



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

DIRECTIVE
SYSTÈMES DE
RADIOCOMMUNICATION
DANS LES TUNNELS
ROUTIERS

Édition 2025 V5.10
ASTRA 13006

Impressum

Auteurs / groupe de travail

À partir de Version 5.00

Jean-Paul Schnetz	OFROU N-ST, présidence
Eugen Fuchs	OFROU N-ST
Bernard Crausaz	OFROU N-ST
Samuele Dietler	IM Maggia Engineering SA, Locarno, élaboration
Mirco Guidi	IM Maggia Engineering SA, Locarno, élaboration
Simon Häne	IM Maggia Engineering SA, Locarno, élaboration

Version 1 – 4 : chapitres 5 et 6

Cédric Joseph	OFROU N-SFS, présidence
Francis Dousse	OFROU I-FU
Marcel Berner	OFROU I-FU
Konrad Vonlanthen	Office fédéral de la communication OFCOM
Grégory Cachot	Romandie Médias SA
Roberto Moro	Société suisse de radiodiffusion et télévision SRG SSR
Mark Weidmann	Société suisse de radiodiffusion et télévision SRG SSR
Hans Strassmann	SwissMediaCast AG
Lance Eichenberger	Association suisse des radios privées VSP
Maurice Felix	Union Romande des Radios Régionales RRR
Pierre Steulet	Union Romande des Radios Régionales RRR
Mirco Guidi	IM Maggia Engineering SA, Locarno, élaboration
Simon Häne	IM Maggia Engineering SA, Locarno, élaboration

Traduction

Services linguistiques OFROU, la version originale en français fait foi.

Éditeur

Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion

La directive est téléchargeable gratuitement sur le site www.astra.admin.ch.

© ASTRA 2025

Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

La présente directive établit et formule les bases d'une structure pour installations de radiocommunication à l'intérieur des tunnels et d'une désignation uniformisée des équipements d'exploitation et de sécurité (EES) utilisés sur le réseau suisse des routes nationales.

Les installations de radiocommunication à l'intérieur des tunnels représentent un élément de sécurité aussi bien pour les usagers que pour les exploitants et intervenants en cas d'événement.

La couverture pour la téléphonie mobile dans l'espace trafic est de la compétence (financière et technique) des Opérateurs de téléphonie mobile. L'OFROU prescrit des règles aux Opérateurs pour l'installation de leurs équipements.

Les procédures d'étude, d'installation et d'exploitation des installations de radiocommunication sont décrites dans les instructions 73004.

Office fédéral des routes

Jürg Röthlisberger
Directeur

Table des matières

	Impressum	2
	Avant-propos	3
1	Introduction	7
1.1	Objectifs de la directive	7
1.2	Champ d'application	7
1.3	Destinataires	7
1.4	Entrée en vigueur et modifications	7
2	Buts de l'installation radio / Généralités	8
2.1	Définition des zones de couverture radio	8
2.2	Polycom	9
2.3	Radio DAB+	9
2.4	Téléphonie mobile	9
2.5	Autres installations radio	9
3	Infrastructure	10
3.1	Parties concernées pour la partie infrastructure	10
3.2	Mât radio	10
3.3	Les câbles	11
3.3.1	Généralités	11
3.3.2	Câbles coaxiaux	11
3.3.3	Câbles rayonnants	11
3.3.4	Principe d'installation des câbles rayonnants	12
3.3.5	Exemple de calcul du bilan de puissance	14
3.4	Armoires	15
3.4.1	Exigences générales	15
3.5	Exigences pour les armoires OFROU	15
3.6	Mise à terre	15
3.6.1	Mise à terre du mât radio	15
3.6.2	Mise à terre des câbles coaxiaux	16
3.7	Alarmes	17
3.8	Documentation	17
4	Polycom	18
4.1	Structure de l'installation Polycom	18
4.2	Station de base Polycom (POL.1-POL.2)	20
4.2.1	Liaison entre la station de base et le tunnel	20
4.2.2	Handover	21
4.2.3	Différence des temps de propagation	21
4.3	Station de tête (POL.3-POL.6)	22
4.3.1	Réception des fréquences radio Polycom (POL.3)	22
4.3.2	Amplification radio (POL.4)	22
4.4	Coupleur radio (POL.5)	22
4.4.1	Transmission des signaux aux stations tunnel (POL.6)	23
4.5	Station tunnel (POL.7-POL.9)	23
4.5.1	Réception des signaux HF (POL.7)	23
4.5.2	Amplification des signaux (POL.8)	23
4.6	Redondance des installations Polycom	23
4.7	Documentation	24
5	DAB+	25
5.1	Structure de l'installation DAB+	25
5.2	Station de tête (DAB.1-DAB.10)	27

