tecnici R0 + locali alimentazione trazione)
- Rami tecnici R1-2 (≡ rami tecnici R1 + locali alimentazione trazione)

Sono muniti, ad ogni estremità, di una porta tagliafuoco 2 ore.

I rami tecnici R1 sono predisposti ogni 4 rami, ovvero ogni 1332 m.

Le principali caratteristiche dei rami figurano nella tabella sotto.

Lunghezza (m)	Sezione (m <sup>2</sup> )	Superficie minima al suolo (m <sup>2</sup> )	Dimensioni porte accesso rami H (m) x l (m)
30 m	23.5 alla porta 17.8 al centro	120	2.20 x 2.00

## 2.4 Ventilazione dei locali tecnici

I locali tecnici nei rami di tipo R1 sono collocati al centro dei rami, da entrambi i lati perpendicolarmente all'asse del ramo. Hanno la stessa sezione dei rami e una lunghezza di circa 8 m e 16 m. La ventilazione dei locali tecnici non è cambiata rispetto al progetto di riferimento: la ventilazione è assicurata dall'aria immessa a partire dai tubi ferroviari.

Per ciascun locale tecnico, la rete di ventilazione comprende:

- una valvola tagliafuoco 2 ore all'ingresso del ramo in corrispondenza della presa d'aria lato tunnel,
- una valvola anti-ritorno,
- un elemento filtrante,
- un ventilatore di mandata,
- un condotto verso il locale tecnico,
- una valvola tagliafuoco 2 ore all'ingresso del locale tecnico,
- un condotto munito di più griglie di mandata nel locale tecnico,
- una valvola di decompressione tagliafuoco tra il locale tecnico e il ramo.

I locali tecnici destinati all'alimentazione della trazione nei rami tipo R0-2 o R1-2 sono ventilati in modo analogo.

## 2.5 Evoluzioni del progetto

Rispetto al progetto di riferimento, la larghezza dei rami è stata portata a 4.000 m. L'altezza minima è pari a 2.70 m. I rami dell'RPP non saranno utilizzati soltanto come rami di collegamento tra i due tubi, ma potranno avere anche una funzione di raccolta delle persone in funzione delle strategie di sicurezza. Dovranno pertanto poter contenere fino a 480 persone (4 persone a m<sup>2</sup>) per diversi minuti.

## 3. DEFINIZIONE DEI REQUISITI

La ventilazione dei rami di collegamento deve rispondere a diversi obiettivi:

- Ventilazione sanitaria nel corso del normale esercizio,
- Ventilazione in caso di incendio in uno dei tubi ferroviari, con le 2 porte chiuse,
- Ventilazione in caso di incendio in uno dei tubi ferroviari, con le 2 porte aperte,
- Ventilazione in caso di incendio in uno dei tubi ferroviari, con 1 porta aperta.

## 4. MEZZI DA PREDISPORRE

### 4.1 Ventilazione sanitaria nel corso del normale esercizio (escluso incendio in galleria)

Dato che i rami non sono considerati dei locali tecnici, per essi non si applicano dei criteri di ventilazione sanitaria in senso stretto.

Tuttavia, i rami ospitano alcuni impianti elettrici e sono utilizzati come collegamento tra i tubi. Devono quindi beneficiare di una ventilazione che consenta di mantenerne salubre l'atmosfera.

Per assicurare un minimo ricambio dell'aria all'interno dei rami, saranno utilizzati gli impianti di ventilazione (ventilatori elicoidali e griglia di decompressione) situati sulle pareti in cui sono poste le porte tra il ramo e il tubo ferroviario.

Per ventilare periodicamente ogni ramo, potrà essere applicato un funzionamento del tipo frequenza-durata.

