

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PROJET DE REFERENCE FINAL – PROGETTO DI RIFERIMENTO FINALE

CUP C11J05000030001

ÉQUIPEMENTS – IMPIANTI

TÉLÉCOMMUNICATIONS – TELECOMUNICAZIONI

PROPAGATION DES ONDES RADIO EN TUNNEL – RADIOPROPAGAZIONE NELLE GALLERIE
GENERALITES – ELABORATI GENERALI

RAPPORT D'ARCHITECTURE DU SYSTÈME DE COUVERTURE RADIO VV.F – RELAZIONE DI
ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI COPERTURA RADIO VV.F

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	13/03/2015	Prima émission Première émission	D .MASSAT SYSTRA	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA C. OGNIBENE
A	13/04/2015	Seconde émission suite aux commentaires du 17/03/2015	D .MASSAT SYSTRA	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA C. OGNIBENE
B	30/04/2015	Version définitive	D .MASSAT SYSTRA	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA C. OGNIBENE
C	15/11/2016	Première diffusion phase PRF - PRV / Prima émission fase PRF - PRV	E. OPITZ SYSTRA	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MORDASINI
D	15/01/2017	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	E. OPITZ SYSTRA	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MORDASINI



CODE DOC	P	R	F	C	2	B	T	S	3	0	2	8	9	D
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	20	05	00	10	02
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprieta TELT Tutti i diritti riservati

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



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

SOMMAIRE / INDICE

1. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	7
2. NORMES APPLICABLES	8
3. GLOSSAIRE	9
4. LE PROJET	9
4.1 Rameau d'évacuation et local technique	11
4.2 Descenderies (tunnel d'accès / tunnel d'évacuation).....	12
4.3 Couverture radio	13
5. DEMANDES PARTICULIÈRES EXPRIMÉES PAR LE C.N.VV.F.....	14
6. RÉSEAU RADIO ÉLECTRIQUE VHF ET UHF	15
6.1 Solutions envisageables	15
6.2 Principe de la solution antenne donneuse <-> RF/RF	16
6.3 Principe de la solution station radio <-> RF/FO	17
6.4 Solution proposée	18
7. BILAN DE LIAISON RADIO	19
7.1 Hypothèses.....	20
7.2 Bilan UHF.....	21
7.3 Bilan VHF.....	21
7.4 La couverture radio par répéteurs et câble rayonnant.....	22
8. ESTIMATIONS QUANTITATIVES	23
8.1 Rappels des Principes de la solution proposée	23
8.2 Évaluation des composants.....	24
8.3 Distances à couvrir	25
9. LES ÉTAPES LIES À LA RÉALISATION	26
9.1 Études	26
9.2 Fourniture	26
9.3 Installation	26
9.4 Essais	26
9.5 Documentation.....	27
9.6 Maintenance.....	27
9.7 Formation.....	27
10. ESTIMATION FINANCIÈRE	27
11. ANNEXE : LISTE D'ÉQUIPEMENT ET LA DISTANCE À COUVRIR	28
12. ANNEXE : LE SERVICE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS RADIO C.N.VV.F..	29
12.1 Les noyaux provinciaux TLC	29
12.2 Utilisation des ressources radio allouées au CNVV.F.....	30
12.2.1 Introduction	30
12.2.2 Mode de transmission directe et continu	30
12.3 Généralités sur le réseau TLC du C.N.VV.F.....	31
12.4 Composants du réseau iso-fréquence synchrone	31
12.4.1 Maître.....	31

Rapport d'architecture du système de couverture radio VV.F / Relazione di architettura del sistema di copertura radio VV.F

12.4.2	Maître Secondaire	31
12.4.3	Satellite	32
12.5	Fonctionnement des Réseaux Isofrequence Synchrone.....	32
12.5.1	Accès du signal au réseau	33
12.5.2	Rediffusion du Signal Sélectionné	34
12.6	Réseaux Bi-Bandes	35
12.7	Les Appareils Radio	36
12.7.1	L'appel sélectif	36
12.7.2	Appareil Radio VHF embarqué.....	37
12.7.3	Le portatif P3/95 VHF (73 MHz).....	38
12.7.4	Le système radio UHF PUMA (400 MHz)	38
1.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	40
2.	NORME APPLICABILI	41
3.	GLOSSARIO.....	42
4.	IL PROGETTO	43
4.1	Ramo di evacuazione e locale tecnico	45
4.2	Discenderie (galleria di accesso / galleria di evacuazione)	46
4.3	Copertura radio	47
5.	SPECIFICHE RICHIESTE DAL C.N.VV.F.	48
6.	RETE RADIO ELETTRICA VHF E UHF	49
6.1	Possibili soluzioni	49
6.2	Principio della soluzione antenna direttiva <-> RF/RF	50
6.3	Principio della soluzione stazione radio <-> RF/FO.....	51
6.4	Soluzione proposta.....	52
7.	BILANCIO DI COLLEGAMENTO RADIO	53
7.1	Ipotesi	54
7.2	Bilancio UHF.....	55
7.3	Bilancio VHF.....	55
7.4	La copertura radio mediante ripetitori e cavo irradiante	56
8.	STIME QUANTITATIVE	57
8.1	Richiamo dei principi della soluzione proposta.....	57
8.2	Valutazione dei componenti	58
8.3	Distanze da coprire	59
9.	LE FASI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE.....	60
9.1	Studi	60
9.2	Fornitura	60
9.3	Installazione	60
9.4	Prove	60
9.5	Documentazione	61
9.6	Manutenzione	61
9.7	Formazione	61
10.	STIMA ECONOMICA.....	61

11.	ALLEGATO: ELENCO DEGLI IMPIANTI E DISTANZA DA COPRIRE	62
12.	ALLEGATO: IL SERVIZIO DI TELECOMUNICAZIONI RADIO C.N.VV.F. ...	63
12.1	I nuclei provinciali TLC	63
12.2	Utilizzo delle risorse radio assegnate al CNVV.F.	64
12.2.1	Introduzione	64
12.2.2	Modalità di trasmissione diretta e continua	64
12.3	Considerazioni generali sulla rete TLC del C.N.VV.F.	65
12.4	Componenti della rete isofrequenziale sincrona	65
12.4.1	Master	65
12.4.2	Master secondario	65
12.4.3	Satellite	66
12.5	Funzionamento delle reti isofrequenziali sincrone	66
12.5.1	Accesso del segnale alla rete	67
12.5.2	Ritrasmissione del segnale selezionato	68
12.6	Reti dual band	69
12.7	Gli apparecchi Radio	70
12.7.1	La chiamata selettiva	70
12.7.2	Apparecchio radio VHF integrato	71
12.7.3	Il portatile P3/95 VHF (73 MHz)	72
12.7.4	Il sistema radio UHF PUMA (400 MHz)	72

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figure 1:	Schéma de la liaison Lyon-Turin Ferroviaire (domaine TELT).....	10
Figure 2 :	Le schéma des rameaux d'évacuations et des locaux techniques.....	11
Figure 3 :	Exemple de la descenderie de Modane.....	12
Figure 4 :	Principe de la couverture radio antenne donneuse <-> RF/RF	16
Figure 5 :	Principe de la couverture radio « principe station radio <-> RF/FO »	17
Figure 6 :	Principe de la couverture par répéteur RF/FO (version 1)	22
Figure 7 :	Principe de la couverture par répéteur RF/FO et coupleurs tête-bêche (version 2).	22
Figure 8 :	Principe de system radio VHF / UHF dans le tunnel de base pour trois intervalles	23
Figure 9:	Schéma de tunnel TELT	24
Figure 10 :	utilisation de la bande VHF	30
Figure 11 :	réseau Simulcast - phase d'accès au réseau.....	33
Figure 12:	rediffusion 1/3.....	33
Figure 13:	rediffusion 2/3.....	34
Figure 14:	rediffusion 3/3.....	34
Figure 15 :	Sélection du signal par le maître.....	34
Figure 16:	rediffusion vers les satellites.....	35
Figure 17:	accès du signal au réseau bi-bande	36
Figure 18:	rediffusion d'un signal bi-bande	36
Figure 19 :	appareil VHF embarqué modèle W70 EMC / 25-1	37
Figure 20 :	portatif P3/95 VHF (73 MHz)	38
Figure 21 :	interaction des équipements VHF et UHF	39
Figure 22 :	portatifs "PUMA"	39
Figura 1:	Schema del collegamento Lyon-Turin Ferroviaire (ambito TELT)	44
Figura 2:	Schema dei rami di evacuazione e dei locali tecnici	45
Figura 3:	Esempio della discenderia di Modane	46
Figura 4:	Principio della copertura radio antenna direttiva <-> RF/RF	50

Rapport d'architecture du système de couverture radio VV.F / Relazione di architettura del sistema di copertura radio VV.F

Figura 5: Principio della copertura radio “principio stazione radio <--> RF/FO”	51
Figura 6: Principio di copertura tramite ripetitori RF/FO (versione 1).....	56
Figura 7: Principio di copertura tramite ripetitori RF/FO e accoppiatori testa-coda (versione 2)	56
Figura 8: Principio di sistema radio VHF/UHF nella galleria di base per tre intervalli	57
Figura 9: Schema di galleria TELT	58
Figura 10: Utilizzo della banda VHF	64
Figura 11: Rete Simulcast - fase di accesso alla rete	67
Figura 12: Ritrasmissione 1/3	67
Figura 13: Ritrasmissione 2/3	68
Figura 14: Ritrasmissione 3/3	68
Figura 15: Selezione del segnale da parte del master.....	68
Figura 16: Ritrasmissione verso i satelliti	69
Figura 17: Accesso del segnale alla rete dual-band	70
Figura 18: Ritrasmissione di un segnale dual-band	70
Figura 19: Apparecchiatura VHF integrata modello W70 EMC / 25-1.....	71
Figura 20: portatile P3/95 VHF (73 MHz).....	72
Figura 21: Interazione delle apparecchiature VHF e UHF	73
Figura 22: portatifs "PUMA" / portatili "PUMA"	73

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tableau 1 : Hypothèses bilan de liaison radio.....	20
Tableau 2 : Bilan UHF	21
Tableau 3 : Bilan VHF	21
Tableau 4 : Distances à couvrir	25
Tableau 5 : Liste d'équipement et la distance à couvrir / estimation.....	28
Tabella 1: Ipotesi bilancio di collegamento radio	54
Tabella 2: Bilancio UHF	55
Tabella 3: Bilancio VHF	55
Tabella 4: Distanze da coprire.....	59
Tabella 5: Elenco degli impianti e distanza da coprire / stima.....	62

RESUME / RIASSUNTO

Le présent document est une étude préliminaire des dispositions à prendre pour assurer la couverture radio à l'intérieur du tunnel de la future liaison ferroviaire entre Lyon et Turin à l'intention du Corps des Pompiers Italiens, C.N.VV.F. (Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco).
Ce document est limité au besoin de C.N.VV.F.

Il presente documento ha lo scopo di proporre uno studio preliminare sulle disposizioni da adottare per garantire la copertura radio all'interno della galleria del futuro collegamento ferroviario tra Lione e Torino per il corpo dei Vigili del Fuoco italiani, il C.N.VV.F. (Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco).
Questo documento è limitato alle esigenze del CNVV.F.

1. Documents de référence

N°	Code de Document	Titre du Document
[1]	PRF_C2B_0200_20-00-00_10-01	RELAZIONE GENERALE_B
Plan dwg :		
[2]	PRF_C2B_0291_20-05-26_20-04	Architettura di principio del sistema di copertura radio VVF in galleria
[3]	PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05	ARCHITETTURA VHF UHF
[4]	PRF_C2B_0293_20-05-26_20-03	Copertura radio della galleria di base
[5]	PRF_C2B_0211_20-05-00_20-01	Schéma général du système radio - Schema generale del sistema radio
[6]	PRF_C2B_0201_20-00-00_20-01	Schema di architettura generale dei sistemi di telecomunicazione
[7]	PRF_C2B_0220_20-05-26_20-01	Schéma radio d'Ambin est - Schéma radio Ambin est
[8]	PRF_C2B_0221_20-05-26_20-02	Schéma radio de Ovest Ambin- Schema radio di Ovest Ambin
[9]	PRF_C2B_0230_20-05-41_20-01	Saint martin la porte Schéma radio
[10]	PRF_C2B_0100_20-05-42_20-01	Schéma radio - Schéma di radio
[11]	PRF_C2B_0240_20-05-43_20-01	LA PRAZ Schéma radio
[12]	PRF_C2B_0102_20-05-44_20-01	MODANE Schéma radio
[13]	PRF_C2B_0275_20-05-48_20-01	Maddalena Schéma radio - Schéma di radio
[14]	PRF_C2B_0290_20-05-90_20-01	Rami di collegamento rameaux Schéma radio - Schéma di radio
[15]	PRF_C2B_0157_20-35-41_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité
[16]	PRF_C2B_0161_20-35-45_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité
[17]	PRV_C2B_0515_20-35-48_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité Schema locale della rete di soccorso e sicurezza
[18]	PRF_C2B_0195_20-50-26_30-01	Schéma des locaux techniques SMLP Layout locali SMLP

Rapport d'architecture du système de couverture radio VV.F / Relazione di architettura del sistema di copertura radio VV.F

N°	Code de Document	Titre du Document
[19]	PRF_C2B_0196_20-50-26_30-02	locali sito di LA PRAZ local technique LA PRAZ
[20]	PRF_C2B_0199_20-50-26_30-05	Schéma des locaux techniques Modane et Avrieux Layout locali Modane e Avrieux
[21]	PRV_C2B_7020_20-50-26_30-70	Schéma des locaux techniques Clarea et Maddalena Layout locali Clarea e Maddalena

2. Normes applicables

La présente étude, ainsi que toute la documentation du projet citée est conforme aux indications normatives contenues dans le document PRF.TS3.C1.00.00.00.10.03.0003 - Annexe4.1 - Cadre réglementaire du projet et Non Conformités correspondantes / DPS – Annexe 4.1 - Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti
Même si ce n'est pas explicitement indiqué, toutes les indications normatives et legales devront être adoptées afin de garantir la réalisation du système à la règle d'art et dans le respect de la sécurité

3. Glossaire

Abréviation	Libellé
ATEX	AT mospheres EX plosibles (directives européennes (94/9/CE ou ATEX 137 pour les équipements destinés à être utilisés en zones ATEX, et 1999/92/CE ou ATEX 100A pour la sécurité des travailleurs).
BTS	B ase T ransceiver S tation
C.N.VV.F.	C orpo N azionale dei V igili del F uoco : Corps National des sapeurs-pompiers
dB	D éci B els
FO	F ibre O ptique
INPT	I nfrastructure N ational P artageable des T ransmission
LTF	L yon T urin F erroviaire
PCC	P oste de C ommande C entralisée
PUMA	Nom d'un mobile Radio ATEX (UHF)
RF	R adio F requency
RF/FO	commutateurs R adio F réquence / F ibre O ptique
RFI	R ete F erroviaria I taliana
RFS	R adio F requency S upplier S ystem / fournisseur système radio
RMS	R éseaux M ulti S ervices
TELT	T unnel E uralpin L yon T urin auparavant LTF
TETRA	T ERrestrial T runcked R adio Norme ETSI
TETRAPOL	T ERrestrial T runcked R adio " P OLice" (reseaux de securité)
TLC	La telecomunicazione, abbreviazione TLC
UHF	U ltra H igh F requency
VHF	V ery H igh F requency
VV.F	V igili del F uoco

4. Le projet

Dans le projet de liaison ferroviaire entre Lyon et Turin, la section transfrontalière allant de la gare de St Jean de Maurienne à la gare de Bussoleno, constitue la liaison gérée par TELT, sur un total d'environ 67,4 km.

Celle-ci se compose de tunnel de base bitube de 57,513 km, d'environ 2,6 km à l'air libre dans la plaine de Suse, de tunnel d'interconnexion (1,935 km) et des installations d'extrémités de Saint-Jean de Maurienne et de Bussoleno.

La figure ci-dessous représente le schéma informatif de la liaison Lyon Turin Ferroviaire.

4.1 Rameau d'évacuation et local technique

Le tunnel de base est un bitube. Un tube par sens de circulation. Les deux tubes sont interconnectés par les rameaux d'interconnexion servant à l'évacuation des personnes et à abriter les équipements techniques du tunnel.

On trouve :

- un rameau d'évacuation (rameau d'interconnexion) tous les 333 mètres,
- un local technique tous les 1332 mètres.

La figure ci-dessous représente le schéma des rameaux d'évacuations et des locaux techniques.

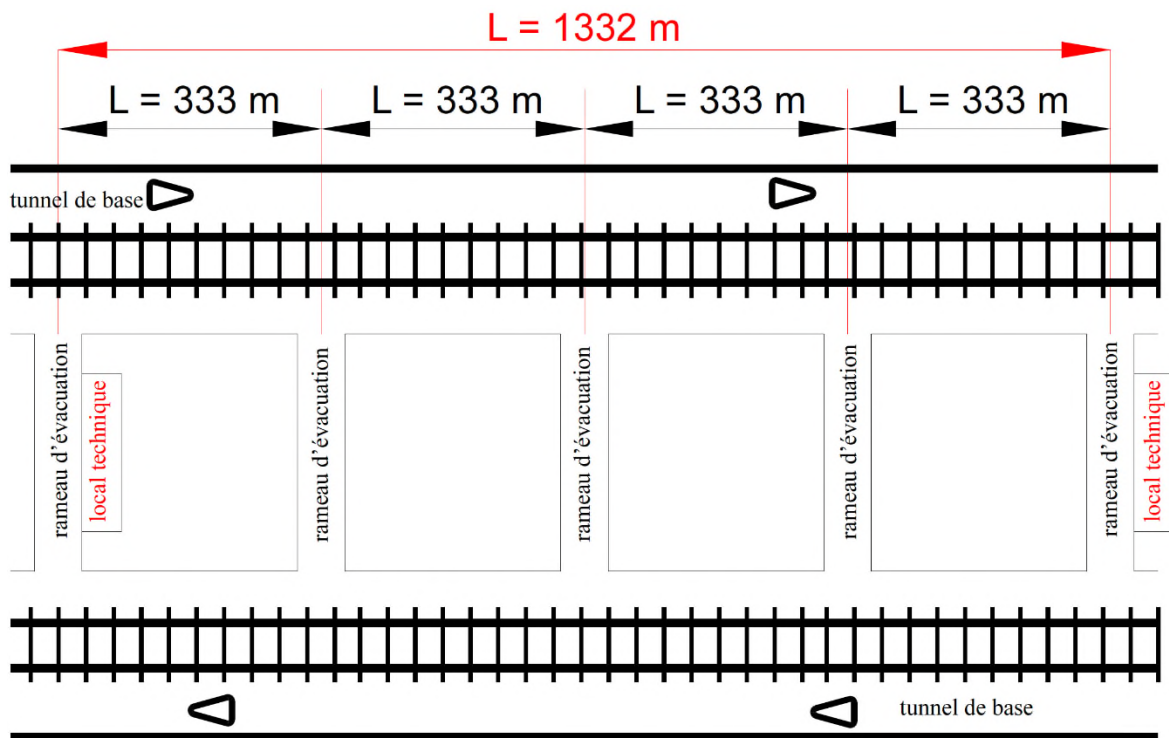


Figure 2 : Le schéma des rameaux d'évacuations et des locaux techniques

4.2 Descenderies (tunnel d'accès / tunnel d'évacuation)

Le tunnel de base est aussi accessible par quatre descenderies (tunnel d'accès / tunnel d'évacuation) :

- a) à St-Martin la Porte (PK 11.536)
- b) à La Praz (PK 20.589)
- c) à Modane (PK 32.165)
- d) à Clarea (PK 52.165)

À l'entrée de chaque descenderie se trouve le point de rassemblement.

Les descenderies terminent au tunnel de base ou les deux tubes sont interconnectés via les galeries de rassemblement. Ces sites permettent d'assurer la sécurité des voyageurs et l'organisation des secours.

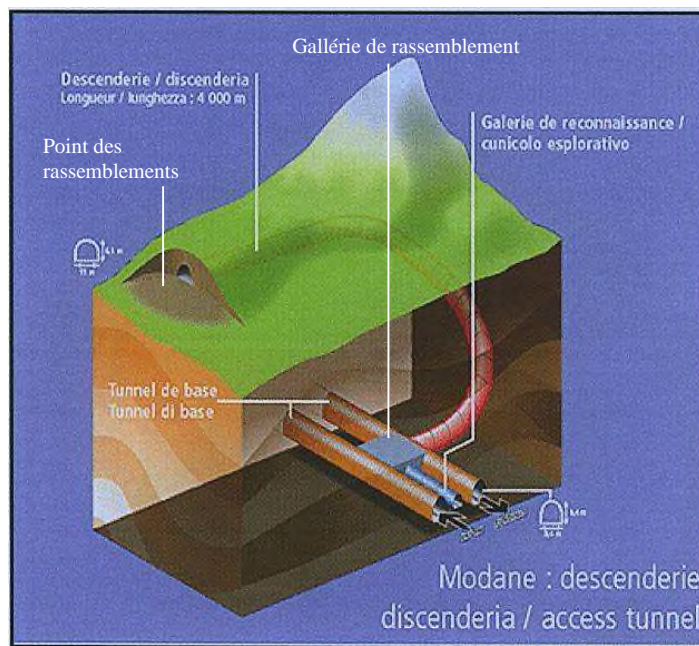


Figure 3 : Exemple de la descenderie de Modane

4.3 Couverture radio

La couverture radio pour les pompiers italiens (C.N.VV.F.) doit être réalisée à l'intérieur du tunnel et à l'extérieur autour du tunnel (voir figure 1).