5.2.1	Réception des programmes radio (DAB.1).....	27
5.2.2	Élaboration des programmes radio (DAB.2-DAB.4).....	27
5.2.3	Réception des messages de police (DAB.5).....	28
5.2.4	Élaboration des messages de police (DAB.6-DAB.8).....	28
5.2.5	Activation des messages de police (DAB.9).....	29
5.2.6	Transmission des signaux aux stations tunnel (DAB.10).....	29
5.3	Station tunnel (DAB.11-DAB.12).....	29
5.3.1	Réception des signaux HF (DAB.11).....	30
5.3.2	Amplification des signaux (DAB.12).....	30
5.4	Documentation.....	30
6	Intercalation (DAB.13-DAB.14).....	31
6.1	Intercalation dans plusieurs tunnels.....	31
6.2	Interface vers les opérateurs de la centrale d'intervention (DAB.13).....	32
6.3	Transmission des messages de police (DAB.14).....	32
6.4	Limites de fourniture de l'intercalation.....	32
6.5	Documentation.....	33
7	Téléphonie mobile.....	34
7.1	L'installation de téléphonie mobile.....	34
7.2	Regroupement des installations.....	34
7.3	Montage des équipements actifs.....	34
7.4	Mât d'antennes et antennes.....	35
7.5	Matériaux.....	35
7.6	Alimentation des équipements actifs.....	35
7.6.1	Ciel ouvert.....	35
7.6.2	Tunnels.....	35
7.7	Accès aux équipements.....	35
7.8	Documentation des installations de téléphonie mobile.....	35
8	Exploitation de l'installation radio.....	37
8.1	Documentation.....	37
8.2	Formation.....	37
8.3	Maintenance.....	37
8.3.1	Maintenance préventive.....	37
8.3.2	Maintenance corrective.....	37
	Annexes.....	39
	Glossaire.....	45
	Bibliographie.....	47
	Liste des modifications.....	49

1 Introduction

1.1 Objectifs de la directive

La directive définit les concepts, les exigences fonctionnelles et les exigences techniques pour les installations de radiocommunication (Polycom, DAB+ et téléphonie mobile). Les installations OUC ne sont plus montées depuis 2019, car la diffusion OUC est désactivée à la fin de l'année 2024.

Les procédures et le financement sont décrits dans les instructions 73004 « Systèmes de radiocommunication dans les tunnels routiers, Procédures et financements ».

1.2 Champ d'application

La présente directive s'applique à la construction, à l'entretien et à l'exploitation des installations de radiocommunication des tunnels routiers. Elle est contraignante pour tous les tunnels routiers financés par la Confédération.

1.3 Destinataires

Les instances concernées par la présente directive sont les maîtres d'ouvrage, les ingénieurs chargés de projets, les entreprises de réalisation, les concessionnaires de radiocommunication, les concessionnaires de téléphonie mobile et les exploitants des installations radio tunnel.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

La présente directive entre en vigueur le 15.05.2018. La « liste des modifications » se trouve à la page 49.

2 Buts de l'installation radio / Généralités

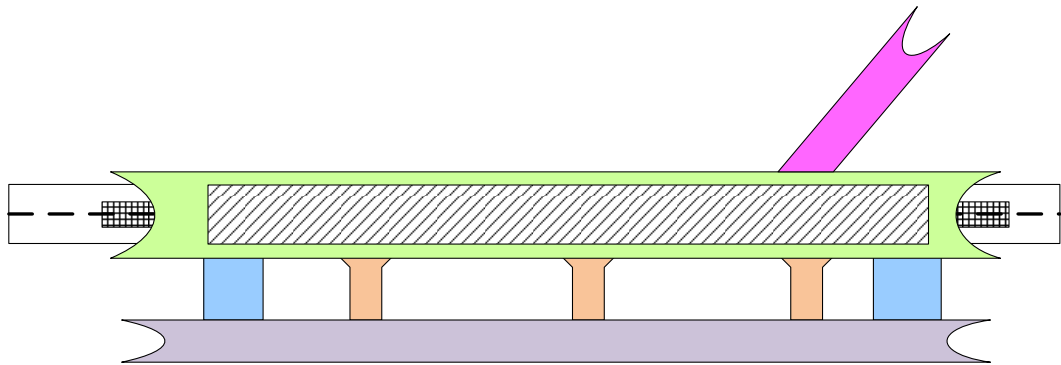
L'objectif principal de l'installation Polycom est destiné à assurer la sécurité des usagers du tunnel et la sécurité des personnes qui interviennent pour l'entretien ou la maintenance des installations.