## **4.2 Ventilazione in caso di incendio nel tubo ferroviario**

In caso di incendio in uno dei tubi ferroviari, le funzioni del sistema di ventilazione-estrazione fumi consistono nell'impedire il passaggio dei fumi dal tubo incendiato verso il tubo non incidentato (tubo sicuro) attraverso i rami nonché nel mantenere una temperatura accettabile nel ramo quando quest'ultimo è occupato.

### ***4.2.1 Porte dei rami chiuse***

Quando le due porte dei rami sono chiuse, la messa in sovrappressione dei rami sarà assicurata da un sistema di ventilazione che estrae l'aria dal tubo sicuro, la fa transitare attraverso il ramo e la espelle per decompressione nel tubo incidentato.

Tutti gli scenari di estrazione dei fumi prevedono che tutte le valvole tagliafuoco dei rami siano chiuse dal lato del tubo incidentato. L'obiettivo di questa azione è impedire la propagazione nei rami dei fumi che provengono dal treno incendiato.

Anche nel caso della mancata chiusura accidentale di una valvola, il ramo resta protetto dai fumi grazie alla sovrappressione nel tubo non interessato dall'incidente.

### ***4.2.2 Porte dei due rami aperte***

Per gli scenari di incendio relativi ai treni passeggeri, si prevede che 8 minuti dopo l'arresto del treno incendiato i passeggeri si mettano in salvo dirigendosi verso il tubo sicuro attraverso uno o due rami.

In questa situazione, i due tubi ferroviari sono messi in collegamento attraverso l'apertura simultanea delle due porte dello stesso ramo.

La differenza di pressione tra i due tubi può allora raggiungere dei valori molto alti, dell'ordine di diverse migliaia di pascal, in funzione degli spostamenti dei diversi treni in ciascun tubo.

Il mantenimento di una velocità dell'aria nei rami aperti compresa tra 1 e 13 m/s dal tubo sicuro verso il tubo incidentato necessiterebbe di opporsi a queste pressioni sin dall'apertura della seconda porta del ramo, il che non è realizzabile con un ventilatore a parete (aumento della pressione limitato).

In questi scenari, la ventilazione dei rami è quindi assicurata attraverso la messa in pressione del tubo sicuro per mezzo dei pozzi, delle centrali di ventilazione esterne o degli acceleratori.

### ***4.2.3 Una porta dei rami aperta***

Un vincolo che riguarda il sistema di ventilazione dei rami è il requisito della stratificazione che consiste nel limitare la portata dell'aria proveniente dai rami verso il tubo incendiato, nel

caso della strategia della stratificazione (incendio in posizione intermedia di un treno passeggeri).

Al momento dell'evacuazione di un treno passeggeri, nel caso in cui venga applicata la strategia della stratificazione, e qualunque sia il numero di porte aperte verso il tubo incendiato, occorre raggiungere le seguenti velocità dell'aria attraverso le porte aperte dei rami:

- Minimo: 1.0 m/s
- Valore medio 1.5 m/s
- Massimo: 2.0 m/s

Inoltre, date le differenze di pressione tra i due tubi, l'apertura delle due porte dei rami genera un passaggio d'aria significativo (da 1 a 13 m/s circa). Questa velocità non è accettabile per via del rischio di destratificazione dei fumi. Pertanto, nel caso in esame non è prevista l'apertura simultanea delle due porte.

La porta che dà sul tubo sicuro, e che consente l'evacuazione delle persone, sarà aperta soltanto dopo la chiusura della porta dal lato del tubo incendiato.

## 5. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

### 5.1 Controllo della temperatura

L'aria pura è estratta dal tubo sicuro, transita nel ramo ed è sospinta verso il tubo incendiato. Si assume che la temperatura dell'aria nel tubo sicuro (e quindi la temperatura dell'aria immessa nel ramo) sia uguale alla temperatura massima ammessa nel tunnel (32°C).

In una situazione di incidente, è ammessa una temperatura massima di 40 °C.

La temperatura nei rami risulta:

- Dalla potenza calorifera generata dagli utenti: 125W/persona,
- Dall'emissione delle pareti del ramo: 5.62 W/m<sup>2</sup>.