L'intérieur du tunnel est composé des éléments suivants :

- le tunnel de base (57,513 km) entre PK 3.704 et PK 61.217 incluant les 2 tubes et les voies d'évitements
- rameau d'évacuation tous les 333 mètres (interconnexion entre le bitube)
- local technique tous les 1332 mètres
- les deux puits de ventilation (Avrieux et Clarea)
- les quatre descenderies (tunnel d'accès ou tunnel d'évacuation) ainsi que les galeries de reconnaissance
 - St-Martin la Porte (PK 11.536)
 - La Praz (PK 20.589)
 - Modane (PK 32.165)
 - Clarea (PK 52.165)
- le tunnel d'interconnexion (1935m) entre Susa et Bussoleno entre PK 63.820 (PK0) et PK 1.935

L'extérieur du tunnel est composé des sites suivants :

- la zone St Jean de Maurienne entre PK 0.000 et PK 3.704
- les quatre points des rassemblements, place à l'extérieur devant des descenderies. Ils sont placés à :
 - St-Martin la Porte (PK 11.536)
 - La Praz (PK 20.589)
 - Modane (PK 32.165)
 - Clarea (PK 52.165)
- Plaine de Susa entre PK 61.217 et PK 63.820
 - Pont sur la Dora (PK 62.113)
- la zone (1.616m) entre la sortie de tunnel d'interconnexion et Bussoleno (PK 1.935 et PK 3.551)

5. Demandes particulières exprimées par le C.N.VV.F.

Le réseau radio CN.VV.F est destiné à permettre les échanges de communications entre les différents acteurs du Corps des Pompiers italiens (C.N.VV.F.).

Au cours de la réunion de lancement du 27/10/2014 à Turin, le Corps des Pompiers C.N.VV.F. précise que le système radio VHF 73-74.600 MHz simulcast, actuellement utilisé en Italie, doit être appliqué pour réaliser la couverture radio qui représente le canal principal de leurs communications en conditions normales :

PUBBLICO SOCCORSO C.N.VV.F. BANDA VHF 73-74MHz

Torino 73.550 73.800 (parla-ascolta / parle-entend parler) 73.850 74,137.5 74,162.5
74,237.5 73.650 74,237.5

En parallèle un system radio UHF 412 et 422 MHz doit être déployé pour assurer l'utilisation du mobile «PUMA».

Le réseau GSM-R sera aussi utilisé par les pompiers Italiens. Les exigences applicables au GSM-R pour les besoins des pompiers italiens restent donc inchangées.

Le C.N.VV.F. fournit des spécifications techniques du système, telles que :

- La couverture radio complète de tunnel de base, de tunnel d'interconnexion, des rameaux d'évacuation, des descenderies et des aires extérieures limitrophes aux entrées que ce soit des tunnels ou des descenderies
- Une diffusion sur un câble rayonnant fiable, résistant au feu, en tunnel (même en cas d'incendie)
- RMS (Réseaux Multi Services) sur FO avec des commutateurs RF/FO convenablement espacés
- 2 canaux radio pour la communication de mobile « PUMA » TRx f_1 (UHF) mobile vers mobile et f_2 (UHF) mobile vers transpondeur
- Transpondeur dans les véhicules qui permettent d'établir une connexion entre une radio bande VHF et une radio bande UHF et la communication avec le PCC
- Un commutateur « Maître » présent dans le PCC Italien qui devra être doté d'antenne « Réseau », vers le Poste de Commande général de Turin de C.N.VV.F., opérationnel sur 3 canaux distincts en UHF aux fréquences 870-920 MHz (bande passante : 10 MHz).

LINK MASTER UHF - LIMITI DI BANDA 434-435et 444-445 MHz pour la connexion Satellite <-> Master (à confirmer !).

Des informations plus précises concernant ces systèmes VHF et UHF seront fournies ultérieurement afin de concevoir le système C.N.VV.F. en domaine TELT.

Il est nécessaire de s'assurer auprès de l'ANFR (Agence Nationale de Fréquences) française que les fréquences utilisées par les systèmes radio VHF (73-74.6 MHz) et UHF (412-422 MHz) du C.N.VV.F. sur le territoire français notamment dans la zone de Saint-Jean de Maurienne en dehors du tunnel ne viennent pas perturber les réseaux privés et ceux de la Défense Française.

6. Réseau radio électrique VHF et UHF

Le réseau radio VHF fonctionne par propagation synchronisée sur la même fréquence selon le principe réseau iso-fréquence « Simulcast ».

Le mobile PUMA s'appuie sur un réseau radio de type UHF TETRA (ETSI).

Le réseau de sécurité INPT (Infrastructure National Partageable de Transmission) pour la France est un réseau radio de type TETRAPOL dont les ressources sont partagées entre les applicatifs des différentes unités de sécurité (police, pompiers etc.).

En raison du manque d'information détaillé sur la collaboration des pompiers Française et des pompiers Italiens lors d'un incident, au minimum une Gateway doit être mise en place pour réaliser l'interopérabilité des deux systèmes radios envisagé (TETRAPOL et TETRA).

Pour plus d'information sur les systèmes des télécommunications radio électrique VHF et UHF décrit par C.N.VV.F voir l'annexe Le Service de Télécommunications Radio C.N.VV.F.

6.1 Solutions envisageables

Le relayage des signaux radio VHF et UHF dans l'ensemble du périmètre à couvrir est réalisé avec la couverture radio électrique supposée existante de ces systèmes à l'extérieur du tunnel et des points de rassemblement placés à la sortie extérieure des descenderies.

Les 2 solutions suivantes sont envisageables :

- antenne donneuse (VHF, UHF) existante interconnectée à un répéteur RF/RF (VHF, UHF) et RF/RF est interconnectée à un répéteur RF/FO
- ou Station radio (Satellite VHF, BTS UHF) interconnecté directement à un répéteur RF/FO (VHF, UHF)

6.2 Principe de la solution antenne donneuse <-> RF/RF

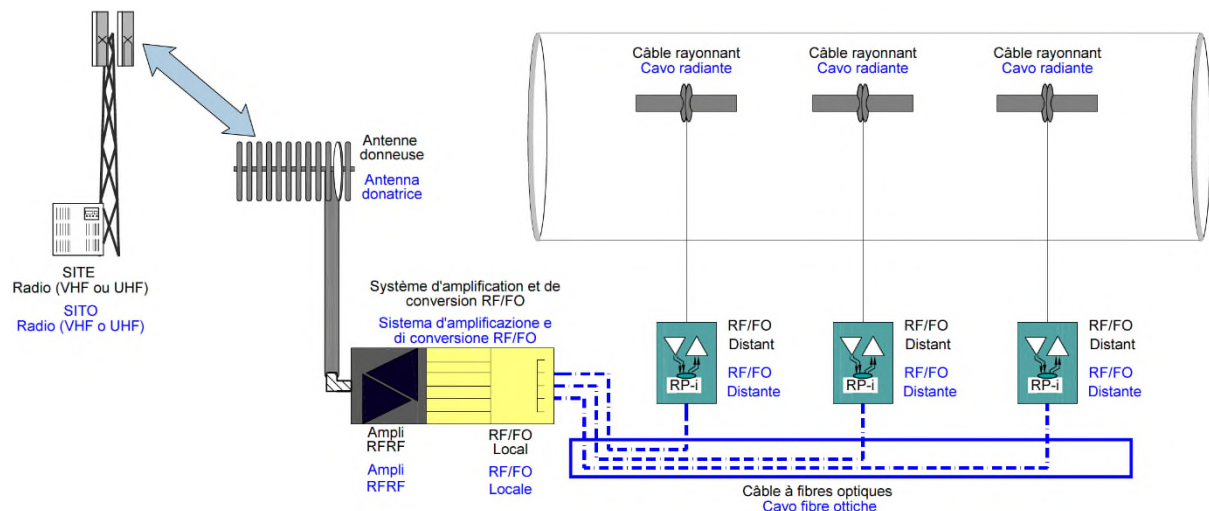
Le principe de la solution « antenne donneuse <-> RF/RF » s'appuie sur l'hypothèse que les signaux radio électrique VHF et UHF sont présents au niveau des sorties du tunnel et des descenderies.

L'objectif est de capter le signal radio disponible en espace aérien provenant d'un site radio (Satellite VHF, BTS UHF) le plus proche, de l'amplifier (RF/RF) et de le diffuser dans l'ensemble des tunnels via des répéteurs RF/FO distants et le media de diffusion réparti correspondant au câble rayonnant.

Pour la solution « antenne donneuse <-> RF/RF », les signaux radio doivent avoir un niveau minimum de -72dBm à l'entrée / sortie de tunnel et autour des entrées des descenderies (points de rassemblement).

Pour chaque system radio (VHF/UHF) une configuration « antenne donneuse <-> RF/RF » dédiée est nécessaire.

La figure ci-dessous représente le schéma de principe de la solution. Le signal radio disponible en espace ouvert provenant d'un site radio le plus proche est capturé par une antenne donneuse et relayé via des répéteurs dans le tunnel.



PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05_ARCHITETTURA VHF UHF

Figure 4 : Principe de la couverture radio antenne donneuse <-> RF/RF

6.3 Principe de la solution station radio <-> RF/FO

L'idée principale de la solution « principe station radio <-> RF/FO » s'appuie sur la **non présence** de signaux radio électrique VHF et UHF au niveau des sorties du tunnel et des descenderies.

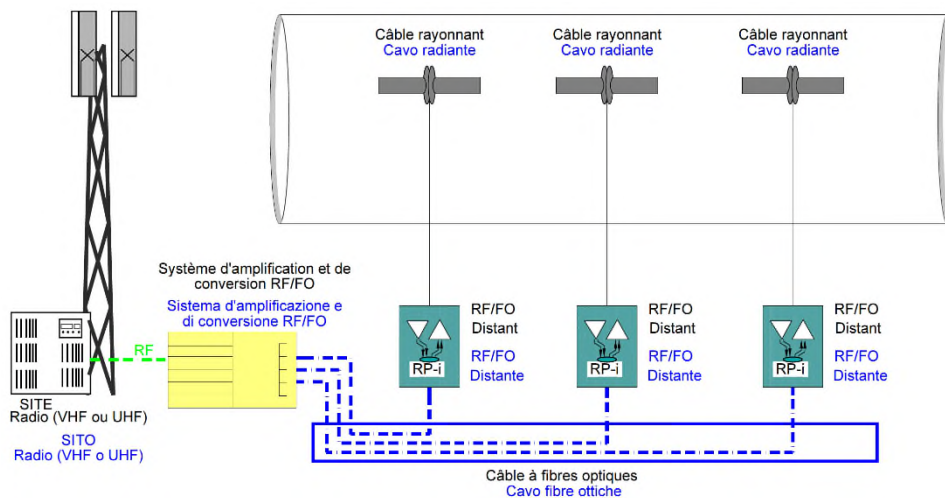
Pour réaliser la couverture radio à l'entrée / sortie de tunnel et autour des entrées des descenderies (points de rassemblement) il est proposé d'installer une station radio (Satellite VHF, BTS UHF) à proximité.

La station radio est utilisée pour assurer la couverture radio autour de l'entrée / sortie du tunnel et autour des entrées des descenderies (points de rassemblement). Dans le même temps la station radio est connectée aux répéteurs RF/FO pour diffuser le signal radio dans l'ensemble des tunnels via le câble rayonnant.

Pour chaque système radio (VHF/UHF), une station radio dédiée (Satellite VHF, BTS UHF) est nécessaire.

Les stations radio sont connectées via un câble à fibre optique ou une liaison radio point à point avec les réseaux radios existants.

La figure ci-dessous présente le schéma de principe de la solution. La station radio installée à proximité de l'entrée / sortie du tunnel ou à l'entrée des descenderies (points de rassemblement) est relayée via des répéteurs dans le tunnel.



PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05_ARCHITETTURA VHF UHF

Figure 5 : Principe de la couverture radio « principe station radio <-> RF/FO »

6.4 Solution proposée

En relation avec la disponibilité du signal radio (VHF, UHF) à l'extérieur de tunnel et les descenderies une combinaison entre la solution « Principe antenne donneuse <-> RF/RF » et « Principe station radio <-> RF/FO » pourrait être réalisée.

- le système radio VHF et UHF partage le même câble rayonnant.
- le tunnel de base est alimenté par 6 point différents qui augmentent la disponibilité des réseaux radio et la redondance
- les équipements des alimentations UHF/VHF pour le tunnel de base sont doublés
- chaque section (1332m) de chaque tube est couverte par deux répéteurs (couverture radio redondante)
- chaque rameau d'évacuation tous les 333 mètres (interconnexion entre le bitube) est couvert par une antenne omnidirectionnelle UHF et VHF (couverture radio simple)
- le nombre de répéteurs RF/FO et de secteurs de câble rayonnant doivent être adaptés en fonction de la longueur et aux contraintes physique de tunnel.
- Maximum 4 répéteurs connectés en ligne par fibre optique
- Le tunnel d'interconnexion est alimenté par deux répéteurs

Du fait du voisinage proche entre le réseau UHF de pompier Italien et le réseau INPT Français, le réseau Tetrapol (seulement la structure répéteurs) peut être partagé. Cette solution dépend de la disponibilité des répéteurs large bande.

La communication des pompiers Italiens est transférée au PCC Italien et la communication des INPT Français est transférée au PCC français.

- Fréquence pompier Italien : UHF 412 et 422 MHz
- Fréquence INPT Français : UHF 380 - 410 MHz

Pour cette étude, un réseau radio « Principe station radio <-> RF/FO » UHF et VHF dédié à C.N.VV.F. est pris en compte.

7. Bilan de liaison radio

Le bilan de liaison radio suivant s'applique pour la partie tunnel.

Une zone est considérée comme couverte si :

- a) le niveau du signal exploitable est supérieur ou égal à -95 dBm avec une antenne de gain 0dBi à 1,5m du sol
- b) un niveau du rapport signal sur bruit supérieur ou égal à 18 dB

Pour l'analyse UHF, les caractéristiques d'un mobile TETRA sont retenues (modèle ATEX « PUMA-T3 Ex »).

- Puissance de transmission 30dBm (1W)

Aucun critère de couverture à l'intérieur du train ne sera appliqué pour valider la couverture.

Justifications :

- les pertes de pénétration dans les trains sont très variables ; suivant la structure du train, son gabarit par rapport au tunnel, la nature de ses vitres, les pertes de pénétration peuvent être très différentes. La mesure de couverture à l'intérieur d'un train n'a donc de sens que pour un train bien précis et ne peut pas être généralisée à l'ensemble des trains circulant dans le tunnel. De plus elle n'est pas reproductible.
- Le matériel roulant évolue et par là même les pertes de pénétrations : changement de modèle de train, remplacement des vitres par des vitres athermiques (qui atténuent d'avantages les ondes),... Il n'y a donc pas de moyen de garantir dans le temps quelles seront les pertes de pénétration des trains qui circuleront dans les tunnels.

Rapport d'architecture du système de couverture radio VV.F / Relazione di architettura del sistema di copertura radio VV.F

7.1 Hypothèses

Il a été fait le choix du câble rayonnant comme support de transmission radio électrique.

Pour les besoins de l'étude, le câble RMC 158-T "A" Séries du fournisseur EUPEN a été retenu.

Le câble rayonnant sera utilisé pour transmettre en même temps les 2 systèmes VHF et UHF.

Si le câble rayonnant peut être partagé avec le system INPT Français, cela doit être évalué pendant la phase de design détaillé.

Le tableau ci-dessous décrit les hypothèses de propagation dans les deux sens montant et descendant des bandes VHF et UHF :

Répéteur	Unité	75 MHz		450 MHz	
		Sens montant	Sens descendant	Sens montant	Sens descendant
Puissance émission répéteur max	dBm		37		37
sensitivity répéteur (DL / UL rejection)	dB	>110		>110	
Puissance émission mobile max	dBm	33		30	
sensitivity mobile	dBm		-111		-111
Affaiblissement du masque de personne (REX)	dB	4	4	4	4
Affaiblissement de pénétration dans le train (REX)	dB	7	7	11	11
Affaiblissement de couplage à 95%	dB	69	69	56	56
Pertes longitudinales du câble rayonnant	dB/100m	0,8	0,8	1,86	1,86
Pertes coupleurs (2 * 3,3)	dB	6,6	6,6	6,6	6,6
Pertes connecteurs	dB	2	2	2	2
Pertes bretelles	dB	1,5	1,5	1,5	1,5

Tableau 1 : Hypothèses bilan de liaison radio

7.2 Bilan UHF

Le tableau ci-dessous décrit le bilan de propagation dans les deux sens montant et descendant de la bande UHF :

UHF (450 MHz)			
		Sens montant	Sens descendant
Distance / antenne (m)	Pertes système (dB)	Puissance reçue (dBm)	Puissance reçue (dBm)
333	87,2938	-57,29	-50,29
666	93,4876	-63,49	-56,49
999	99,6814	-69,68	-62,68
1332	105,8752	-75,88	-68,88
1665	112,069	-82,07	-75,07

Tableau 2 : Bilan UHF

Comme on peut le voir ci-dessus, en respectant le niveau minimum du signal de -95dBm, la distance de couverture, aussi bien dans le sens montant que dans le sens descendant est réalisable entre deux locaux technique espacés de 1332m (voir figure 6).

7.3 Bilan VHF

Le tableau ci-dessous représente le bilan de propagation dans les deux sens montant et descendant de la bande VHF :

VHF (75 MHz)			
		Sens montant	Sens descendant
Distance / antenne (m)	Pertes système (dB)	Puissance reçue (dBm)	Puissance reçue (dBm)
333	92,764	-59,76	-55,76
666	95,428	-62,43	-58,43
999	98,092	-65,09	-61,09
1332	100,756	-67,76	-63,76
1665	103,42	-70,42	-66,42

Tableau 3 : Bilan VHF

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que la limite de couverture dans le sens descendant et sens montant est supérieure à 1332 m.

On peut conclure des deux bilans VHF et UHF précédents, que le pas d'installation des répéteurs distants doit être au maximum de 1332 m pour la bande UHF le plus limitant.

La puissance des répéteurs VHF doit être atténuée pour ne pas brouiller le répéteur voisin.

7.4 La couverture radio par répéteurs et câble rayonnant

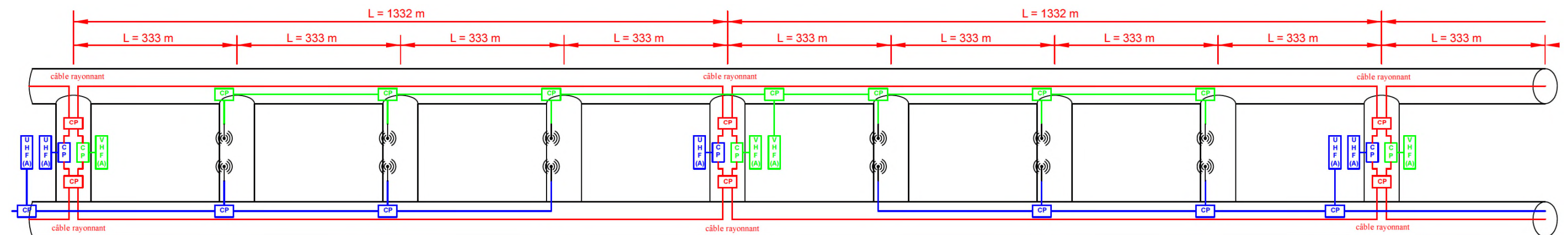
La figure ci-dessous montre le principe de la couverture radio par câble rayonnant qui se trouvent dans les tubes et par les antennes omnidirectionnelles situés dans les rameaux d'évacuations.

Les signaux RF issus des répéteurs distants VHF et UHF sont mélangés au travers de deux coupleurs juste avant d'être injectés dans le câble rayonnant.

Ceci impose un pas de répétition identique pour les répéteurs VHF et UHF, même si la portée en VHF est plus importante.

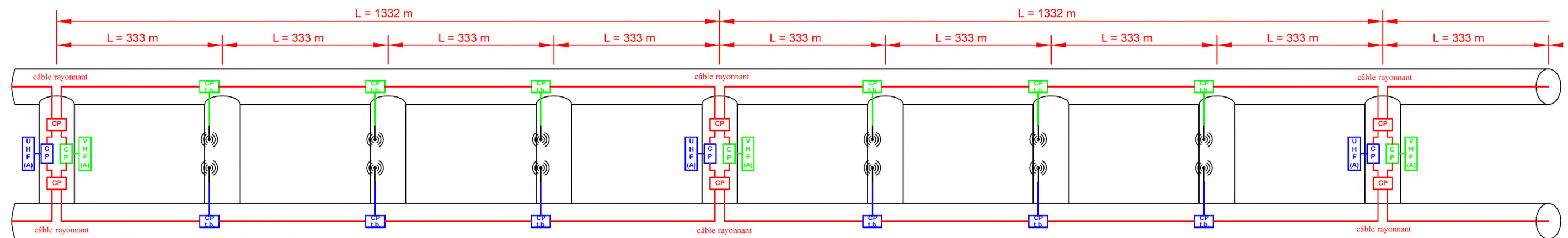
Cela nécessite que la puissance des répéteurs VHF doive être probablement atténuée pour ne pas brouiller les répéteurs VHF voisins.

- En UHF et VHF chaque répéteur permet, de chaque côté, la couverture radio sur 1332m
- Dans le cas où un site répéteur est en panne les répéteurs voisins assurent la couverture
- Conformément aux principes retenus en général pour l'ensemble des réseaux radios concernés sur la liaison TELT, il n'est pas prévu de dupliquer le câble rayonnant. Ceci se justifie par le fait qu'il s'agit d'un élément passif, résistant au feu, bien placé dans la galerie et donc beaucoup moins sujet à des pannes internes suite à un incendie.
- La couverture radio dans les rameaux d'évacuation est assurée par les antennes omnidirectionnelles :
 - et les répéteurs dédiés (version 1)
 - ou via un ensemble de coupleurs installés tête-bêche connectés au câble rayonnant (version 2).



PRF_C2B_0293_20-05-26_20-03_Copertura radio della galleria di base

Figure 6 : Principe de la couverture par répéteur RF/FO (version 1)



CP t.b. = coupleurs installés tête-bêche CP t.b. = coupleurs installés tête-bêche

PRF_C2B_0293_20-05-26_20-03_Copertura radio della galleria di base

Figure 7 : Principe de la couverture par répéteur RF/FO et coupleurs tête-bêche (version 2)

La réalisation de la version 2 dépend fortement de l'atténuation du câble rayonnant et des coupleurs utilisés (le bilan de liaison radio). La réalisation de la version 2 doit être évaluée pendant la phase de design détaillé.

En bleu, équipements répéteurs et câble coaxial pour la partie UHF.

En vert, équipements répéteurs et câble coaxial pour la partie VHF.

En rouge, câble rayonnant commun aux systèmes VHF et UHF

CP : Coupleur

CP t. b. : Coupleur tête-bêche

8. Estimations Quantitatives

8.1 Rappels des Principes de la solution proposée

Sur la base de ce qui précède, les points-clés du dimensionnement sont :

- le bilan radio impose un répéteur RF/FO distant tous les 1332 m dans la bande UHF (bande des 450 Mhz) et dans la bande VHF (bande des 73 Mhz). Les contraintes de connexion des répéteurs RF/FO distants au câble rayonnant imposent de se caler sur le pas le plus court, c'est-à-dire celui de la bande UHF.
- le réseau de télécommunication pour les pompiers Italien étant un réseau de sécurité, il est nécessaire de mettre en place des redondances pour que la perte d'un module radio n'entraîne pas de perte de couverture. Ainsi, les stations radio avec les Satellites VHF, et BTS UHF seront dupliquées. Cet aspect doit être consolidé avec CNVVF qui doit fournir ses contraintes de disponibilités
- le mixage des signaux radios en sortie des répéteurs RF/FO distants VHF et UHF impose l'utilisation de deux coupleurs (VHF/UHF).

La figure ci-dessous montre le principe de system radio VHF et UHF dans le tunnel de base.

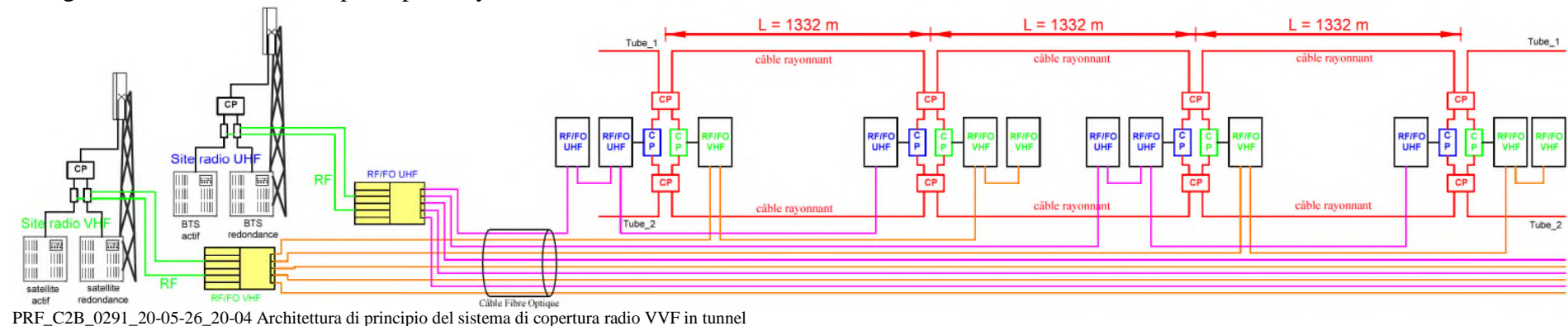


Figure 8 : Principe de system radio VHF / UHF dans le tunnel de base pour trois intervalles

Pour la solution du système radio proposé, du fait que d'autres systèmes (GSM-R, IMPT, etc.) utilisent aussi de la fibre optique, nous considérons que l'installation de câbles fibres optiques et de câble rayonnant le long des tunnels et des descenderies est déjà prévue dans les études préalables du réseau TELT. Elle n'est donc pas prise en compte dans l'estimation proposée. Les équipements concernés par la couverture radio VHF/UHF C.N.VV.F. sont distincts des autres systèmes radio en tunnel. Un emplacement leur sera réservé dans les locaux techniques.

8.2 Évaluation des composants

Avec les hypothèses énoncées dans les paragraphes précédents, les composants à fournir sont les suivants :

- Répéteurs avec un intervalle maximum de 1332m
- Le nombre de répéteurs est multiplié par 2 du fait qu'au niveau de chaque site il y a un répéteur distant pour la bande VHF et un autre pour la bande UHF
- Les équipements radio nécessaire pour réaliser la couverture radio dans les puits et les descenderies ne sont pas doublés.
- 6 points d'alimentation radio (VHF et UHF)
 - Entre tunnel de base
 - Sortie tunnel de base
 - 4 entrées des descenderies (points des rassemblements)

La figure ci-dessous montre le schéma de tunnel avec le 6 points d'alimentation radio électrique.

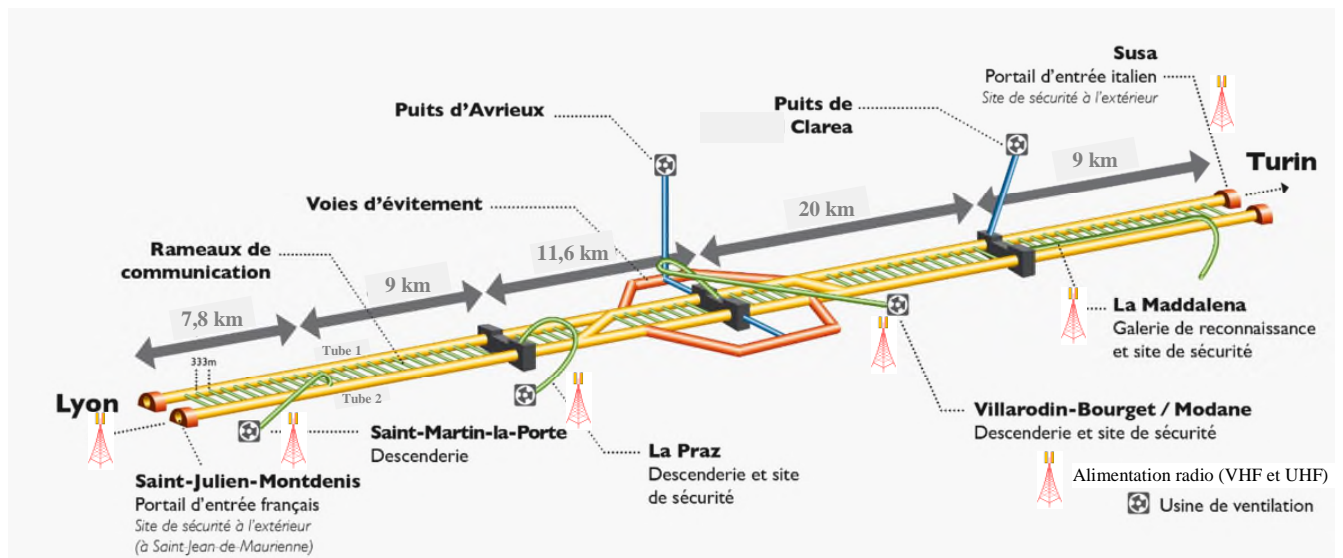


Figure 9: Schéma de tunnel TELT

8.3 Distances à couvrir

La configuration radio des descenderies est assimilée à celle des tunnels même si les caractéristiques fonctionnelles sont différentes. L'hypothèse de longueur totale à couvrir (95,53km) dans le tunnel de base, les descenderies et les puits etc. est donnée dans le tableau ci-dessous. Pour plus de détail voir annexe LISTE D'ÉQUIPEMENT ET LA DISTANCE À COUVRIR. Les PK indiqués dans le schéma suivant ne sont pas déterminés à ce stade.

Partie à couvrir	PK	Longueur en km
zone St Jean de Maurienne	0.000 – 3,704	3,704
Sortie / Entrée de tunnel de base (Saint- Julien- Montdenis / Susa)	3,704 – 61,217	57,513
Longueur de rameau d'évacuation (132 rameau d'évacuation + 45)	Tout le 333m	30m port à port
Site de ventilation Saint-Martin la Porte point de rassemblement à l'extérieur	11,536	---
Descenderie Saint-Martin la Porte		2,400
Site d'intervention Saint-Martin la Porte (Gallérie)		
Site de ventilation La Praz point de rassemblement à l'extérieur	20,589	---
Descenderie La Praz		2,480
Site de sécurité de La Praz (Gallérie)		
Site de ventilation Modane point de rassemblement à l'extérieur	32,165	
Descenderie de Modane		4,0
Site de sécurité de Modane (Gallérie)		---
Puits Avrieux (Modane)		0,493
Voies d'évitement	31,43562 – 32,771259	1,277137
Site de ventilation Maddalena_1 point de rassemblement à l'extérieur	52,165	
Site de ventilation Maddalena_2 (puits de ventilation Clarea)		
Descenderie La Maddalena		3,277
Site de sécurité de Clarea (Gallérie // Maddalena)		~ 4
Sortie / Entrée de tunnel à Susa	61,217	---
Plaine de Susa (Pont sur la Dora - PK 62,113) (PCC Susa – PK 62,913)	61,217 – 63,820	2,603
Tunnel d'interconnexion	(63,820) 0 – 1,935	1,935
zone entre Tunnel d'interconnexion et Bussoleno	1,935 – 3,551	1,616
Total	---	95,52114

Tableau 4 : Distances à couvrir

9. les étapes liées à la Réalisation

Le projet de couverture radio C.N.VV.F. comprendra les étapes suivantes :

- Études,
- Fourniture,
- Installation,
- Essais,
- Documentation,
- Maintenance,
- Formation.

9.1 Études

Comme dans tout projet radio, la phase « Etudes » comprendra les étapes suivantes :

- Les études de faisabilité
- Les études préliminaires,
- La conception finale
- Le projet d'exécution.

Pour chaque étape listée ci-dessus, une phase de validation entre autres par C.N.VV.F. sera nécessaire.

9.2 Fourniture

Dans la présente étude, nous prenons comme hypothèse que les zones à couvrir sont déjà équipées de câble rayonnant et qu'elles sont également desservies par le réseau de fibres optiques.

Pour le tunnel de base, puits et descenderies et le tunnel d'interconnexion les principaux équipements sont les suivants :

- Station radio UHF (inclusive mat et shelter ; Master Unit etc.)
- Station radio VHF (inclusive mat et shelter ; Master Unit etc.)
- Répéteurs RF/FO
- Coupleur
- Antenne omnidirectionnelle pour les rameaux d'évacuations

9.3 Installation

L'installation se fera après la fin des travaux de génie civil lors de la phase de déploiement des systèmes dans le tunnel.

9.4 Essais

Les essais techniques englobent les mesures de champs et les essais fonctionnels dans les différentes zones de couverture.

Les essais devront se faire sur la base de cahier de recettes validées par C.N.VV.F.

9.5 Documentation

La documentation, comprendra les notices, les plans d'installation et les documents d'exploitation et de maintenance.

La documentation comprend les rapports techniques, les plans et les documents d'exploitation et de la maintenance du système.

9.6 Maintenance

La maintenance comprend le lot de rechange, les outils et équipements spécialisés et les éventuels contrats d'entretien.

9.7 Formation

La formation s'appliquera à l'exploitation et à la maintenance du système.

10. Estimation financière

L'estimation financière du système a été fournie dans l'annexe : ESTIMATION DES COÛTS.

Elle prend en compte seulement le coût de la fourniture, de l'installation et des essais du système.

12. Annexe : Le Service de Télécommunications Radio C.N.VV.F.

Le paragraphe ci-dessous est extrait et traduit du “student book” de 2009.

Le D.M. (Décret Ministériel) 4015 du 05/01/1974 a défini les prérogatives du Service des Télécommunications du Corps National des Pompiers Italiens et par la suite, le D.M. 77 du 07/09/1995, a redéfini les compétences du Centre National TLC et des Centres de Zone TLC qui pourvoient à la maintenance et à la gestion des réseaux du Corps National des Pompiers Italiens.

Le Service des Télécommunications du C.N.VV.F. (Centre National des Pompiers Italiens) a été défini par le Décret Ministériel n° 4015 du 05/01/1974 et se trouve articulé comme suit :

- Un Centre TLC National situé à Rome,
- Des Centres TLC de zone (Régionaux et Inter-régionaux),
- Des noyaux TLC provinciaux.

Référence :

1. Servizio Telecomunicazioni del C.N.VV.F. Student Book REV. 2.2 DEL 10/02/2009.
2. Le Corps National des sapeurs-pompiers Italiens C.N.VV.F.:
<http://www.vigilfuoco.it/asp/asp/Page.aspx?IdPage=6553>

12.1 Les noyaux provinciaux TLC

Les noyaux provinciaux TLC, tel que déterminé par le décret n° 77 du 07/09/1995, effectuent des réparations mineures sur les installations et équipements radio du contrôle d'appartenance au réseau.

Les pompiers ont à disposition dans les bandes VHF et UHF, des fréquences qui peuvent être utilisées à leur discrétion au niveau national sur la base de ce qui est rapporté dans le tableau ci-dessous.

Fréquences allouées au C.N.VV.F.		
De (MHz)	A (MHz)	Bande
73,000	74,600	VHF
412,000	423,000 (*)	UHF
434,500	435,000	
444,000	445,000	
866,500	868,000	
919,500	921,000	
(*) : dans cet intervalle on dispose seulement de 12 couples de canaux à 12,5 kHz.		

12.2 Utilisation des ressources radio allouées au CNVV.F.

12.2.1 Introduction

Dans les communications radio VV.F il existe deux modes de transmission.

- Pour les communications en espace restreint (niveau de l'équipe), on utilise le canal qui ne passe pas sur le réseau radio : une communication de ce type n'a pas besoin d'être entendue par une personne située à portée de la liaison radio.
- En cas de nécessité pour les communications à longue portée (environnement provincial ou régional), on utilise l'accès au réseau radio, en passant sur le canal dédié à la réception des liaisons radio et les informations fournies peuvent être entendues par tout intervenant calé sur le canal radio en mode direct ou en mode répété (la fréquence de réception est la même).

Chaque canal radio se compose d'un couple de fréquences : l'une est utilisée pour la transmission, l'autre pour la réception. Il y a deux modes de communication radio :

- 1 **La transmission directe** : chaque terminal (fixe ou mobile) utilise la même fréquence pour la transmission que pour la réception, et donc les deux fréquences qui composent le canal coïncident ($f_{Tx} = f_{Rx}$).
- 2 **La transmission répétée** : chaque terminal (fixe ou mobile) utilise une fréquence pour la transmission (distincte de celle qu'il avait pour la transmission directe) et une fréquence pour la réception.

12.2.2 Mode de transmission directe et continu

La bande VHF à la disposition du C.N.VV.F. a été divisée en deux parties. Cela permet de communiquer en passant par des liaisons radio.

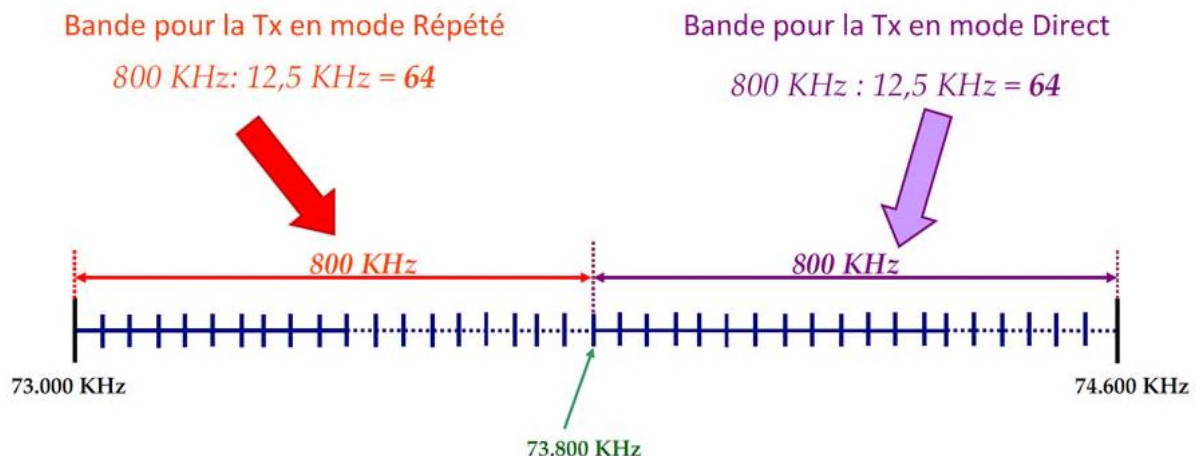


Figure 10 : utilisation de la bande VHF

La différence entre les deux modes de communication porte sur la fréquence différente de l'émetteur:

- dans le cas du mode de communication répété, l'émetteur fonctionne à une fréquence de 800 kHz supérieure à celle du récepteur.

- dans le cas où la communication est en mode direct, les deux fréquences coïncident.

12.3 Généralités sur le réseau TLC du C.N.VV.F.

Les réseaux de télécommunications de C.N.VV.F. sont du type des réseaux « Simulcast » (diffusion simultanée) également connus sous le nom de réseaux iso-fréquence synchrone.

Afin d'assurer la couverture radio de la zone de service, les réseaux iso-fréquence synchrone monocanaux, utilisent plusieurs répéteurs qui fonctionnent tous à la même fréquence et qui, en ce qui concerne la retransmission du signal à des terminaux mobiles, travaillent d'une manière temporellement coordonnée, à savoir "synchrone".

Les principales caractéristiques du réseau iso-fréquence synchrone sont:

1. Les utilisateurs peuvent communiquer dans tout le territoire couvert sur le même canal radio;
2. Le signal est transmis en même temps par tous les satellites, et est reçu par tous les terminaux, quel que soit leur emplacement dans la zone de couverture;
3. Lorsque le signal généré par un terminal atteint plusieurs satellites simultanément, le dispositif de vote maître sélectionne celui de meilleure qualité.

12.4 Composants du réseau iso-fréquence synchrone

Le réseau iso-fréquence synchrone « Simulcast » se compose de trois types de Stations de Base (BTS):

- Maître,
- Maître Secondaire,
- Satellite.

Les connexions entre BTS sont faites dans la bande UHF.

La BTS Maître Secondaire n'est nécessaire que si un ou plusieurs satellites ne sont pas visibles par le Maître, qui peut donc ne pas être connecté directement.

12.4.1 Maître

La station-maître est le point central du réseau. Les principales caractéristiques de cet élément de réseau sont les suivants:

- il sélectionne le meilleur signal et l'envoie vers les satellites et aux maîtres secondaires;
- il génère en interne le critère de synchronisation de toutes les stations du réseau.

Pour réduire les coûts d'infrastructure et réduire la fréquence de connexion entre BTS, la station-maître peut être équipée d'un rediffuseur intégré dans la même armoire.

Le maître peut également être équipé d'un système UHF pour une connexion directe au centre de contrôle lorsqu'on souhaite lui permettre un accès privilégié au réseau et effectuer des opérations de contrôle à distance de l'ensemble du réseau.

12.4.2 Maître Secondaire

Le Maître Secondaire effectue la sélection du meilleur signal reçu parmi ceux provenant du niveau inférieur du réseau (des Satellites et/ou autre Maîtres Secondaires) et il le transmet vers le niveau supérieur du réseau, à savoir au maître ou à un autre maître secondaire.

En outre, le Maître Secondaire reçoit le meilleur signal du réseau choisi par le Maître et il le transmet vers le niveau inférieur du réseau.

Le Maître Secondaire peut également être équipé avec un rediffuseur, installé dans la même armoire, pour épargner des coûts d'infrastructures et pour réduire les fréquences de liaison entre BTS. Les maîtres secondaires sont équipés avec un module qui reprend le synchronisme de la porteuse envoyée du maître.

12.4.3 Satellite

La station de satellite émet vers le niveau de la couche supérieure (Maître ou Maître Secondaire) le signal provenant des terminaux, reçu par le récepteur local, et transmet au terminal le meilleur signal du réseau choisi par le maître.

Les satellites sont équipés d'un module qui permet d'obtenir la synchronisation de la porteuse émise par le maître.

12.5 Fonctionnement des Réseaux Isofréquence Sychrone

Le fonctionnement des réseaux iso-fréquences synchrones monocanaux peut être décrit en deux phases :

1 Accès du signal au réseau

Le signal engendré par un terminal arrive en même temps à plusieurs BTS, suivant des parcours différents. Un dispositif de vote, centralisé dans une BTS unique ou distribué sur plusieurs BTS, sélectionne seulement le meilleur parmi tous les signaux reçus.