In alcuni rami sono predisposti dei locali tecnici (R1, R0-2 e R1-2) che contengono apparecchiature che generano calore. I locali tecnici sono isolati dal ramo vero e proprio e l'aria calda che proviene da questi locali viene espulsa in uno dei tubi ferroviari per mezzo di un apposito sistema di ventilazione.

Per assicurare una temperatura massima di 40 °C nei rami che servono come punto di raccolta dei passeggeri evacuati (400 persone per ramo) è necessario disporre di **una ventilazione di minimo 4.5 m<sup>3</sup>/s** [PP2-C1/-TS3-0009].

### 5.2 Sovrappressione dei rami e controllo della velocità attraverso le porte a mezzo del sistema locale

Il dimensionamento dei ventilatori dei rami dovrà tenere conto dei seguenti elementi:

- Una sovrappressione del ramo rispetto al tubo incidentato di circa 80 Pa è ammessa,
- Una portata dell'aria proveniente dal tubo sicuro e diretta (per decompressione) nel tubo incidentato pari a  $1.5 \text{ m/s} \times 4.4 \text{ m}^2 = 6.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

- Una differenza massima di pressione tra i due tubi di circa 1000 Pa.

### 5.3 Sicurezza

Tutti i sistemi di ventilazione (comprese le alimentazioni elettriche e i sistemi di comando-controllo) dovranno essere progettati in modo da assicurare un alto livello di ridondanza e di disponibilità allo scopo di:

- rendere tali sistemi altamente affidabili,
- assicurare la compatibilità con i tempi previsti per la manutenzione,
- ridurre al minimo i periodi di chiusura dell'opera (condizioni minime di esercizio).

In particolare, il sistema per la messa in sovrappressione dei rami dovrà offrire una ridondanza al 100%.

### 5.4 Caratteristiche dei ventilatori

In ogni ramo saranno installati 4 ventilatori (di cui 2 soccorsi) [PP2-C2B/-TS3-0066 – Schema degli impianti di ventilazione nei rami]:

I ventilatori avranno le seguenti caratteristiche:

Portata	Pressione	Potenza erogata
6.6m <sup>3</sup> /s	1080 Pa	13 kW



## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>10</b>
1.1	OBJET	10
1.2	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	10
1.3	RAMEAUX DE COMMUNICATIONS INTER-TUBES	11
1.4	VENTILATION DES LOCAUX TECHNIQUES	11
1.5	EVOLUTIONS DU PROJET	12
<b>2.</b>	<b>DEFINITION DES BESOINS</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>MOYENS A METTRE EN OEUVRE</b>	<b>12</b>
3.1	VENTILATION HYGIÉNIQUE EN EXPLOITATION COURANTE (HORS INCENDIE EN TUNNEL)	12
3.2	VENTILATION EN CAS D'INCENDIE EN TUBE FERROVIAIRE	12
3.2.1	Portes des rameaux fermées	13
3.2.2	Portes des deux rameaux ouvertes	13
3.2.3	Une porte des rameaux ouverte	13
<b>4.</b>	<b>DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS</b>	<b>14</b>
4.1	CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE	14
4.2	SURPRESSION DES RAMEAUX ET CONTRÔLE DE LA VITESSE À TRAVERS LES PORTES À L'AIDE DU SYSTÈME LOCAL	14
4.3	SÉCURITÉ	14
4.4	CARACTÉRISTIQUES DES VENTILATEURS	15

## 1. GENERALITES

### 1.1 Objet

Les gouvernements Italiens et Français ont décidé d'engager la réalisation d'une ligne ferroviaire nouvelle entre Lyon et Turin. Ce projet consiste au premier lieu en l'aménagement d'un itinéraire Fret performant pour la traversée des Alpes, destiné notamment à limiter les trafics routiers transitant par ces zones écologiquement sensibles.