2 Rediffusion du signal sélectionné

Le signal sélectionné de la station-maître, est envoyé à toutes les BTS qui le retransmettent simultanément.

12.5.1 Accès du signal au réseau

Le signal rayonné par l'émetteur du terminal (véhicule, portable ou station fixe) arrive à un ou plusieurs récepteurs (distants les uns des autres) du réseau de répéteurs.

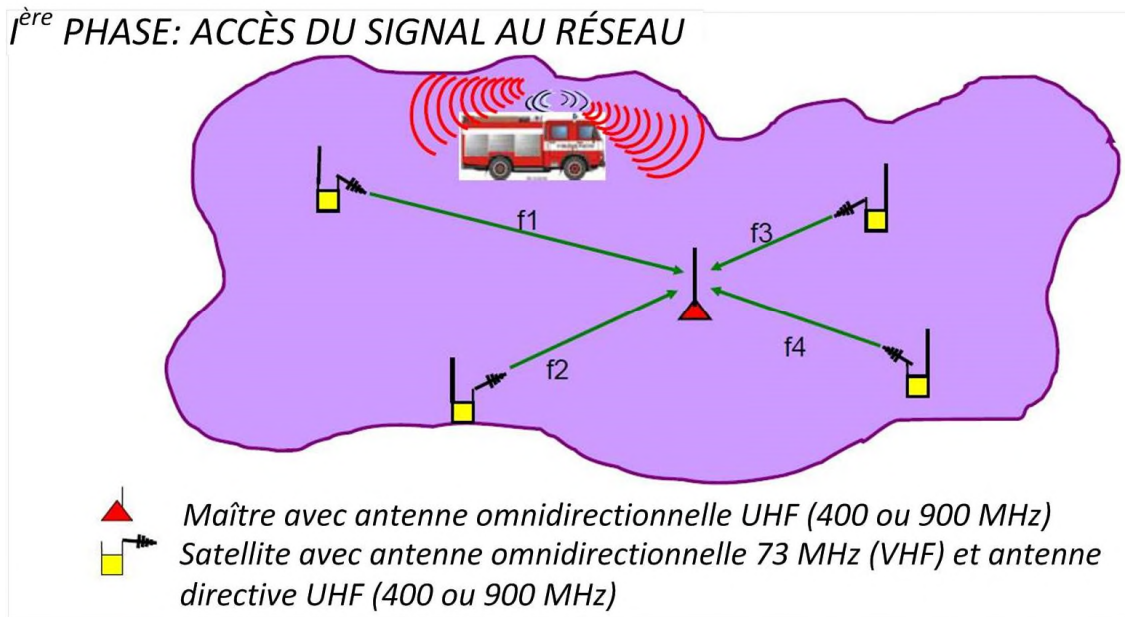


Figure 11 : réseau Simulcast - phase d'accès au réseau

Les signaux reçus des différents répéteurs arrivent à une station principale (dite maître), où on assure la compensation des retards et éventuellement l'égalisation des différentes caractéristiques des liaisons.

Enfin un dispositif dit de vote, sélectionne le meilleur signal reçu. Le critère de choix est le rapport signal/bruit mesuré sur les différents signaux reçus.

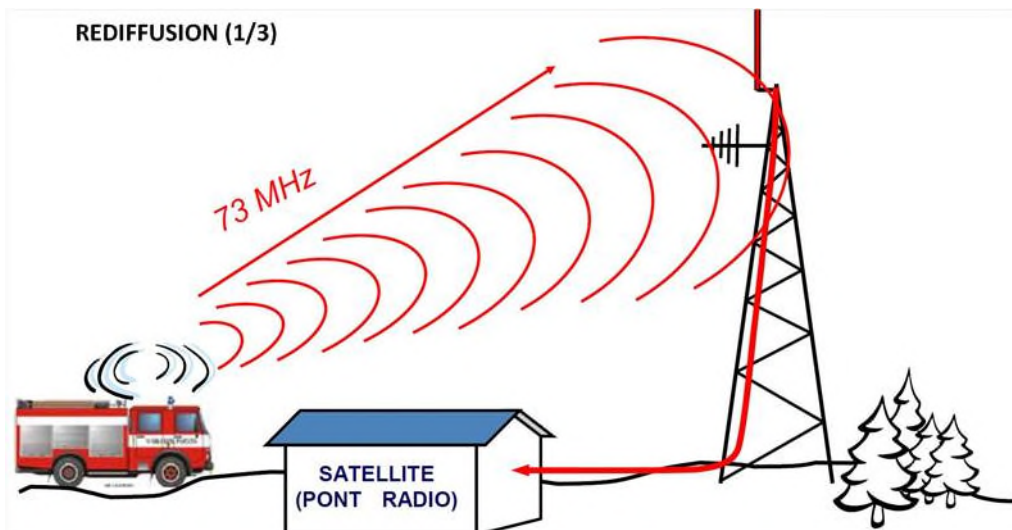


Figure 12: rediffusion 1/3

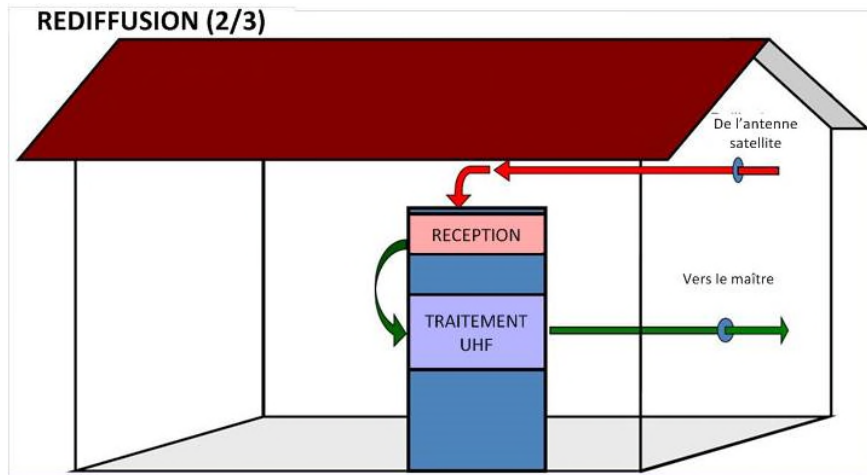


Figure 13: rediffusion 2/3

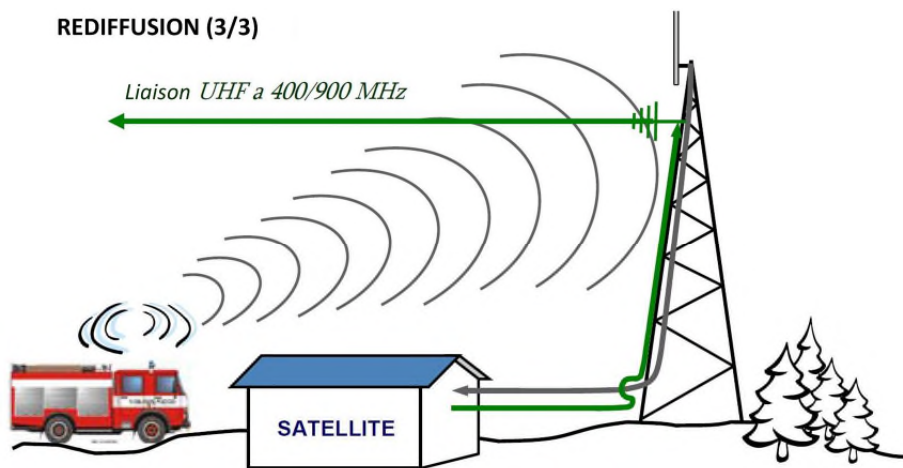


Figure 14: rediffusion 3/3

12.5.2 Rediffusion du Signal Sélectionné

Le signal choisi par le dispositif de vote du Maître est envoyé à travers la liaison du réseau radio mobile à tous les satellites du réseau ; ceci répète le signal en utilisant des porteuses qui nominalement opèrent toutes à la même fréquence.

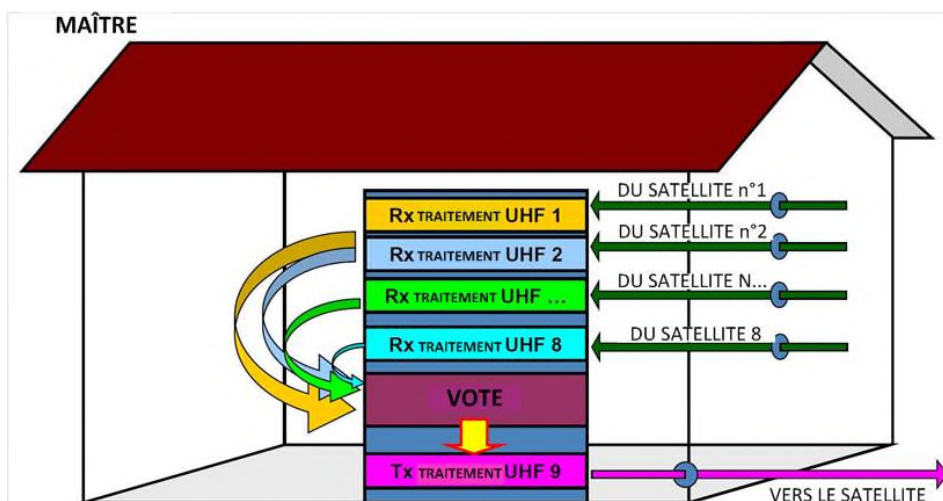


Figure 15 : Sélection du signal par le maître

Pour garantir de bonnes communications même dans les aires couvertes par deux ou plusieurs signaux venant de différents répéteurs (aires de champ équivalents), le signal rediffusé doit être synchronisé et convenablement égalisé dans ses composantes spectrales pour éliminer les effets distorsion des liaisons entre la station-maître et les répéteurs.

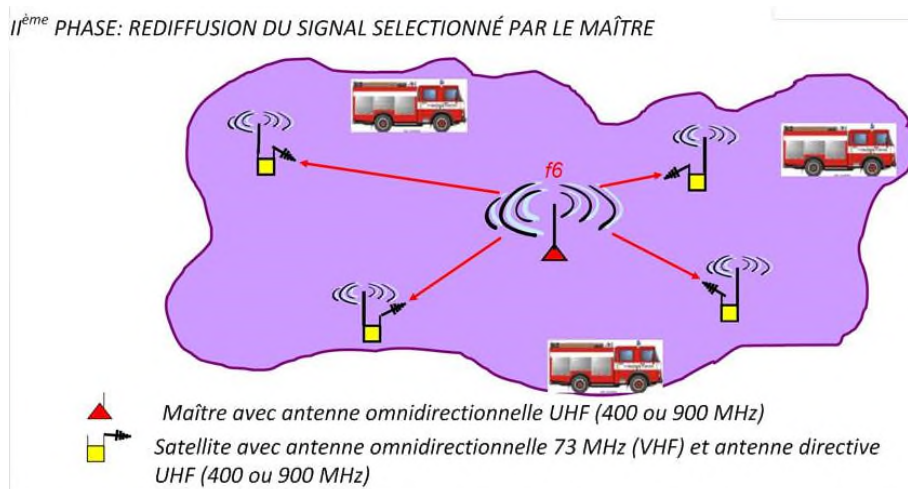


Figure 16: rediffusion vers les satellites

12.6 Réseaux Bi-Bandes

Ces réseaux se différencient des réseaux iso-fréquence synchrone par le fait qu'on réalise sur le territoire concerné une couverture radio simultanée dans les bandes VHF et UHF (400 MHz).

Les caractéristiques principales du réseau Bi-bande sont :

- les utilisateurs peuvent communiquer dans tout le territoire couvert sur le même couple de canaux radio (l'un VHF et l'autre UHF) ;
- le signal est transmis en même temps de tous les satellites sur les canaux VHF et UHF et est reçu de tous les terminaux (VHF et UHF), indépendamment de leur position à l'intérieur de l'aire de couverture.

De manière analogue aux réseaux iso-fréquence synchrones lorsque le signal est reçu en même temps de plusieurs satellites, le dispositif de vote du maître sélectionne celui de meilleure qualité.

Pour la gestion de l'accès simultané sur le même satellite d'un signal de VHF et UHF, les réseaux Bi-bandes sont configurables selon 3 modes différents :

- 1 le satellite envoie vers le maître le signal (VHF ou UHF) qu'il a tenté l'accès au réseau en premier ;
- 2 le satellite envoie vers le maître le signal UHF avec une priorité supérieure par rapport au VHF ;
- 3 le satellite envoie vers le maître le signal VHF avec une priorité supérieure par rapport à l'UHF.

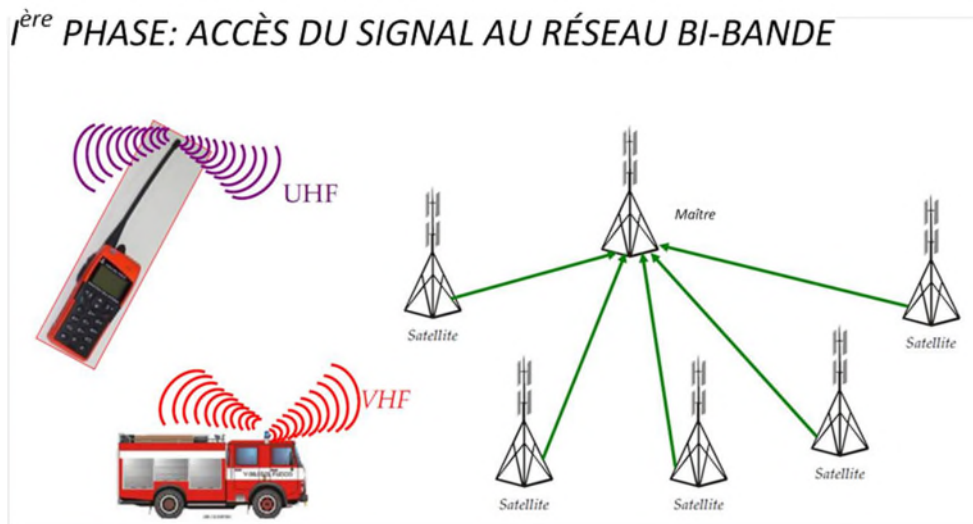


Figure 17: accès du signal au réseau bi-bande

La figure ci-dessous montre le fonctionnement des satellites Bi-bandes : le maître transmet vers les terminaux le meilleur signal reçu soit en bande VHF ou en bande UHF.

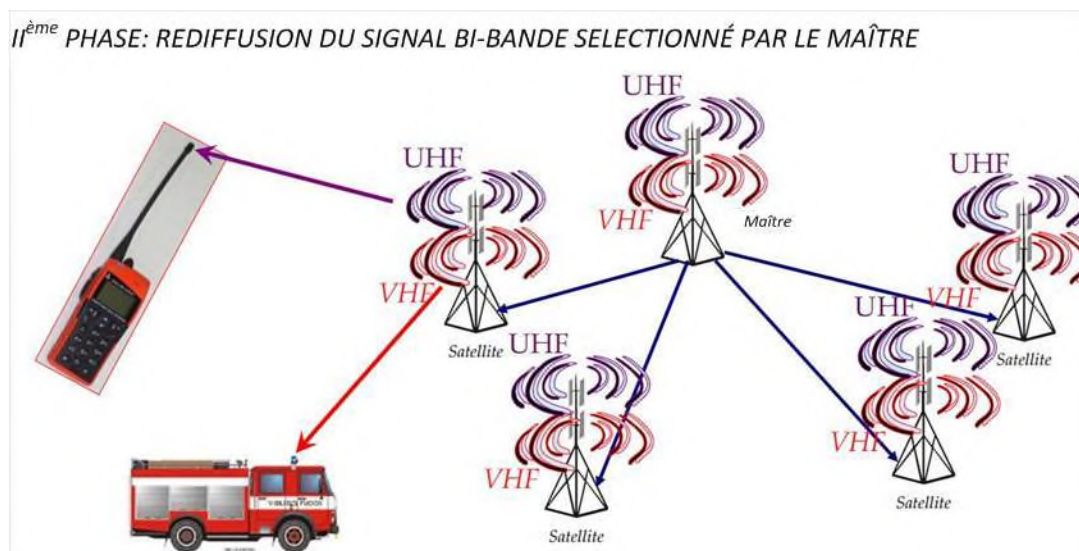


Figure 18: rediffusion d'un signal bi-bande

12.7 Les Appareils Radio

12.7.1 L'appel sélectif

Chaque appareil radio VV.F est identifié à travers un code alphanumérique de cinq caractères (les deux premiers identifient le groupe d'appartenance) au moyen duquel il peut être appelé à travers le canal actif dans la zone. Cette fonction, dont sont dotés tous les terminaux radios VV.F., est appelée « appel sélectif ».


Le terminal radio qui reçoit l'appel sélectif émet pendant quelques secondes un signal acoustique, après quoi il ne reste de l'appel entrant que l'indication visuelle sur une LED de couleur rouge. Cette indication lumineuse apparaît au moment de la première pression sur la touche PTT (Push To Talk).

12.7.2 Appareil Radio VHF embarqué

La figure ci-dessous montre l'appareil VHF embarqué modèle W70 EMC / 25-1 en vigueur en 2009. Il est installé dans les véhicules d'urgence et dans des endroits fixes (directions provinciales, des détachements et directions régionaux).



Figure 19 : appareil VHF embarqué modèle W70 EMC / 25-1

Commande - Indicateur	Fonction	Réf figure
Touche rouge d'ouverture	Interrupteur général de Marche-Arrêt.	A
LED rouge « SEL »	Indique l'arrivée décodée d'un appel sélectif	B
LED verte « AUX »	Indique le fonctionnement en service spécial (ton B)	C
LED jaune « Tx »	Indique une phase de transmission	D
LED verte « Rx »	Indication de la réception d'une porteuse	D
Touche V+	Touche d'augmentation du volume / incrémentement du canal	E
Touche V-	Touche de baisse du volume / décrémentement du canal	F
Touche CH	Touche de sélection du canal	G
Touche D/R	Impose le canal DIR et le canal RIP	H
Touche 	Sélection Haut-parleur / combiné	I
Touches ARR, PAR, CHS, INT	Touches pour l'envoi d'un code sélectif	L
Prise « Micro »	Liaison micro/haut-parleur et interface de programmation – connecteur type RA2306	M

12.7.3 Le portatif P3/95 VHF (73 MHz)

Le portatif le plus répandu aujourd'hui est celui présenté dans la figure ci-dessous :

Ces caractéristiques principales sont :




- Puissance maxi en Tx: 5W;
- Gestion des appels sélectifs;
- 1 h en transmission;
- 4 h en réception;
- 5 h en mode stand-by.



Figure 20 : portatif P3/95 VHF (73 MHz)

12.7.4 Le système radio UHF PUMA (400 MHz)

Afin de permettre aux opérateurs d'urgence de communiquer même dans les zones à risque d'explosion dû à la présence possible de gaz et/ou dans des zones avec une forte présence de poussière, les appareils radios appelés « PUMA » sont donc approuvés ATEX et fournis aux Directions Provinciales dans la bande UHF.

Appareils Radio anti-explosion et transpondeur	
	Appareil radio portatif à l'usage du responsable de l'équipe d'intervention : fréquence TR _x f ₁ (UHF) version portatif et f ₂ (UHF) version transpondeur
	Appareil radio portatif à l'usage du personnel de l'équipe d'intervention : fréquence TR _x f ₁
	Appareil radio des véhicules : fréquence T _x f _b et fréquence R _x f _a (Bande VHF)
<p>Par « Transpondeur » on entend la combinaison de deux appareils radio (VHF et UHF) reliés et configurés de façon appropriée. Un tel dispositif permet d'établir une connexion entre l'appareil ATEX du chef d'équipe (Bande UHF) et le réseau VHF. Il permet également au chef d'équipe de communiquer avec la salle de commande opérationnelle.</p>	

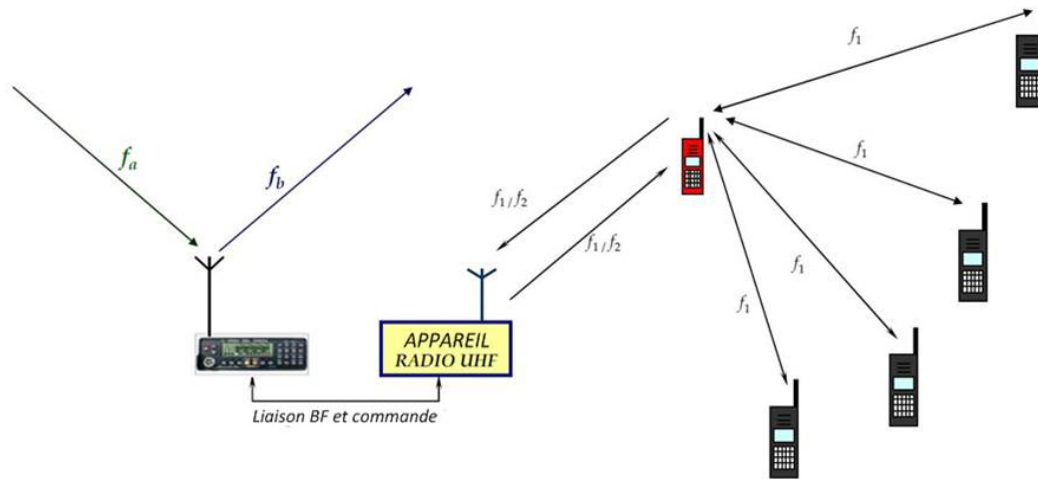


Figure 21 : interaction des équipements VHF et UHF

Ce type d'appareils portables permet seulement des communications à courte distance (Max 1000 m) et est optimal pour les besoins des équipes opérationnelles « Sur place ». Cependant, l'emploi des fréquences de la bande UHF ne permet pas d'accéder directement au réseau VHF à 73MHz (réseau provincial et régional).

Pour contourner cette limitation, il a été installé à l'intérieur des services de secours des Transpondeurs qui permettent au signal, une fois validé, de transiter à 73MHz.

La figure ci-dessous présente les appareils radio « PUMA » utilisés par les équipes d'intervention :



Figure 22 : portatifs "PUMA"

FIN DU DOCUMENT

1. Documenti di riferimento

N°	Codice del documento	Titolo del documento
[1]	PRF_C2B_0200_20-00-00_10-01	RELAZIONE GENERALE_B
Piano dwg:		
[2]	PRF_C2B_0291_20-05-26_20-04	Architettura di principio del sistema di copertura radio VVF in galleria
[3]	PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05	ARCHITETTURA VHF UHF
[4]	PRF_C2B_0293_20-05-26_20-03	Copertura radio della galleria di base
[5]	PRF_C2B_0211_20-05-00_20-01	Schema generale del sistema radio
[6]	PRF_C2B_0201_20-00-00_20-01	Schema di architettura generale dei sistemi di telecomunicazione
[7]	PRF_C2B_0220_20-05-26_20-01	Schéma radio d'Ambin est / Schema radio Ambin est
[8]	PRF_C2B_0221_20-05-26_20-02	Schéma radio de Ovest Ambin - Schema radio di Ovest Ambin
[9]	PRF_C2B_0230_20-05-41_20-01	Saint martin la porte Schema radio
[10]	PRF_C2B_0100_20-05-42_20-01	Schéma radio - Schema radio
[11]	PRF_C2B_0240_20-05-43_20-01	LA PRAZ Schéma radio - LA PRAZ Schema radio
[12]	PRF_C2B_0102_20-05-44_20-01	MODANE Schéma radio - MODANE Schema radio
[13]	PRF_C2B_0275_20-05-48_20-01	Maddalena Schéma radio - Maddalena Schema radio
[14]	PRF_C2B_0290_20-05-90_20-01	Rami di collegamento rameaux Schéma radio - Rami di collegamento - Schema radio
[15]	PRF_C2B_0157_20-35-41_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité - Schema locale della rete di soccorso e sicurezza
[16]	PRF_C2B_0161_20-35-45_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité - Schema locale della rete di soccorso e sicurezza
[17]	PRV_C2B_0515_20-35-48_20-01	Schéma local du Réseau secours et sécurité - Schema locale della rete di soccorso e sicurezza
[18]	PRF_C2B_0195_20-50-26_30-01	Schéma des locaux techniques SMLP Layout locali SMLP

N°	Codice del documento	Titolo del documento
[19]	PRF_C2B_0196_20-50-26_30-02	local technique LA PRAZ - locali sito di LA PRAZ
[20]	PRF_C2B_0199_20-50-26_30-05	Schéma des locaux techniques Modane et Avrieux Layout locali Modane e Avrieux
[21]	PRV_C2B_7020_20-50-26_30-70	Schéma des locaux techniques Clarea et Maddalena Layout locali Clarea e Maddalena

2. Norme applicabili

La presente relazione, nonché tutta la documentazione progettuale che verrà successivamente citata, è conforme alle indicazioni ed alle normative contenute nel documento PRF.TS3.C1.00.00.00.10.03.0003 - Annexe 4.1 - Cadre réglementaire du projet et Non Conformités correspondantes / DPS - Allegato 4.1 - Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

3. Glossario

Abbreviazione	Descrizione
ATEX	AT mospheres EX plosibles - Atmosfere esplosive (direttive europee (94/9/CE o ATEX 137 per le apparecchiature destinate a essere utilizzate nelle aree ATEX, e 1999/92/CE o ATEX 100A per la sicurezza dei lavoratori).
BTS	B ase T ransceiver S tation (stazione radio base)
C.N.VV.F.	C orpo N azionale dei V igili del F uoco: C orps N ational des sapeurs-pompiers
dB	D eci B el
FO	F ibre O ptique - Fibra ottica
INPT	Infrastructure Nationale Partageable des Transmissions/Infrastruttura nazionale condivisione trasmissioni
LTF	L yon T urin F erroviaire
PCC	Poste de Commande Centralisée/Posto di Comando Centralizzato
PUMA	Nom d'un mobile Radio ATEX (UHF) - Nome di una radio mobile ATEX (UHF)
RF	R adio F requency
RF/FO	commutateurs R adio F réquence / F ibre O ptique - commutatori Radio frequenza / Fibra ottica
RFI	R ete F erroviaria I taliana
RFS	R adio F requency S upplier S ystem / fornitore sistema radio
RMS	R éseaux M ulti S ervices - Reti Multiservizi
TELT	Tunnel Euralpin Lyon Turin precedentemente LTF
TETRA	T ERrestrial T runcked R adio Norma ETSI
TETRAPOL	T ERrestrial T runcked R adio " P OLice" (reti di sicurezza)
TLC	La telecomunicazione, abbreviazione TLC
UHF	U ltra H igh F requency (frequenza ultra elevata)
VHF	V ery H igh F requency (altissima frequenza)
VV.F	V igili del F uoco

4. Il Progetto

Nel progetto di collegamento ferroviario tra Lione e Torino, la sezione transnazionale dalla stazione di St Jean de Maurienne alla stazione di Bussoleno, costituisce il collegamento gestito da TELT, per un totale di circa 67,4 km.

E' costituito dalla galleria di base a doppia canna di 57,513 km, di cui 2,6 km ad aria aperta in Val di Susa, dalla galleria di interconnessione (1,935 km) e dagli impianti finali di Saint-Jean de Maurienne e di Bussoleno.

La figura sottostante rappresenta lo schema informativo del collegamento Lyon Turin Ferroviaire.

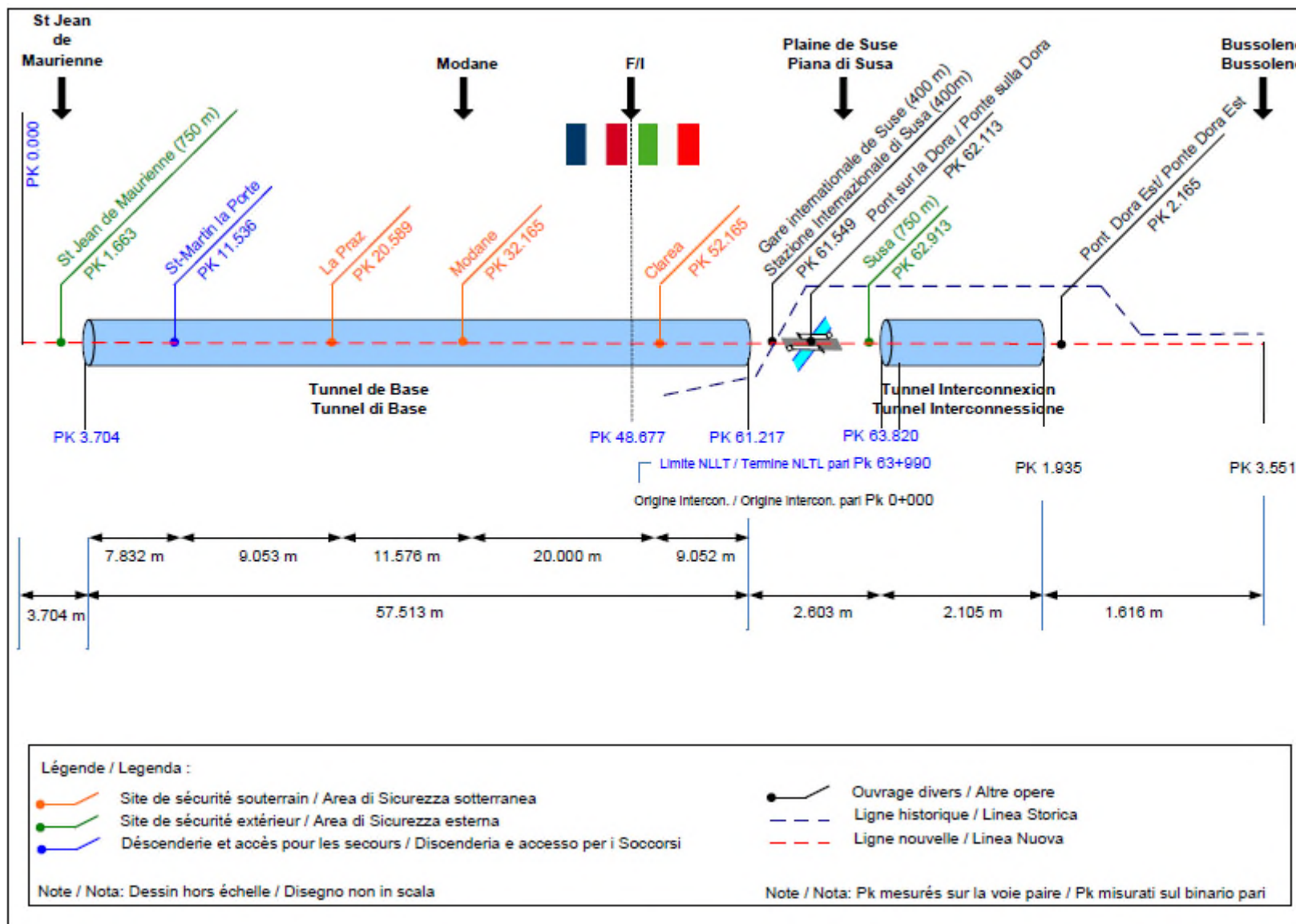


Figura 23: Schema del collegamento Lyon-Turin Ferroviare (ambito TELT)

4.1 Ramo di evacuazione e locale tecnico

La galleria di base è a doppia canna. Una canna per senso di circolazione. Le due canne sono interconnesse dai rami d'interconnessione che servono per far evacuare le persone e ospitare le apparecchiature tecniche della galleria.

Sono presenti:

- un ramo di evacuazione (ramo d'interconnessione) ogni 333 metri,
- un locale tecnico ogni 1332 metri.

La figura seguente rappresenta lo schema dei rami di evacuazione e dei locali tecnici.

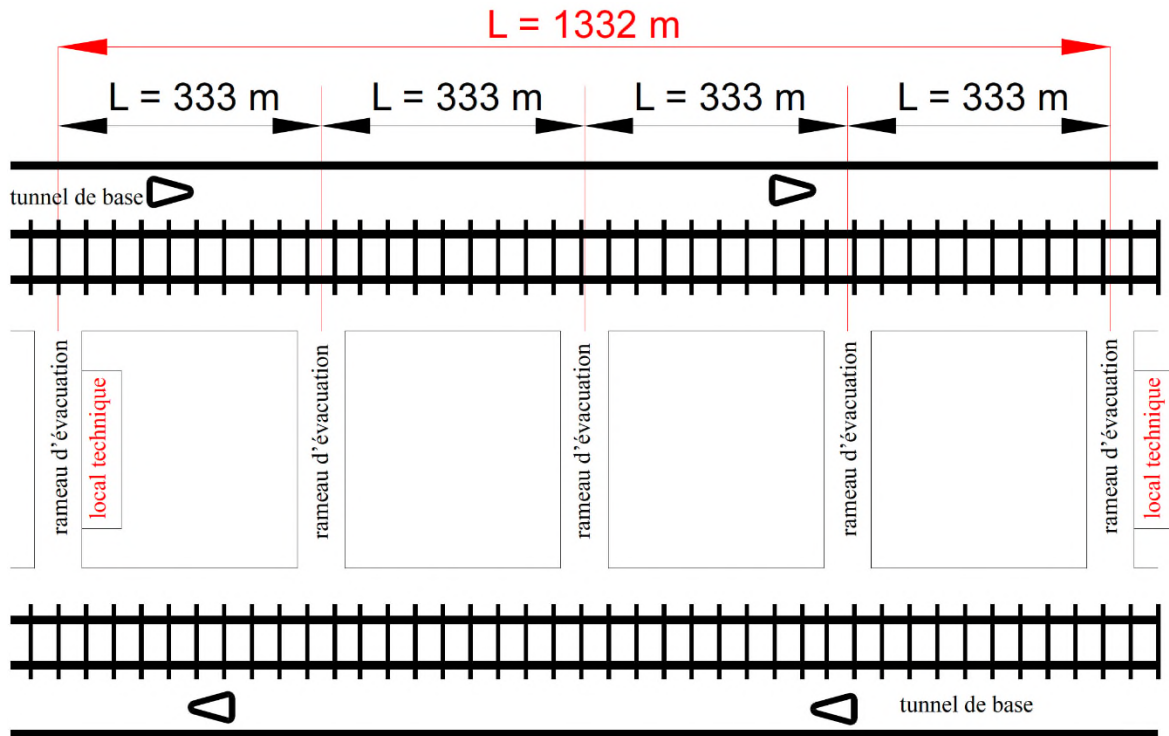


Figura 24: Schema dei rami di evacuazione e dei locali tecnici

4.2 Discenderie (galleria di accesso / galleria di evacuazione)

Anche la galleria di base è accessibile mediante quattro discenderie (galleria di accesso / galleria di evacuazione):

- e) a St-Martin la Porte (PK 11.536)
- f) a La Praz (PK 20.589)
- g) a Modane (PK 32.165)
- h) a Clarea (PK 52.165)

All'ingresso di ciascuna discenderia si trova il punto di raccolta.

Le discenderie terminano nella galleria di base dove le due canne sono interconnesse tramite le gallerie di raccolta. Questi siti permettono di garantire la sicurezza dei passeggeri e l'organizzazione dei soccorsi.

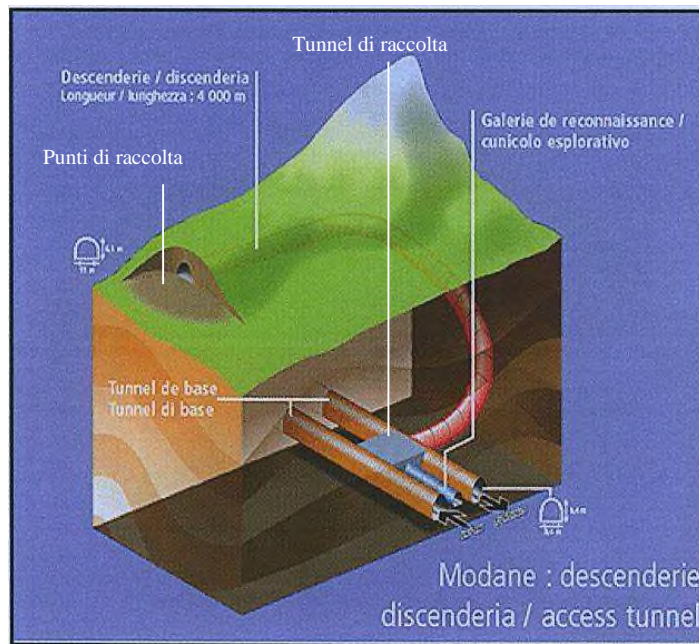


Figura 25: Esempio della discenderia di Modane

4.3 Copertura radio

La copertura radio per i vigili del fuoco italiani (C.N.VV.F.) deve essere realizzata all'interno della galleria e all'esterno attorno alla galleria (si veda la figura 1).

L'interno della galleria è composta dai seguenti elementi:

- la galleria di base (57,513 km) tra PK 3.704 e PK 61.217 comprese le due canne e i binari di precedenza
- ramo di evacuazione ogni 333 metri (interconnessione tra la doppia canna)
- locale tecnico ogni 1332 metri.
- i due pozzi di ventilazione (Avrieux e Clarea)
- Le quattro discenderie (galleria di accesso o galleria di evacuazione) e i cunicoli di esplorazione
 - St-Martin la Porte (PK 11.536)
 - La Praz (PK 20.589)
 - Modane (PK 32.165)
 - Clarea (PK 52.165)
- la galleria di interconnessione (1935m) tra Susa e Bussoleno tra PK 63.820 (PK0) e PK 1.935

L'esterno della galleria è composto dai seguenti siti:

- l'area St Jean de Maurienne tra PK 0.000 e PK 3.704
- i quattro punti di raccolta, posti all'esterno davanti alle discenderie. Sono posti a:
 - St-Martin la Porte (PK 11.536)
 - La Praz (PK 20.589)
 - Modane (PK 32.165)
 - Clarea (PK 52.165)
- Piana di Susa tra PK 61.217 e PK 63.820
 - Ponte sulla Dora (PK 62.113)
- l'area (1.616m) tra l'uscita della galleria di interconnessione e Bussoleno (PK 1.935 e PK 3.551)

5. Specifiche richieste dal C.N.VV.F.

La rete radio C.N.VV.F. serve a consentire scambi di comunicazione protetti tra i vari operatori del C.N.VV.F. (vigili del fuoco italiani).

Nel corso della riunione di lancio del 27/10/2014 a Torino, i vigili del fuoco C.N.VV.F. hanno precisato che va applicato il sistema radio VHF 73-74.600 MHz simulcast, attualmente in uso in Italia, per effettuare la copertura radio che rappresenta il canale principale delle loro comunicazioni in condizioni normali:

PUBBLICO SOCCORSO C.N.VV.F. BANDA VHF 73-74MHz

Torino 73.550 73.800 (parla-ascolta / parle-entend parler) 73.850 74,137.5 74,162.5
74,237.5 73.650 74,237.5

Parallelamente deve essere diffuso un sistema radio UHF 412 e 422 Mhz per garantire l'uso del portatile "PUMA".

Anche la rete GSM-R sarà utilizzata dai vigili del fuoco italiani. I requisiti vigenti per il GSM-R ai fini delle esigenze dei vigili del fuoco italiani restano pertanto immutati.

Il C.N.VV.F. fornisce specifiche tecniche del sistema come:

- La copertura radio completa della galleria di base, della galleria d'interconnessione, dei rami di collegamento, delle discenderie e delle aree esterne limitrofe agli ingressi, che siano gallerie o discenderie
- Una trasmissione su un cavo irradiante affidabile, resistente al fuoco, in galleria (anche in caso di incendio)
- RMS (reti multiservizi) su FO con commutatori RF / FO adeguatamente distanziati
- 2 canali radio per la comunicazione del portatile "PUMA" TRx f1 (UHF) mobile verso mobile e f2 (UHF) mobile verso transponder
- Transponder nei veicoli che permettono di stabilire una connessione tra una radio a banda VHF e una radio a banda UHF e la comunicazione con il PCC
- Un commutatore "Master" presente nel PCC italiano che deve essere dotato di antenna "Rete" verso il posto di comando generale di Torino dei C.N.VV.F., operativo su 3 distinti canali in UHF alle frequenze 870-920 MHz e 870-920 MHz (banda passante: 10 MHz).
LINK MASTER UHF - LIMITI DI BANDA 434-435et 444-445 MHz per la connessione Satellite <-> Master (da confermare!).

Informazioni più dettagliate su questi sistemi VHF e UHF saranno fornite in seguito per la progettazione del sistema di C.N.VV.F. in ambito TELT.

È necessario garantire rispetto alla ANFR (Agenzia nazionale delle frequenze francese) che le frequenze utilizzate dal sistema radio VHF (73-74.6 MHz) e UHF (412-422 MHz) del C.N.VV.F. sul territorio francese soprattutto nella zona di Saint-Jean de Maurienne al di fuori della galleria non vadano a interferire con le reti private della Difesa Francese.

6. Rete radio elettrica VHF e UHF

La rete radio VHF funziona mediante propagazione sincronizzata sulla stessa frequenza secondo il principio “Simulcast”.

Il portatile PUMA si basa su una rete radio di tipo UHF TETRA (ETSI).

La rete di sicurezza INPT (Infrastructure National Partageable de Transmission, Infrastruttura nazionale condivisione trasmissioni) è una rete radio di tipo TETRAPOL le cui fonti sono condivise tra le applicazioni delle varie unità di sicurezza (polizia, pompieri etc.)

A causa della mancanza di informazioni dettagliate sulla collaborazione dei vigili del fuoco francesi e dei vigili del fuoco italiani durante un incidente, almeno un gateway deve essere stabilito per realizzare l'interoperabilità dei due sistemi radio considerati (TETRAPOL e TETRA).

Per ulteriori informazioni sui sistemi di telecomunicazione radioelettrica VHF e UHF descritti dal C.N.VV.F, si veda l'allegato Il servizio di telecomunicazioni radio C.N.VV.F..

6.1 Possibili soluzioni

Il collegamento dei segnali radio VHF e UHF in tutta l'area da coprire è realizzato con la copertura radioelettrica supposta esistente di questi sistemi all'esterno della galleria e dei punti di raccolta posti all'uscita esterna delle discenderie.