Cette nouvelle liaison comportera également une dimension voyageurs importante, dans la mesure où elle reliera les réseaux grande vitesse Français et Italien offrant ainsi des temps de parcours réduits entre deux régions frontalières attractives que sont le Piémont et la Savoie.

Bien que constituée de trois sections distinctes, dont deux nationales, seule la partie commune franco-italienne dite « internationale » entre Saint-Jean de Maurienne et l'interconnexion avec la ligne historique est l'objet de notre étude.

La section ainsi considérée aura une longueur totale d'environ 80 km et les principaux ouvrages la constituant seront les suivants :

- Les raccordements à la ligne historique de Saint Jean de Maurienne,
- Le tunnel de base de 57.283 m,
- La station internationale de Susa
- Le tunnel de L'Orsiera d'une longueur de 19.243 m,
- L'Interconnexion avec la ligne historique dans la Piana delle Chiuse.

La présente note concerne la ventilation des rameaux des tunnels de base et de l'Orsiera de la liaison ferroviaire Lyon-Turin.

Il s'agit d'une note présentant les différents besoins et les critères relatifs à la ventilation des rameaux, ainsi que les moyens à mettre en œuvre.

### 1.2 Documents de référence

Les documents de référence de la présente étude sont :

- PP2-TEC/-LTF-0001 – Cahier des charges techniques détaillé – Lot C2 - Equipements
- APR-B3/-TS2-0823 – Etude de la mise en pression des rameaux.
- PP2-C1/-TS3-0009 – Mise en surpression des rameaux
- PP2-C2B/-TS2-0054 – Notice générale de ventilation
- PP2-C2B/-TS3-0066 – Plan d'installation des équipements de ventilation dans les rameaux
- Soumission 48

### 1.3 Rameaux de communications inter-tubes

Les rameaux inter-tubes sont espacés de 333 m environ. Ils sont de 4 types :

- Rameaux de communication R0,
- Rameaux techniques R1 ( $\equiv$  rameaux de communication + locaux techniques)
- Rameaux techniques R0-2 ( $\equiv$  rameaux techniques R0 + locaux alimentation traction)
- Rameaux techniques R1-2 ( $\equiv$  rameaux techniques R1 + locaux alimentation traction)

Ils sont munis, à chacune de leurs extrémités, d'une porte coupe-feu 2 heures.

Les rameaux techniques R1 sont implantés tous les 4 rameaux, soit tous les 1332 m.  
Les caractéristiques principales des rameaux sont données dans le tableau ci-dessous.

Longueur (m)	Section (m <sup>2</sup> )	Surface minimale au sol (m <sup>2</sup> )	Dimensions portes accès rameaux H (m) x l (m)
30 m	23.5 à la porte 17.8 en milieu	120	2.20 x 2.00

### 1.4 Ventilation des locaux techniques

Les locaux techniques en rameaux type R1 sont situés au centre de ceux-ci, de part et d'autre perpendiculairement à l'axe du rameau. Ils ont la même section que les rameaux et ont des longueurs d'environ 8 m et 16 m. La ventilation des locaux techniques n'est pas changé par rapport à l'APR : ils sont ventilés par amenée d'air depuis les tubes ferroviaires.

Pour chaque local technique, le réseau de ventilation comprend :

- un clapet coupe feu 2 heures à l'entrée du rameau au niveau de la prise d'air côté tunnel
- un clapet anti-souffle
- un élément filtrant
- un ventilateur de soufflage
- une gaine vers le local technique
- un clapet coupe feu 2 heures à l'entrée du local technique
- une gaine munie de plusieurs grilles de soufflage dans le local technique
- un volet de décompression coupe feu entre local technique et rameau

Les locaux dédiés à l'alimentation traction dans les rameaux de type R0-2 ou R1-2 sont ventilés de la même manière.