Si possono realizzare le 2 soluzioni seguenti:

- l'antenna direttiva (VHF, UHF) esistente interconnessa a un ripetitore RF/RF (VHF, UHF) e RF/RF è interconnessa a un ripetitore RF/FO
- o la Stazione radio (Satellite VHF, BTS UHF) interconnessa direttamente a un ripetitore RF/FO (VHF, UHF)

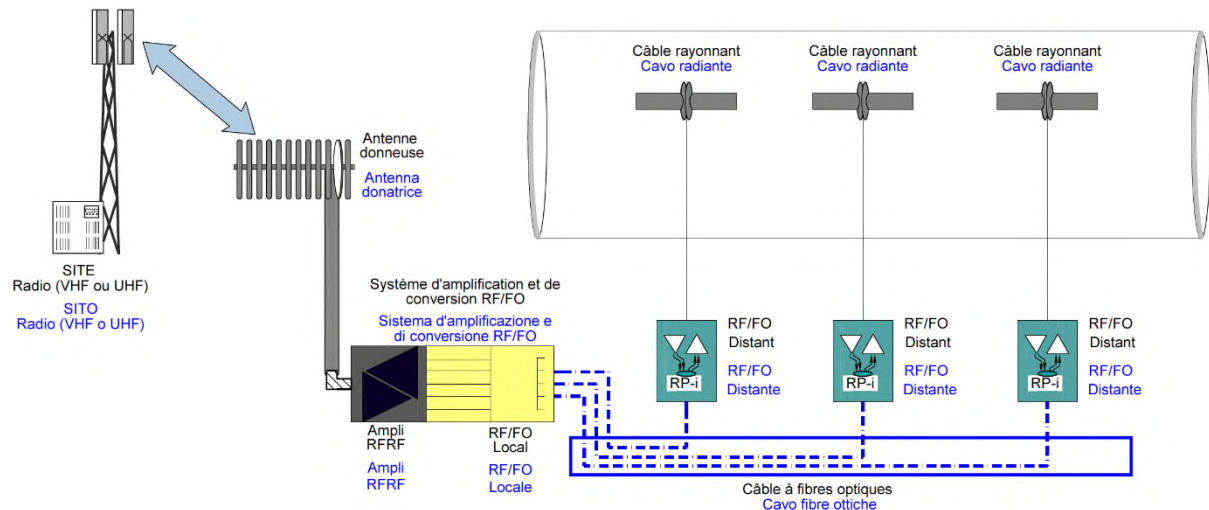
6.2 Principio della soluzione antenna direttiva <-> RF/RF

Il principio della soluzione “antenna direttiva <-> RF/RF » si basa sull’ipotesi che i segnali radioelettrici VHF e UHF siano presenti a livello delle uscite della galleria e delle discenderie. L’obiettivo è quello di captare il segnale radio disponibile nello spazio aereo proveniente dal sito radio (Satellite VHF, BTS UHF) più vicino, di amplificarlo e di distribuirlo in tutte le gallerie attraverso i ripetitori RF/FO remoti e mediante una diffusione distribuita che corrisponde al cavo irradiante.

Per la soluzione "antenna direttiva <-> RF / RF", i segnali radio devono avere un livello minimo di -72dBm all’ingresso/uscita della galleria e intorno agli ingressi delle discenderie (punti di raccolta).

Per ciascun sistema radio (VHF/UHF) è necessaria una configurazione specifica “antenna direttiva <-> RF/RF”.

La figura sottostante rappresenta lo schema di principio della soluzione. Il segnale radio disponibile nello spazio aperto proveniente dal sito radio più vicino viene catturato da un’antenna direttiva e trasmesso tramite ripetitori nella galleria.



PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05_ARCHITETTURA VHF UHF

Figura 26: Principio della copertura radio antenna direttiva <-> RF/RF

6.3 Principio della soluzione stazione radio <-> RF/FO

L'idea principale della soluzione “principio stazione radio <-> RF/FO » si basa sulla **non presenza di** segnali radioelettrici VHF e UHF all'altezza delle uscite della galleria e delle discenderie.

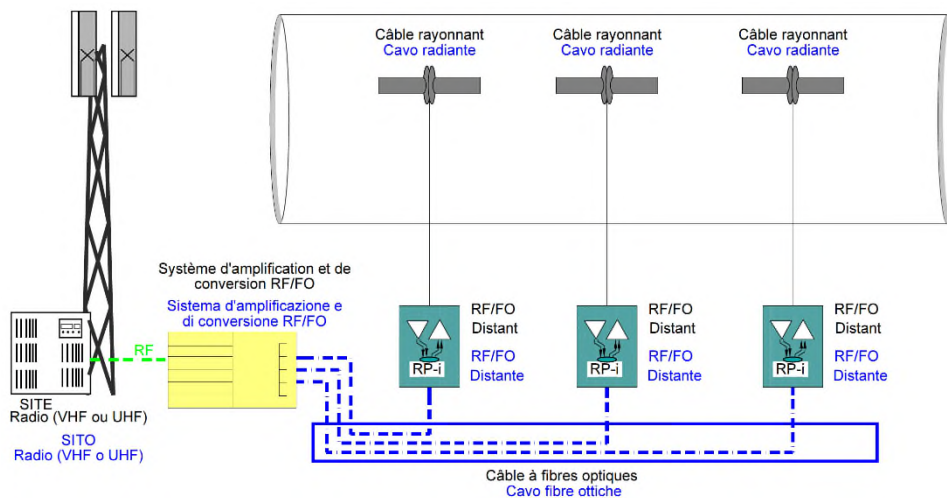
Per ottenere la copertura radio all'ingresso / uscita e intorno agli ingressi delle discenderie (punti di raccolta), si propone di installare una stazione radio (satellitare VHF, UHF BTS) nelle vicinanze.

La stazione radio è utilizzata per garantire la copertura radio all'ingresso / uscita e intorno agli ingressi delle discenderie (punti di raccolta). Contemporaneamente la stazione radio è collegata ai ripetitori RF/FO per diffondere il segnale radio in tutte le gallerie tramite il cavo irradiante.

Per ciascun sistema radio (VHF/UHF) è necessaria una stazione radio dedicata (Satellite VHF, BTS UHF).

Le stazioni radio sono collegate tramite un cavo in fibra ottica o un collegamento radio punto a punto con le reti radio esistenti.

La figura sottostante rappresenta lo schema di principio della soluzione. La stazione radio nelle vicinanze dell'ingresso / uscita e intorno agli ingressi delle discenderie (punti di raccolta) è collegata tramite dei ripetitori nella galleria.



PRF_C2B_7005_20-05-26_20-05_ARCHITETTURA VHF UHF

Figura 27: Principio della copertura radio “principio stazione radio <-> RF/FO”

6.4 Soluzione proposta

In relazione alla disponibilità del segnale radio (VHF, UHF) all'esterno della galleria e nelle discenderie si potrebbe realizzare una combinazione tra la soluzione "Principio antenna direttiva <-> RF/RF" e "Principio stazione radio <-> RF/FO".

- il sistema radio VHF et UHF condivide lo stesso cavo irradiante.
- la galleria di base è alimentata da 6 punti diversi che aumentano la disponibilità delle reti radio e la ridondanza
- gli impianti delle alimentazioni UHF/VHF per la galleria di base sono raddoppiati
- ogni sezione (1332m) di ciascun tubo è coperta da due ripetitori (copertura radio ridondante)
- ciascun ramo di evacuazione ogni 333 metri (interconnessione tra la doppia canna) è coperto da un'antenna omnidirezionale UHF e VHF (copertura radio semplice)
- il numero di ripetitori RF / FO e di settori di cavo irradiante deve essere adattato in funzione della lunghezza e dei vincoli fisici della galleria.
- Massimo 4 ripetitori connessi in linea per fibra ottica
- La galleria di interconnessione è alimentata da due ripetitori

A causa della vicinanza tra la rete UHF dei vigili del fuoco italiani e la rete francese INPT, la rete Tetrapol (solo la struttura ripetitori) può essere condivisa. Questa soluzione dipende dalla disponibilità di ripetitori a banda larga.

La comunicazione dei vigili del fuoco italiani è trasferita al PCC Italiano e la comunicazione degli INPT francesi è trasferita al PCC francese.

- Frequenza vigili del fuoco italiani: UHF 412 e 422 MHz
- Frequenza INPT francese: UHF 380 - 410 MHz

Per questo studio, viene considerata una rete radio "Principio stazione radio <-> RF / FO" UHF e VHF dedicata al CNVV.F..

7. Bilancio di collegamento radio

Il seguente bilancio di collegamento radio si applica per la parte galleria.

Una zona è considerata coperta se:

- c) Il livello del segnale utile è maggiore o uguale a -95 dBm con un'antenna di guadagno 0dBi a 1,5 m dal suolo
- d) un livello di rapporto segnale su interferenza superiore o pari a 18 dB

Per l'analisi UHF, sono state scelte le caratteristiche di un portatile TETRA (modello ATEX « PUMA-T3 Ex»).

- Potenza di trasmissione 30dBm (1W)

Nessun criterio di copertura all'interno del treno sarà applicato per confermare la copertura.

Motivazioni:

- le perdite di penetrazione nei treni sono molto variabili; a seconda della struttura del treno, della sua sagoma rispetto alla galleria, della natura dei suoi vetri, le perdite di penetrazione possono essere molto diverse. La misura di copertura all'interno di un treno ha quindi senso solo per un treno specifico e non può essere generalizzata a tutti i treni circolanti nella galleria. Inoltre non è riproducibile.
- Il materiale rotabile evolve e così anche le perdite di penetrazione: cambiamento del modello del treno, sostituzione dei vetri con vetri atermici (che attenuano maggiormente le onde)...Non ci sono quindi modi per garantire nel tempo quali saranno le perdite di penetrazione dei treni che circoleranno nelle gallerie.

7.1 Ipotesi

È stato scelto il cavo irradiante come supporto di trasmissione radioelettrica.

Ai fini dello studio, è stato scelto il cavo RMC 158-T "A" Serie del fornitore EUPEN

Il cavo irradiante sarà utilizzato per trasmettere allo stesso tempo i 2 sistemi VHF e UHF.

Se il cavo irradiante può essere condiviso con il sistema francese INPT francese, ciò deve essere valutato durante la fase di progettazione nel dettaglio.

La tabella seguente descrive le ipotesi di propagazione in entrambe le direzioni (uplink e downlink) delle bande VHF e UHF:

Ripetitore	Unità	75 MHz		450 MHz	
		In uplink	In downlink	In uplink	In downlink
Potenza di emissione ripetitore max	dBm		37		37
sensitivity ripetitore (DL / UL rejection)	dB	>110		>110	
Potenza di emissione mobile max	dBm	33		30	
sensibilità mobile	dBm		-111		-111
Indebolimento della maschera persona (REX)	dB	4	4	4	4
Indebolimento di penetrazione nel treno (REX)	dB	7	7	11	11
Indebolimento di accoppiamento al 95%	dB	69	69	56	56
Perdite longitudinali del cavo irradiante	dB/100m	0,8	0,8	1,86	1,86
Perdite accoppiatori (2 * 3,3)	dB	6,6	6,6	6,6	6,6
Perdite connettori	dB	2	2	2	2
Perdite bretelle	dB	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabella 6: Ipotesi bilancio di collegamento radio

7.2 Bilancio UHF

La tabella seguente descrive lo scenario di propagazione in entrambe le direzioni (uplink e downlink) della banda UHF:

UHF (450 MHz)			
		In uplink	In downlink
Distanza / antenna (m)	Perdite sistema (dB)	Potenza ricevuta (dBm)	Potenza ricevuta (dBm)
333	87,2938	-57,29	-50,29
666	93,4876	-63,49	-56,49
999	99,6814	-69,68	-62,68
1332	105,8752	-75,88	-68,88
1665	112,069	-82,07	-75,07

Tabella 7: Bilancio UHF

Come possiamo vedere qui sopra, rispettando il livello minimo del segnale di -95dBm, la distanza di copertura, sia in uplink che in downlink, è realizzabile tra due locali tecnici distanziati di 1332 m (si veda la figura 6).

7.3 Bilancio VHF

La tabella seguente rappresenta lo scenario di propagazione in entrambe le direzioni (uplink e downlink) della banda VHF:

VHF (75 MHz)			
		In uplink	In downlink
Distanza / antenna (m)	Perdite sistema (dB)	Potenza ricevuta (dBm)	Potenza ricevuta (dBm)
333	92,764	-59,76	-55,76
666	95,428	-62,43	-58,43
999	98,092	-65,09	-61,09
1332	100,756	-67,76	-63,76
1665	103,42	-70,42	-66,42

Tabella 8: Bilancio VHF

I risultati della tabella precedente mostrano che il limite di copertura in downlink e in uplink è superiore a 1332 m.

Possiamo concludere dai due bilanci VHF e UHF precedenti che la distanza di installazione dei ripetitori remoti deve essere al massimo di 1332 m per la banda UHF più limitata.

La potenza dei ripetitori VHF deve essere ridotta per non offuscare il ripetitore nelle vicinanze.

7.4 La copertura radio mediante ripetitori e cavo irradiante

La figura qui sopra mostra il principio della copertura radio mediante cavo irradiante che si trova nei tubi e dalle antenne omnidirezionali situate nei rami di evacuazione.

I segnali RF provenienti dai ripetitori remoti VHF e UHF sono mescolati attraverso due accoppiatori appena prima di essere inviati al cavo irradiante.

Questo impone una distanza di ripetizione identica per i ripetitori VHF e UHF, anche se la portata in VHF è più grande.

Ciò richiede che la potenza dei ripetitori VHF debba essere prima ridotta per non offuscare i ripetitori VHF nelle vicinanze.

- In UHF e VHF ogni ripetitore permette, per ogni lato, una copertura radio su 1332 m
- Nel caso di un sito ripetitore guasto i ripetitori vicini garantiscono la copertura
- Conformemente ai principi scelti in generale per tutte le reti radio interessate sul collegamento TELT, non è prevista la duplicazione del cavo irradiante. Ciò è giustificato dal fatto che si tratta di un elemento passivo, resistente al fuoco, ben posizionato nella galleria quindi molto meno soggetto a guasti interni dovuti a incendio.
- La copertura radio nei rami di evacuazione è assicurata dalle antenne omnidirezionali:
 - e i ripetitori dedicati (versione 1)
 - o attraverso un insieme di accoppiatori installati capovolti e collegati al cavo irradiante (versione 2).

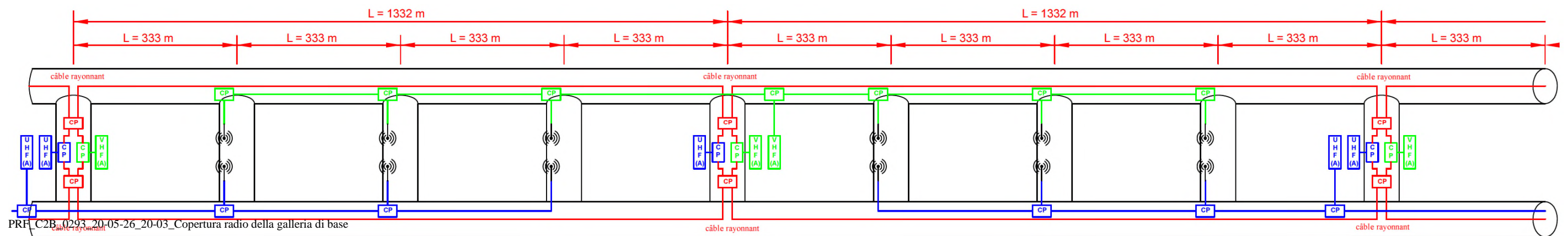


Figura 28: Principio di copertura tramite ripetitori RF/FO (versione 1)

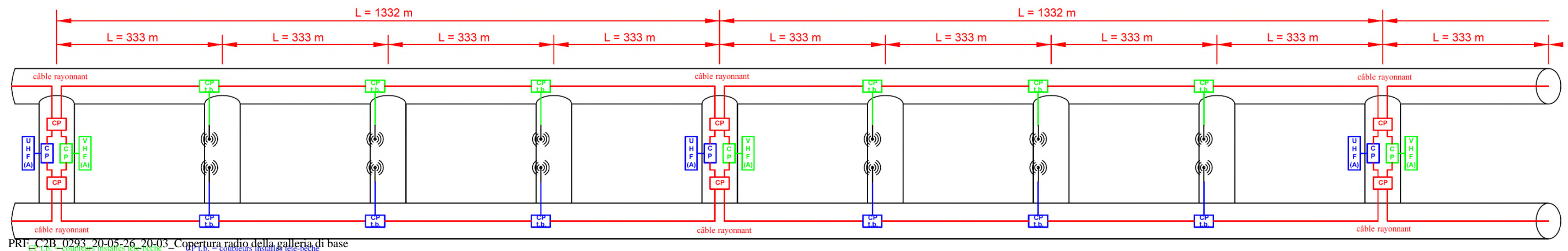


Figura 29: Principio di copertura tramite ripetitori RF/FO e accoppiatori testa-coda (versione 2)

La realizzazione della versione 2 dipende fortemente dall'attenuazione del cavo irradiante e dagli accoppiatori utilizzati (il bilancio del collegamento radio). La realizzazione della versione 2 deve essere valutata durante la fase di progettazione in dettaglio.

In blu, i ripetitori e cavo coassiale per la parte UHF.

In verde, i ripetitori e cavo coassiale per la parte VHF.

In rosso cavo irradiante comune ai sistemi VHF e UHF

CP: Accoppiatore

CP t. b.: Accoppiatore testa-coda

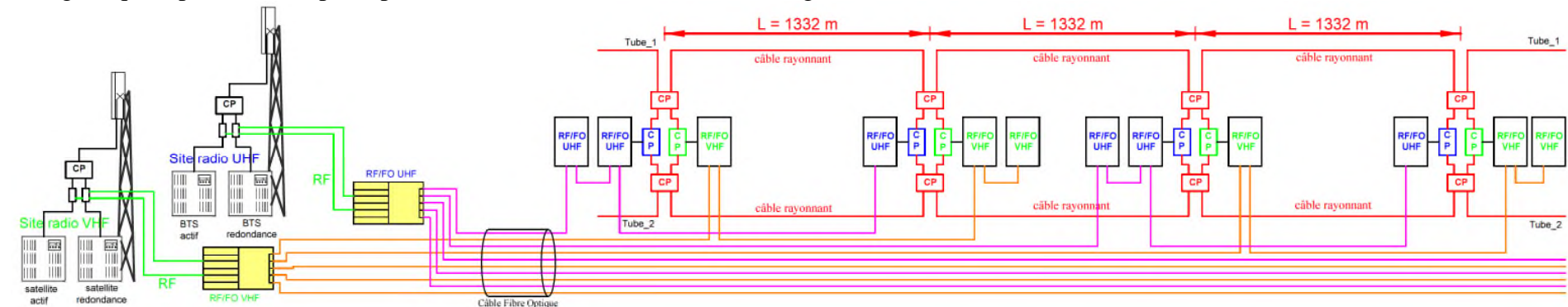
8. Stime quantitative

8.1 Richiamo dei principi della soluzione proposta

In base a quanto sopra, i punti chiave del dimensionamento sono:

- Il bilancio radio richiede un ripetitore RF/FO remoto ogni 1332 m nella banda UHF (banda dei 450 Mhz) e nella banda VHF (banda dei 73 Mhz). I vincoli di connessione dei ripetitori RF/FO remoti al cavo irradiante impongono di distanziarsi sul passo più breve, ovvero quello della banda UHF.
- poiché la rete di telecomunicazioni per i pompieri è una rete di sicurezza, è necessario prevedere delle ridondanze in modo tale che la perdita di un modulo radio non comporti la perdita di copertura. Pertanto le stazioni radio con i Satelliti VHF e BTS UHF saranno duplicate. Questo aspetto deve essere discusso con il CNVVF che deve fornire i suoi vincoli di disponibilità
- il mix dei segnali radio in uscita dei ripetitori RF/FO remoti VHF e UHF richiede l'uso di due accoppiatori (VHF-UHF).

La figura qui sopra mostra il principio del sistema radio VHF e UHF nella galleria di base.



PRF_C2B_0291_20-05-26_20-04 Architettura di principio del sistema di copertura radio VVF in tunnel

Figura 30: Principio di sistema radio VHF/UHF nella galleria di base per tre intervalli

Per la soluzione del sistema radio proposta, per il fatto che altri sistemi (GSM-R, IMPT, etc.) utilizzano anch'essi la fibra ottica, consideriamo che l'installazione di cavi in fibra ottica e di cavo irradiante lungo le gallerie e le discenderie è già prevista negli studi preliminari della rete TELT. Non è quindi presa in considerazione nella stima proposta. Le apparecchiature oggetto della copertura radio VHF/UHF CN.VV.F. sono distinte dagli altri sistemi radio in galleria. Un'area sarà loro riservata nei locali tecnici.

8.2 Valutazione dei componenti

Con le ipotesi enunciate nei paragrafi precedenti, le componenti da fornire sono le seguenti:

- Ripetitori con un intervallo massimo de 1332 m
- Il numero di ripetitori viene moltiplicato per 2 perché a livello di ogni sito abbiamo un ripetitore remoto per la banda VHF e un altro per la banda UHF.
- Le apparecchiature radio necessarie per effettuare la copertura radio nei pozzi e nelle discenderie non sono doppie.
- 6 punti di alimentazione radio (VHF e UHF)
 - Tra galleria di base
 - Uscita galleria di base
 - 4 ingressi di discenderie (punti di raccolta)

La figura seguente mostra lo schema della galleria con 6 punti di alimentazione radioelettrica.

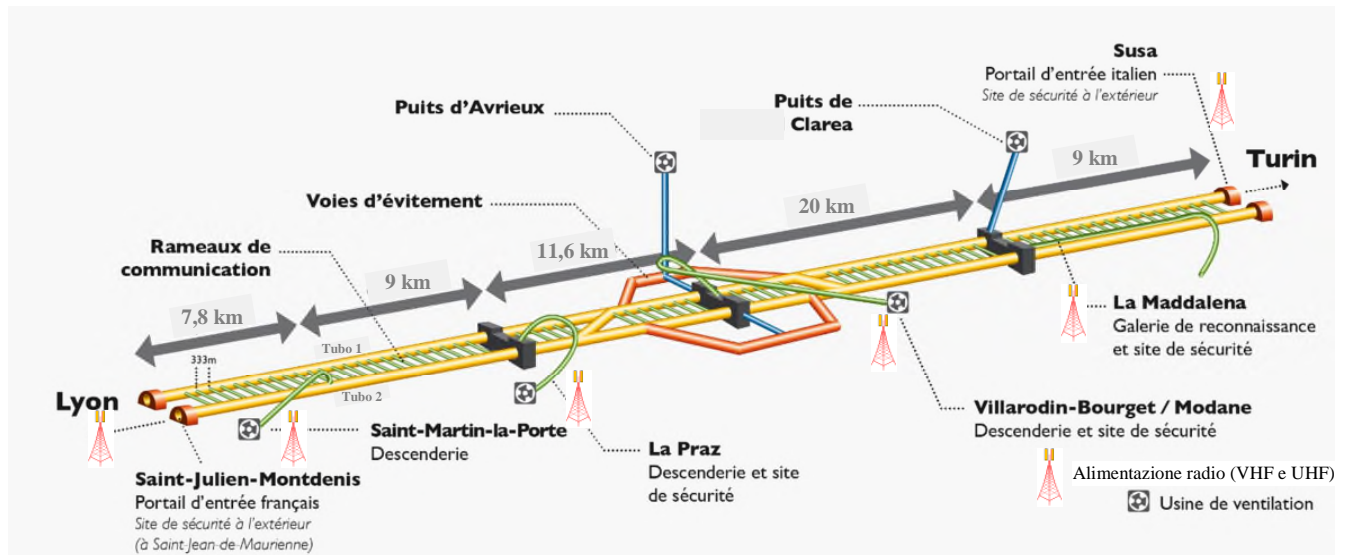


Figura 31: Schema di galleria TELT

8.3 Distanze da coprire

La configurazione radio delle discenderie è assimilata a quella delle gallerie, anche se le caratteristiche funzionali sono diverse. L'ipotesi di lunghezza totale da coprire (95,53 km) nella galleria di base, le discenderie e i pozzi ecc., è fornita nella tabella seguente. Per ulteriori dettagli si veda l'allegato ELENCO IMPIANTI E DISTANZA DA COPRIRE. I PK indicate nel seguente schema non sono ancora determinati in questa fase.

Parte da coprire	PK	Lunghezza in km
area st Jean de Maurienne	0.000 – 3,704	3,704
Uscita / Ingresso della galleria di base (Saint- Julien- Montdenis / Susa)	3,704 – 61,217	57,513
Lunghezza del ramo di evacuazione (132 ramo di evacuazione + 45)	Ogni 333 m	30m da porta a porta
Sito di ventilazione Saint Maarten la Porte punto di raccolta all'esterno	11,536	---
Discenderia Saint-Martin la Porte		2,400
Sito d'intervento Saint-Martin la Porte (Galleria)		
Sito di ventilazione La Praz punto di raccolta all'esterno	20,589	---
Discenderia La Praz		2,480
Sito di sicurezza di La Praz (Galleria)		
Sito di ventilazione Modane punto di raccolta all'esterno	32,165	
Discenderia di Modane		4,0
Sito di sicurezza di Modane (Galleria)		---
Pozzi Avrieux (Modane)		0,493
Vie di fuga	31,43562 – 32,771259	1,277137
Sito di ventilazione Maddalena_1 punto di raccolta all'esterno	52,165	
Sito di ventilazione Maddalena_2 (pozzi di ventilazione Clarea)		
Discenderia La Maddalena		3,277
Sito di sicurezza di Clarea (Galleria // Maddalena)		~ 4
Uscita / Ingresso galleria a Susa	61,217	---
Piana di Susa Ponte sulla Dora (PK 62,113) (PCC Susa – PK 62,913)	61,217 – 63,820	2,603
Galleria d'interconnessione	(63,820) 0 – 1,935	1,935
area tra Galleria di interconnessione e Bussoleno	1,935 – 3,551	1,616
Total/Totale	---	95,52114

Tabella 9: Distanze da coprire

9. Le fasi legate alla realizzazione

Il progetto di copertura radio C.N.VV.F. comprenderà le seguenti fasi:

- Studi,
- Fornitura,
- Installazione,
- Prove,
- Documentazione,
- Manutenzione,
- Formazione.

9.1 Studi

Come in qualsiasi progetto radio, la fase "Studi" comprenderà le seguenti fasi:

- Gli studi di fattibilità,
- Gli studi preliminari,
- La progettazione finale,
- Il progetto esecutivo.

Per ciascuna fase qui sopra elencata, sarà necessario un passaggio di convalida da parte del C.N.V.V.F.

9.2 Fornitura

In questo studio, si presume che le zone da coprire siano già dotate di cavo irradiante e che siano servite dalla rete in fibre ottiche.

Per la galleria di base, i pozzi e le discenderie e la galleria di interconnessione sono previsti i seguenti impianti:

- Stazione radio UHF (comprensiva di mat e shelter; Master Unit etc.)
- Stazione radio VHF (comprensiva di mat e shelter; Master Unit etc.)
- Ripetitori RF/FO
- Accoppiatore
- Antenna omnidirezionale per i rami di evacuazione

9.3 Installazione

L'installazione sarà completata dopo la fine dei lavori di ingegneria civile durante la fase di realizzazione dei sistemi in galleria.

9.4 Prove

Le prove tecniche comprendono le misurazioni di campo e le prove funzionali nelle diverse zone di copertura.

Le prove si dovranno effettuare sulla base del disciplinare convalidato da C.N.VV.F..

9.5 Documentazione

La documentazione comprende le comunicazioni, i piani di installazione e documenti di gestione e di manutenzione.

La documentazione comprende i rapporti tecnici, i piani e i documenti di gestione e di manutenzione del sistema.

9.6 Manutenzione

Il lotto di manutenzione comprende il lotto di ricambio, gli strumenti e le apparecchiature specialistiche ed eventuali contratti di manutenzione.

9.7 Formazione

La formazione si applicherà alla gestione e alla manutenzione del sistema.

10. Stima economica

La stima economica del sistema è riportata nell'allegato: STIMA DEI COSTI.

Essa considera solo il costo della fornitura, dell'installazione e delle prove di sistema.

11. Allegato: elenco degli impianti e distanza da coprire

15/11/2016	PK - riepilogo rami C2 C3A rev 0 2016_09_29.xlsx						Réseau radio C.N.VV.F.						
	Type de rameau	PK France	PK delta local technique	PK Italy	section radio C.N.VV.F. [km]	point de rassemblement à l'extérieur	à l'extérieur du tunnel	dans le tunnel		Descenderie / Puits etc.			
							UHF BTS [800W] MU [500W]	VHF Satellite BTS [800W] MU [500W]	UHF repeater [200W]	VHF repeater [200W]	longueur [m]	UHF repeater	VHF repeater
	Tunnel du Glandon		0										
	GA 1 (Signalisation / point de connexion)		474										
	La Gare Voyageurs		500										
	GA 2 (Signalisation / point de connexion)		850										
	Local FSA		1300										
	Local anti incendie du site de sécurité		1350										
	Poste de Commande Centralisée (PCC) Saint Jean de Maurienne		2000				2	2					
	Poste d'Aiguillage Informatisé (PAI Centrale Ligne Historique)		2100										
	Area primo soccorso		2850										
	Local Sous-Station électrique (SSE)	25KV AC											
	Local Sous-Station électrique (SSE)	20 KV AC	3300										
	Local Sous-Station électrique (SSE)	1,5KV DC											
	Anti incendie Tunnel de Base (TdB)		3700				2	2					
1	zone St Jean de Maurienne Sortie / Entrée de tunnel		3704										
2	local technique	R1	4476	776		5,419			2	1			
3	local technique	R1	5478	1002					1	2			
4	local technique	R1	6475	997					2	1			
5	local technique	R1	7787	1312					1	2			
6	local technique	R1	9119	1332					2	1			
7	local technique	R1-2	10437	1318					1	2			
8	Descenderie Saint-Martin la Porte	R1		1099							2400	2	2
	Site de intervention Saint-Martin la Porte (tunnel)		11536						1	1			
	Ventilation Saint-Martin la Porte (à l'extérieur)						oui	2	2				
9	local technique	R1	11765	229					2	1			
10	local technique	R1	13097	1332					1	2			
11	local technique	R1	14429	1332					2	1			
12	local technique	R1	15761	1332					1	2			
13	local technique	R1	17093	1332					2	1			
14	local technique	R1-2	18421	1328					1	2			
15	local technique	R1	19747	1326					2	1			
		RO	20080								2480	2	2
	Descenderie La Praz												
	Site de sécurité La Praz (tunnel)		20588	841					1	1			
	Ventilation La Praz (à l'extérieur)						oui	2	2				
16	local technique	R1	21429	841					1	2			
17	local technique	R1	22761	1332					2	1			
18	local technique	R1	24093	1332					1	2			
19	local technique	R1	25425	1332					2	1			
20	local technique	R1-2	26757	1332					1	2			
21	local technique	R1	28082	1325					2	1			
22	local technique	R1	29405	1323					1	2			
23	local technique	R1	30500	1095					2	1			
24	local technique	R1	31385	885					1	2			
	local technique / Voies d'évitement	RO	31668		0				1	1	650	1	1
	Puits d'Avrieux										~500		
	Descenderie de Modane										4000	3	3
	Site de sécurité Modane (tunnel)		32165						1	1			
	Ventilation Modane (à l'extérieur)						oui	2	2				
25	local technique / Voies d'évitement	R1	32849	1464	1181				3	2	650	1	1
26	local technique	R1	33848	999					1	2			
27	local technique	R1	35180	1332					2	1			
28	local technique	R1	36512	1332					1	2			
29	local technique	R1	37844	1332					2	1			
30	local technique	R1	39176	1332					1	2			
31	local technique	R1	40508	1332					2	1			
32	local technique	R1-2	41839	1331					1	2			
33	local technique	R1	43167	1328					2	1			
34	local technique	R1	44495	1328					1	2			
35	local technique	R1	45825	1330					2	1			
36	local technique	R1	47157	1332					1	2			
37	local technique	R1-2	48489	1332					2	1			
	Frontière		48677										Frontière
38	local technique	R1	49821	1332					1	2			
39	local technique	R1	51153	1332					2	1			
	Descenderie La Maddalena										3277	4	4
	Site de sécurité CLAREA (tunnel) [Maddalena]		52165						1	1			
	Maddalena_1						oui	2	2				
	Maddalena_2												
40	local technique	R1	52640	1487					1	2			
41	local technique	R1	53962	1322					2	1			
42	local technique	R1-2	55304	1342					1	2			
43	local technique	R1	56636	1332					2	1			
44	local technique	R1	57968	1332					1	2			
45	local technique	R1	59300	1332					2	1			
46	local technique	R1	60510	1210					1	2			
	Sortie / Entrée de tunnel à Susa		61217	707									
	Plaine de Susa												
	Gare international de Susa		61549				oui	2	2				
	Pont sur la Dora		62113										
	PCC Susa		62913										
	Tunnel d'interconnexion		63820		0				1	1			
	Tunnel d'interconnexion				1935				1	1			
	Pont Dora Est				2165								
	Bussoleno				3551	1,616							
							14	14	74	74		13	13

Tabella 10: Elenco degli impianti e distanza da coprire / stima

12. Allegato: Il servizio di telecomunicazioni radio C.N.VV.F.

Il paragrafo che segue è estratto e tradotto dallo “student book” del 2009.

Il D.M. (decreto ministeriale) 4015 del 5/1/1974 ha definito le prerogative del Servizio delle Telecomunicazioni del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco italiani e successivamente, il D.M. 77 del 7/9/1995, ha ridefinito le competenze del Centro nazionale TLC e dei Centri di zona TLC che provvedono alla manutenzione e alla gestione delle reti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco italiani.

Il servizio delle Telecomunicazioni del C.N.V.V.F. (Centro nazionale dei pompieri italiani) è stato istituito con il decreto ministeriale n. 4015 del 5/1/1974 ed è organizzato come segue:

- Un Centro TLC nazionale situato a Roma,
- Dei Centri TLC di zona (regionali e interregionali),
- Dei nuclei TLC provinciali.

Riferimento:

3. Servizio Telecomunicazioni del C.N.VV.F. Student Book REV. 2.2 DEL 10/02/2009.
4. Il Corpo nazionale dei vigili del fuoco italiani C.N.VV.F.:
<http://www.vigilfuoco.it/asp/asp/Page.aspx?IdPage=6553>

12.1 I nuclei provinciali TLC

I nuclei provinciali TLC, come determinati dal decreto n. 77 del 7/9/1995, effettuano piccole riparazioni sugli impianti e le apparecchiature radio del controllo di appartenenza della rete.

I vigili hanno a disposizione nelle bande VHF e UHF, delle frequenze che possono essere utilizzate a loro discrezione a livello nazionale, sulla base di quanto è riportato nella seguente tabella.

Frequenze assegnate al CN.VV.F.		
Da (MHz)	A (MHz)	Banda
73,000	74,600	VHF
412,000	423,000 (*)	UHF
434,500	435,000	
444,000	445,000	
866,500	868,000	
919,500	921,000	
(*) : in questo intervallo si dispone solo di 12 coppie di canali a 12,5 kHz.		

12.2 Utilizzo delle risorse radio assegnate al CNVV.F.

12.2.1 Introduzione

Nelle comunicazioni radio VV.F esistono delle modalità di trasmissione.

- Per le comunicazioni in spazi ristretti (a livello del personale), si utilizza il canale che non passa sulla rete radio: una comunicazione di questo tipo non ha bisogno di essere ascoltata da una persona situata nel raggio del collegamento radio.
- In caso di necessità di comunicazioni a lungo raggio (ambito provinciale o regionale), si utilizza l'accesso alla rete radio, passando sul canale dedicato alla ricezione dei collegamenti radio e le informazioni fornite possono essere ascoltate da qualsiasi intervenente sul canale radio in modalità diretta o in modalità di ripetizione (la frequenza di ricezione è la stessa).

Ogni canale radio è composto da una coppia di frequenze, una è usata per la trasmissione, l'altra per la ricezione. Ci sono due modalità di comunicazione radio:

- 3 **La trasmissione diretta:** ogni terminale (fisso o mobile) utilizza la stessa frequenza di trasmissione e di ricezione, e quindi le due frequenze che compongono il canale coincidono ($f_{Tx} = f_{Rx}$).
- 4 **La trasmissione ripetuta:** ogni terminale (fisso o mobile) utilizza una frequenza per la trasmissione (distinta da quella che aveva per la trasmissione diretta) e una frequenza per il ricevimento.

12.2.2 Modalità di trasmissione diretta e continua

La banda VHF a disposizione del C.N.VV.F. è stata divisa in due parti. Questo permette di comunicare tramite collegamenti radio.

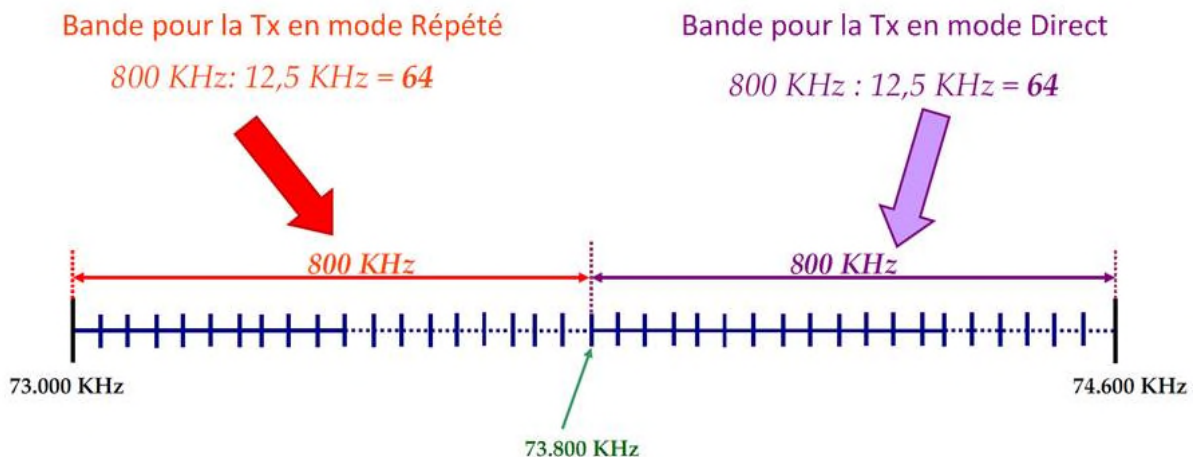


Figura 32: Utilizzo della banda VHF

La differenza tra le due modalità di comunicazione si basa su una diversa frequenza del trasmettitore:

- in caso di modalità di comunicazione ripetuta, il trasmettitore opera ad una frequenza di 800 kHz superiore a quella del ricevitore.
- se la comunicazione è in modalità diretta, le due frequenze coincidono.

12.3 Considerazioni generali sulla rete TLC del C.N.VV.F.

Le reti di telecomunicazione del C.N.VV.F sono reti di tipo "Simulcast" (trasmissione simultanea), note anche come reti isofrequenziali sincrone.

Per garantire la copertura radio dell'area di servizio, le reti isofrequenziali sincrone monocali, utilizzano più ripetitori che funzionano tutti alla stessa frequenza e che, per quanto riguarda la ritrasmissione del segnale ai terminali mobili, lavorano in maniera temporalmente coordinata, cioè "in sincrono".

Le caratteristiche principali della rete isofrequenziale sincrona sono:

4. Gli utenti possono comunicare in tutto il territorio coperto sullo stesso canale radio;
5. Il segnale viene trasmesso contemporaneamente da tutti i satelliti, e viene ricevuto da tutti i terminali, indipendentemente dalla loro posizione all'interno dell'area di copertura;
6. Quando il segnale generato da un terminale raggiunge diversi satelliti contemporaneamente, il dispositivo di selezione master seleziona quello di migliore qualità.

12.4 Componenti della rete isofrequenziale sincrona

La rete isofrequenziale sincrona "Simulcast" consiste di tre tipi di stazioni base (BTS):

- Master,
- Master secondario,
- Satellite.

Le connessioni tra le BTS avvengono in banda UHF.

La BTS master secondaria è necessaria solo se uno o più satelliti non sono visibili dal master, che quindi non può essere collegato direttamente.

12.4.1 Master

La stazione master è il punto centrale della rete. Le caratteristiche principali di questo elemento di rete sono le seguenti:

- seleziona il miglior segnale e lo invia ai satelliti e ai master secondari;
- genera internamente il criterio di sincronizzazione per tutte le stazioni della rete.

Per ridurre i costi di infrastruttura e ridurre la frequenza di collegamento tra BTS, la stazione master può essere dotata di un ritrasmettitore integrato nello stesso armadio.

Il master può anche essere dotato di un sistema UHF per il collegamento diretto al centro di controllo quando si desidera consentirgli un accesso privilegiato alla rete ed eseguire operazioni di controllo remoto dell'intera rete.

12.4.2 Master secondario

Il Master secondario effettua la selezione del miglior segnale ricevuto tra quelli provenienti dal livello inferiore della rete (dai satelliti e/o altri master secondari) e lo trasmette al livello superiore della rete, cioè al master o ad un altro master secondario.

Inoltre, il master secondario riceve il segnale migliore della rete scelto dal master e lo trasmette al livello inferiore della rete.

Il master secondario può anche essere equipaggiato con un ritrasmettitore, installato nello stesso armadio, per risparmiare sui costi di infrastruttura e ridurre le frequenze di collegamento tra BTS. I master secondari sono dotati di un modulo che riprende la sincronizzazione della portante inviata dal master.

12.4.3 Satellite

La stazione satellite trasmette al livello superiore (master o master secondario) il segnale proveniente dai terminali, ricevuto dal ricevitore locale, e trasmette al terminale il miglior segnale della rete selezionata dal master.

I satelliti sono dotati di un modulo che permette di ottenere la sincronizzazione di portante trasmessa dal master.

12.5 Funzionamento delle reti isofrequenziali sincrone

Il funzionamento delle reti isofrequenziali sincrone monocanali può essere descritto in due fasi:

3 Accesso del segnale alla rete

Il segnale generato da un terminale arriva contemporaneamente a più BTS, seguendo percorsi diversi. Un dispositivo di selezione, centralizzato in un unico BTS, o distribuito su più BTS, seleziona solo il migliore tra tutti i segnali ricevuti.

4 Rediffusion du signal sélectionné/Ritrasmissione del segnale selezionato

Il segnale selezionato dalla stazione master viene inviato a tutte le BTS che lo ritrasmettono simultaneamente.

12.5.1 Accesso del segnale alla rete

Il segnale irradiato dal trasmettitore del terminale (veicolo, portatile o stazione fissa) arriva a uno o più ricevitori (distanti l'uno dall'altro) della rete di ripetitori.