## 1.5 Evolutions du projet

Par rapport à l'APR, la largeur des rameaux a été portée à 4.00m. Leur hauteur est d'au moins 2.70m. Les rameaux du RPP ne seront plus utilisés seulement comme des rameaux de communication entre les deux tubes, mais ils pourront avoir une fonction de recueil des personnes en fonction des stratégies de sécurité ou de sûreté. Ils devront alors contenir jusqu'à 480 personnes (4 personnes par m<sup>2</sup>) pour plusieurs minutes.

## 2. DEFINITION DES BESOINS

La ventilation des rameaux de communication doit répondre à plusieurs objectifs :

- Ventilation hygiénique en exploitation normale
- Ventilation en cas d'incendie dans l'un des tubes ferroviaires, les 2 portes fermées
- Ventilation en cas d'incendie dans l'un des tubes ferroviaires, les 2 portes ouvertes
- Ventilation en cas d'incendie dans l'un des tubes ferroviaires, une porte ouverte.

## 3. MOYENS A METTRE EN OEUVRE

### 3.1 Ventilation hygiénique en exploitation courante (hors incendie en tunnel)

Les rameaux n'étant pas considérés comme des locaux techniques, aucun critère de ventilation hygiénique ne s'y applique strictement.

Néanmoins, ils contiennent quelques équipements électriques et sont utilisés comme communications entre les tubes. Ils doivent donc bénéficier d'une ventilation permettant de maintenir leur atmosphère salubre.

Les équipements de ventilation (ventilateur hélicoïde et grille de décompression) placés sur les parois recevant les portes entre rameau et tube ferroviaire seront utilisés pour assurer un renouvellement d'air minimal à l'intérieur des rameaux.

Un fonctionnement de type fréquence-durée pourra être appliqué de façon à ventiler périodiquement chacun des rameaux.

### 3.2 Ventilation en cas d'incendie en tube ferroviaire

En cas d'incendie dans l'un des tubes ferroviaires, les fonctions du système de ventilation-désenfumage consistent à empêcher le passage de fumées depuis le tube incendié vers le tube sain via les rameaux et à maintenir une température acceptable dans le rameau lorsque celui-ci est occupé.

### ***3.2.1 Portes des rameaux fermées***

Dans le cas où les deux portes des rameaux sont fermées, la mise en surpression des rameaux sera assurée par un système de ventilation puisant l'air du tube sain, le faisant transiter par le rameau et le rejetant par décompression dans le tube incidenté.

L'ensemble des scénarios de désenfumage prévoit que tous les clapets coupe-feu des rameaux sont fermés du côté du tube sinistré. Cette action a pour but d'empêcher la pénétration des fumées provenant du train incendié dans les rameaux.

Même en cas de non-fermeture accidentelle d'un clapet, le rameau reste protégé des fumées par l'action de la surpression du tube sain.

### ***3.2.2 Portes des deux rameaux ouvertes***

Pour les scénarios d'incendie concernant les trains de voyageurs, il est prévu que l'évacuation des passagers s'effectue, à partir de 8 minutes après l'arrêt du train incendié, vers le tube sain par l'intermédiaire d'un ou deux rameaux.

Dans cette situation, les deux tubes ferroviaires sont mis en communication par l'ouverture simultanée des deux portes d'un même rameau.

La différence de pression entre les deux tubes peut alors atteindre des valeurs très élevées, de l'ordre de plusieurs milliers de pascals, en fonction des déplacements des différents trains dans chacun des tubes.

Le maintien d'une vitesse d'air dans les rameaux ouverts comprise entre 1 et 13 m/s du tube sain vers le tube sinistré nécessiterait de combattre ces pressions dès l'ouverture de la deuxième porte du rameau, ce qui n'est pas réalisable avec un ventilateur de paroi (élévation de pression limitée).

Dans ces scénarios, la ventilation des rameaux est donc assurée par la mise en pression du tube sain au moyen des puits, des usines de ventilation extérieures ou des accélérateurs.

### ***3.2.3 Une porte des rameaux ouverte***

Une des contraintes s'appliquant au système de ventilation des rameaux est la contrainte de stratification consistant à limiter le débit d'air provenant des rameaux vers le tube incidenté, dans le cas de la stratégie de stratification (incendie en position intermédiaire d'un train voyageur).

Les vitesses recherchées au travers des portes ouvertes des rameaux lors de l'évacuation d'un train voyageur, dans le cas où la stratégie de stratification est appliquée et quelque soit le nombre de portes ouvertes vers le tube incidenté, sont les suivantes:

- Minimum: 1.0 m/s
- Valeur moyenne: 1.5 m/s
- Maximum: 2.0 m/s

Par ailleurs, compte tenu des écarts de pression entre les deux tubes, l'ouverture des deux portes des rameaux génère un passage d'air important (de l'ordre de 1 à 13m/s). Cette vitesse n'est pas acceptable du fait du risque de déstratification des fumées. De ce fait, l'ouverture simultanée des deux portes n'est pas prévue pour ce cas de figure.

La porte donnant sur le tube sain en permettant l'évacuation des personnes sera ouverte seulement après fermeture de la porte côté tube incidenté.

## 4. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

### 4.1 Contrôle de la température

L'air frais est puisé dans le tube sain, transite dans le rameau et est rejeté vers le tube incidenté. Il est admis que la température de l'air dans le tube sain (donc la température de l'air injecté dans le rameau) est égale à la température maximale admissible dans le tunnel (32°C).

Dans une situation d'incident une température maximale de 40°C est admissible.

La température dans les rameaux résulte de :

- De la puissance calorifique générée par les usagers : 125W/personne
- De l'émission des parois du rameaux : 5.62 W/m<sup>2</sup>

Certains rameaux possèdent des locaux techniques (R1, R0-2 et R1-2) contenant des équipements produisant de la chaleur. Les locaux techniques sont isolés du rameau proprement dit et l'air chaud provenant de ces locaux est rejeté dans l'un ou l'autre des tubes ferroviaires par l'intermédiaire d'un système de ventilation dédiée.

**Un débit minimal de ventilation de 4.5 m<sup>3</sup>/s** est nécessaire pour assurer une température maximale de 40°C dans les rameaux servant de lieu de recueil de voyageurs évacués (400 personnes par rameau) [PP2-C1/-TS3-0009].

### 4.2 Suppression des rameaux et contrôle de la vitesse à travers les portes à l'aide du système local

Le dimensionnement des ventilateurs des rameaux devra tenir en compte :

- Une mise suppression du rameau par rapport au tube incidenté de l'ordre de 80 Pa est admise.
- Un débit d'air provenant du tube sain et rejeté (par décompression) dans le tube incidenté de  $1.5\text{m/s} \times 4.4\text{m}^2 = 6.6\text{m}^3/\text{s}$ .
- Une différence de pression entre les 2 tubes maximale de l'ordre de 1000 Pa.

### 4.3 Sécurité

Tous les systèmes de ventilation (y compris leurs alimentations électriques et leurs systèmes de contrôle commande) devront être conçus de manière à assurer un niveau de redondance et de disponibilité élevé visant à :

- Assurer une grande fiabilité de ces systèmes.
- Etre compatibles avec les créneaux temporels dédiés à la maintenance.
- Minimiser les périodes de fermetures de l'ouvrage (conditions minimales d'exploitation).

En particulier le système de mise en surpression des rameaux devra offrir une redondance à 100%.

#### 4.4 Caractéristiques des ventilateurs

Dans chaque rameaux 4 ventilateurs (donc 2 de secours) seront installé [PP2-C2B/-TS3-0066 – Plan d'installation des équipements de ventilation dans les rameaux] :

Les caractéristiques des ventilateurs sont les suivants :

Débit	Pression	Puissance appelée
6.6m <sup>3</sup> /s	1080 Pa	13 kW