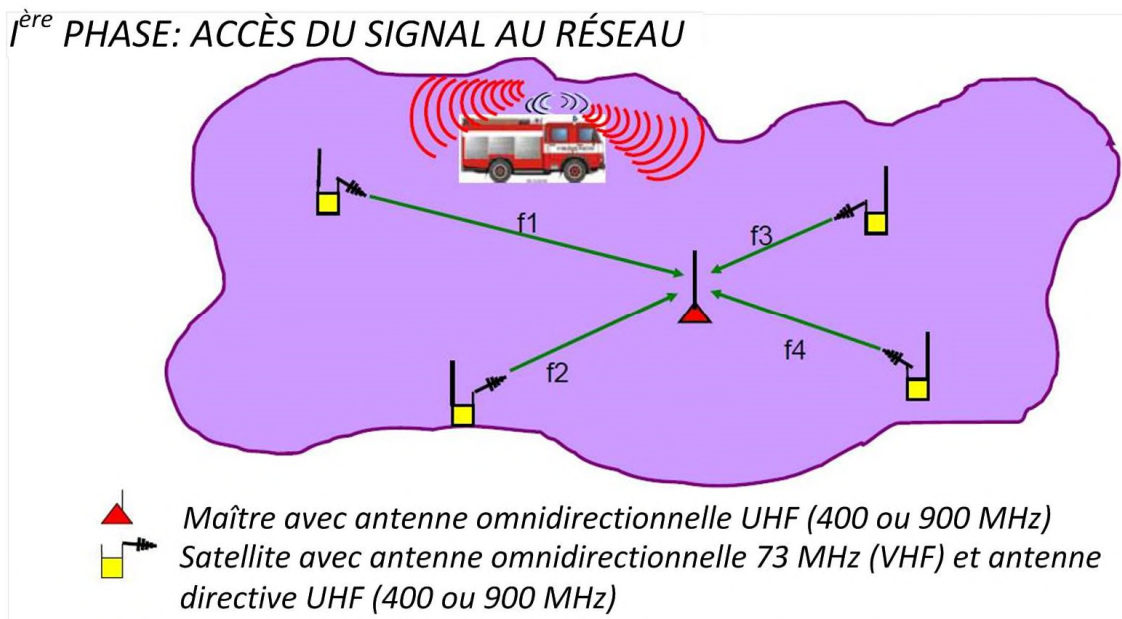


Figura 33: Rete Simulcast - fase di accesso alla rete

I segnali ricevuti dai vari ripetitori arrivano ad una stazione principale (chiamata master), dove viene garantita la compensazione dei ritardi e possibilmente il pareggiamento delle diverse caratteristiche dei collegamenti.

Infine un dispositivo di selezione, seleziona il migliore segnale ricevuto. Il criterio di scelta è il rapporto segnale/rumore misurato sui vari segnali ricevuti.

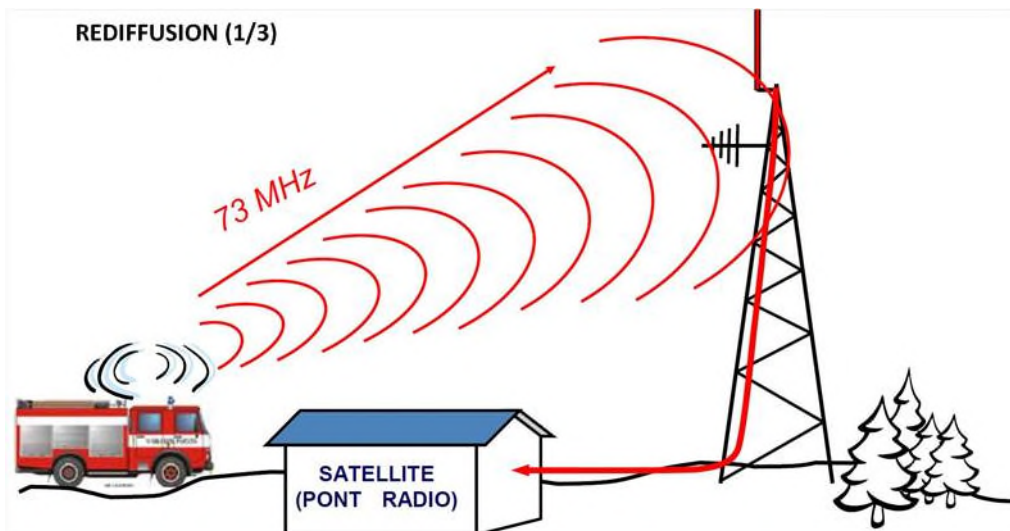


Figura 34: Ritrasmissione 1/3

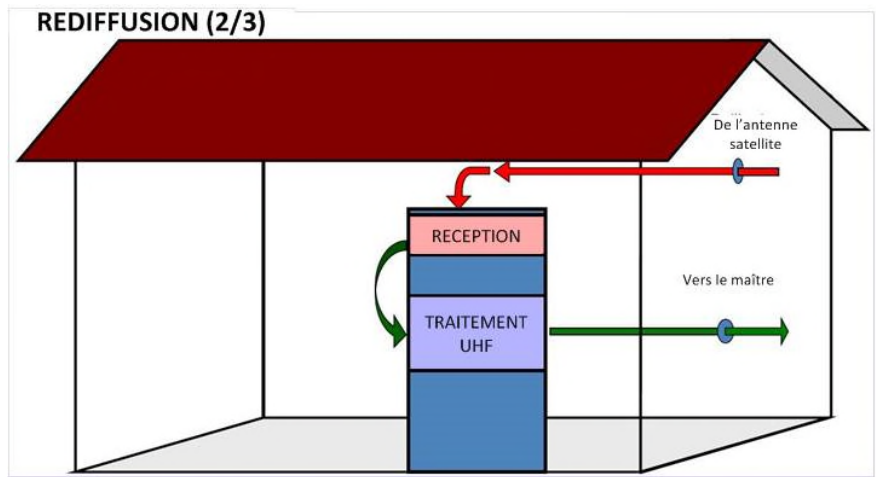


Figura 35: Ritrasmisione 2/3

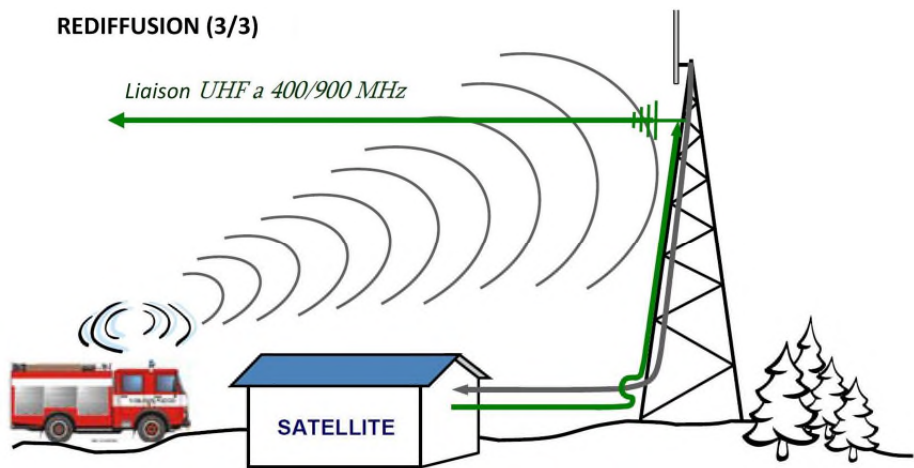


Figura 36: Ritrasmisione 3/3

12.5.2 Ritrasmisione del segnale selezionato

Il segnale scelto dal dispositivo di selezione del master viene inviato attraverso il collegamento della rete radio mobile a tutti i satelliti della rete; questo ripete il segnale utilizzando portanti che nominalmente operano tutte alla stessa frequenza.

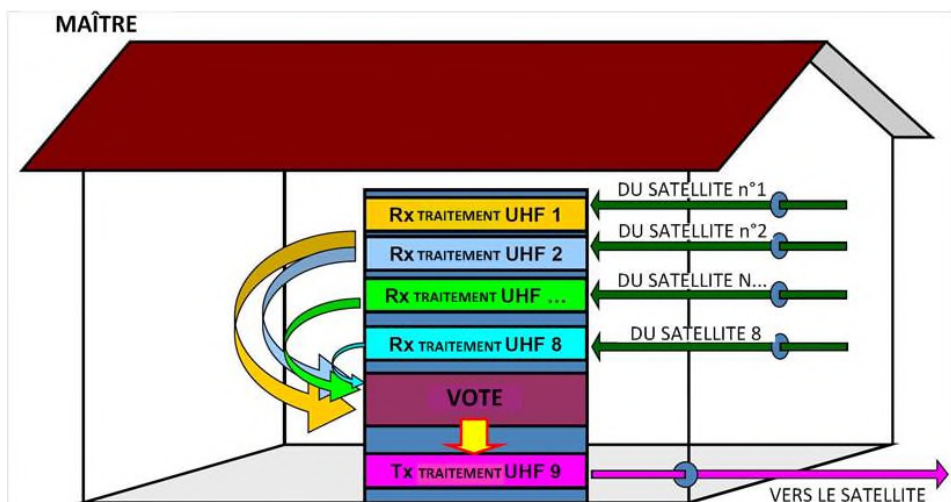


Figura 37: Selezione del segnale da parte del master

Per garantire una buona comunicazione anche in aree coperte da due o più segnali provenienti da diversi ripetitori (zone di campo equivalenti), il segnale ritrasceso deve essere sincronizzato e adeguatamente pareggiato nelle sue componenti spettrali per eliminare gli effetti di distorsione dei collegamenti tra la stazione master e i ripetitori.

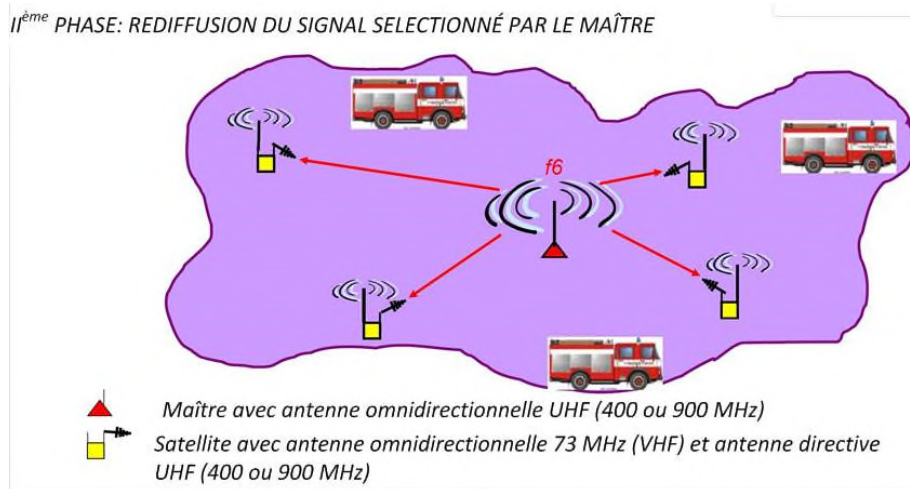


Figura 38: Ritrasmissione verso i satelliti

12.6 Reti dual band

Queste reti sono differenti dalle reti isofrequenziali sincrone per il fatto che viene effettuata sul territorio interessato una copertura radio simultanea nelle bande VHF e UHF (400 MHz).

Le caratteristiche principali della rete dual band sono:

- gli utenti possono comunicare in tutto il territorio coperto sulla stessa coppia di canali radio (l'una VHF e l'altra UHF);
- il segnale viene trasmesso contemporaneamente da tutti i satelliti sui canali VHF e UHF e viene ricevuto da tutti i terminali (VHF e UHF), indipendentemente dalla loro posizione all'interno dell'area di copertura.

Analogamente alle reti isofrequenza sincrone quando il segnale viene ricevuto contemporaneamente da diversi satelliti, il dispositivo di selezione del master seleziona quello di migliore qualità.

Per gestire l'accesso simultaneo sullo stesso satellite di un segnale di VHF e UHF, le reti dual band sono configurabili in 3 diverse modalità:

- 4 il satellite invia verso il master il segnale (VHF o UHF) che ha tentato l'accesso alla rete per prima;
- 5 Il satellite invia al master il segnale UHF con una priorità più alta rispetto al VHF;
- 6 Il satellite invia al master il segnale VHF con una priorità più alta rispetto all'UHF;

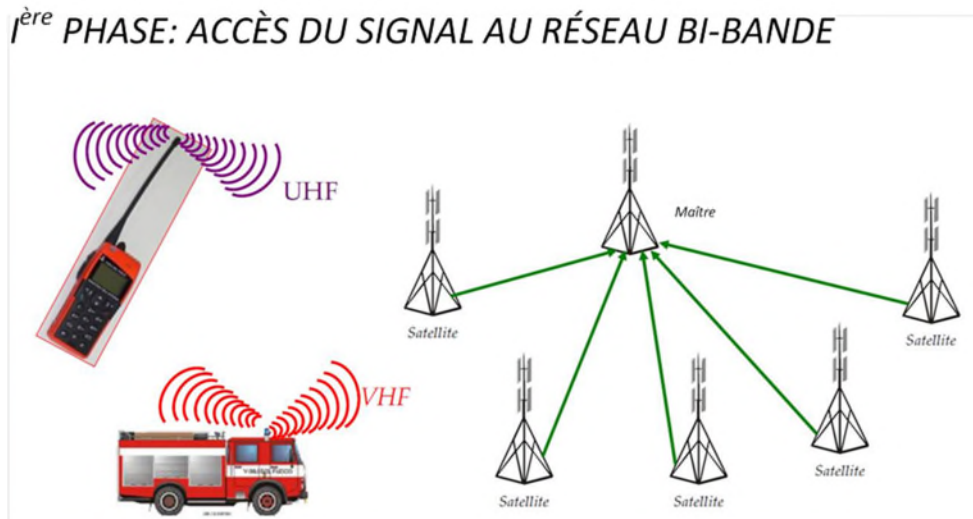


Figura 39: Accesso del segnale alla rete dual-band

La figura seguente sotto mostra l'utilizzo di satelliti dual band: il master invia ai terminali il miglior segnale ricevuto o in banda VHF o in banda UHF.

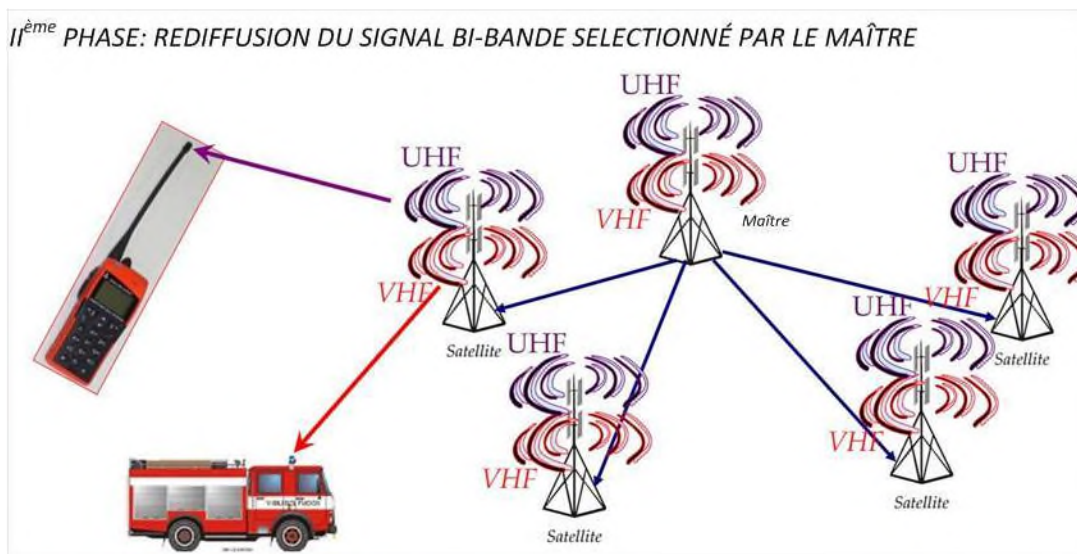


Figura 40: Ritrasmissione di un segnale dual-band

12.7 Gli apparecchi Radio

12.7.1 La chiamata selettiva

Ogni apparecchio radio VV.F è identificato mediante un codice alfanumerico di cinque caratteri (i primi due identificano il gruppo di appartenenza) con cui può essere chiamata attraverso il canale attivo nella zona. Questa funzione, di cui sono dotati tutti i terminali radio VV.F., si chiama “chiamata selettiva”.


Il terminale radio che riceve la chiamata selettiva trasmette per alcuni secondi un segnale acustico, dopo di che rimane della chiamata in arrivo solo l'indicazione visiva tramite un LED rosso. Questa indicazione luminosa appare al prima pressione del tasto PTT (Push To Talk).

12.7.2 Apparecchio radio VHF integrato

La figura qui sotto mostra l'apparecchio VHF integrato modello W70 EMC / 25-1 in vigore nel 2009. Si installa in veicoli di emergenza e nei luoghi fissi (Direzioni provinciali, distaccamenti e direzioni regionali).



Figura 41: Apparecchiatura VHF integrata modello W70 EMC / 25-1

Comando - Indicatore	Funzione	Rif. figura:
Tasto rosso di apertura	Interruttore generale ON/OFF	A
LED rosso "SEL"	Indica l'arrivo decodificato di una chiamata selettiva	B
LED verde "AUX"	Indica il funzionamento in servizio speciale (tono B)	C
LED giallo "Tx"	Indica una fase di trasmissione	D
LED verde "Rx"	Indicazione del ricevimento di una portante	D
Tasto V+	Tasto di aumento del volume / incremento del canale	E
Tasto V-	Tasto di abbassamento del volume / decremento del canale	F
Tasto CH	Tasto di selezione del canale	G
Tasto D/R	Impone il canale DIR e il canale RIP	H
Tasto 	Selezione altoparlante/ricevitore	I
Tasti ARR, PAR, CHS, INT	Tasti per l'invio di un codice selettivo	L
Preso "Micro"	Collegamento microfono/altoparlanti e interfaccia di programmazione - connettore di tipo RA2306	M

12.7.3 Il portatile P3/95 VHF (73 MHz)

Il portatile più comune oggi è presentato nella figura seguente:

Le sue caratteristiche principali sono:




- Potenza max in Tx: 5W;
- Gestione delle chiamate selettive;
- 1 h in trasmissione;
- 4 h in ricezione;
- 5 h in modalità stand-by.



Figura 42: portatile P3/95 VHF (73 MHz)

12.7.4 Il sistema radio UHF PUMA (400 MHz)

Per consentire agli operatori di emergenza di comunicare anche nelle zone a rischio di esplosione a causa della possibile presenza di gas e/o in zone con una forte presenza di polvere, gli apparecchi radio chiamati "PUMA" sono quindi approvati ATEX e in dotazione alle Direzioni provinciali nella banda UHF.

Apparecchi radio anti-esplosione e transponder	
	Apparecchio radio portatile ad uso del responsabile della squadra di intervento: frequenza TR _x f ₁ (UHF) versione portatile e f ₂ (UHF) versione transponder
	Apparecchio radio portatile ad uso del personale della squadra di intervento: frequenza TR _x f ₁
	Apparecchio radio dei veicoli: frequenza T _x f _b e frequenza R _x f _a (Banda VHF)
<p>Con "transponder", si intende la combinazione di due apparecchi radio (VHF e UHF) collegati e configurati correttamente. Un tale dispositivo permette di stabilire una connessione tra l'apparecchio ATEX del responsabile della squadra (banda UHF) e la rete VHF. Permette anche al capo squadra di comunicare con la sala di comando operativa.</p>	

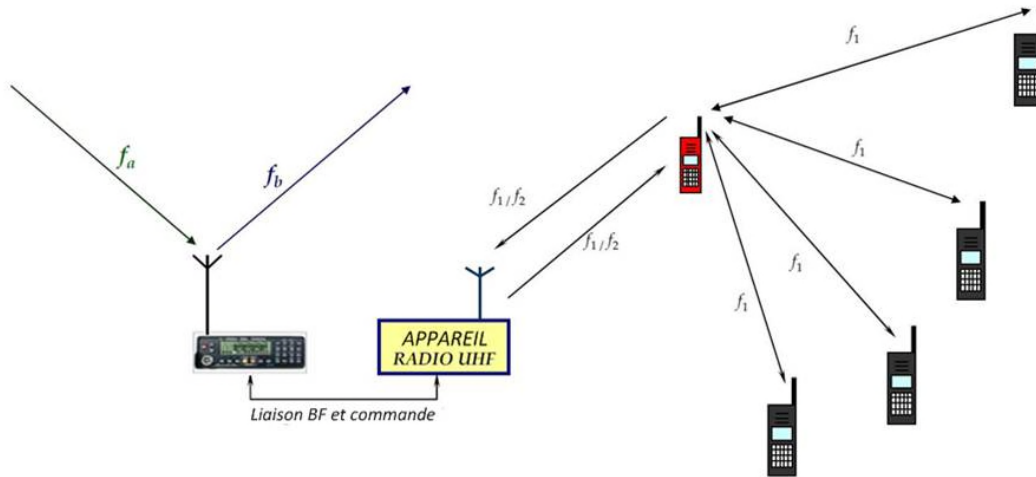


Figura 43: Interazione delle apparecchiature VHF e UHF

Questo tipo di dispositivi portatili permette solo la comunicazione a corto raggio (Max 1000 m) ed è ottimale per le esigenze delle squadre operative “sul campo”. Tuttavia, l'uso delle frequenze della banda UHF non consente l'accesso diretto alla rete VHF 73MHz (rete provinciale e regionale).

Per aggirare questa limitazione, è stato installato all'interno dei servizi di emergenza dei transponder che permettono al segnale, una volta convalidato, di transitare a 73MHz.

La figura seguente mostra gli apparecchi radio PUMA utilizzati dalle squadre di intervento:



Figura 44: portatifs "PUMA" / portatili "PUMA"

FINE DEL DOCUMENTO