L'installation du système DAB+ permet, avec l'intercalation de messages Police, d'informer les usagers en cas d'événement.

L'installation en espace trafic de la téléphonie mobile offre un confort aux usagers. Son installation dans les autres zones du tunnel sert aux personnes effectuant des travaux d'entretien ou de maintenance et leur garantit une sécurité accrue.

2.1 Définition des zones de couverture radio

Vue schématique d'un tunnel :



Légende :









	Tunnel (Espace trafic)		Liaison transversale
	Chaussée		Galerie de sécurité
	Gaine de ventilation		Gaine technique
	Galerie de fuite		Locaux techniques

Figure 2.1 : Zones du tunnel

La couverture radio doit être disponible dans les zones suivantes :

- POLYCOM : Tunnel, galerie de fuite, liaison transversale, galerie de sécurité, locaux techniques*.
- DAB+ : Tunnel.
- Téléphonie mobile (Opérateurs) : Tunnel.
- Téléphonie mobile (OFROU) : Locaux techniques*, gaine technique*, galerie de sécurité*.

* = lieux contenant des équipements ou à forte fréquence d'entretien.

2.2 Polycom

La couverture Polycom dans les tunnels routiers est destinée à assurer la communication entre les organes suivants :

- Police ;
- Sapeurs-pompiers ;
- Ambulances ;
- Service d'entretien.

Les communications suivantes doivent être possibles :

- communication entre les différents organes à l'intérieur du tunnel (zone de couverture) ;
- communication entre les organes sis à l'intérieur du tunnel et les organes sis à l'extérieur des tunnels.

L'installation des équipements Polycom dans les tunnels est réalisée en coordination avec les cantons. Avec l'introduction de Polycom dans les tunnels, l'OFROU ne mettra aucun autre moyen radio à disposition aux organes de sécurité « feux bleu ».

2.3 Radio DAB+

L'émission du DAB+ dans les tunnels routiers est destinée à assurer la sécurité des usagers, c'est-à-dire à :

- transmettre les messages de police aux usagers en cas d'événement ;
- transmettre le canal de messages d'informations routières (TMC, TPEG) aux usagers ;

Autre but :

- éviter l'interruption des programmes radio DAB+ lors de la traversée d'un tunnel.

Les fonctions suivantes permettent d'atteindre les buts précités :

- Intercalation : interruption de tous les programmes radio en tunnel et transmission de messages de police préenregistrés. Les messages sont activés par l'opérateur de la centrale d'intervention. La détection des messages de police par les autoradios est assurée par les signaux DAB+ transmis en tunnel.
- Rediffusion : réception, élaboration et diffusion en tunnel des programmes radio disponibles à ciel ouvert.

2.4 Téléphonie mobile

La téléphonie mobile dans l'espace trafic sert au confort de l'utilisateur qui ne sera pas interrompu dans ses conversations téléphoniques, lors de la traversée d'un tunnel.

Dans les locaux techniques principaux, la gaine technique et la galerie de sécurité, la couverture en téléphonie mobile sert aux personnes effectuant des travaux d'entretien ou de maintenance.

Une couverture complète n'est pas requise. La définition des emplacements avec couverture en téléphonie mobile est décidée avec la Maintenance et l'Exploitation.

2.5 Autres installations radio

Les autres installations radio, telles que les installations analogiques, ne seront plus entretenues et, à terme, démontées.

3 Infrastructure

Les tunnels d’une longueur supérieure à 600 m doivent être équipés d’une installation radio. Dans les tunnels plus courts, son besoin doit être justifié par une analyse spécifique exécutée par l’ingénieur radio et approuvée par le FU. La couverture Polycom doit être suffisante dans l’espace trafic afin de faciliter l’intervention des feux-bleu.

3.1 Parties concernées pour la partie infrastructure

Les parties concernées pour la partie infrastructure sont représentées avec la couleur rouge dans la figure 3.1.

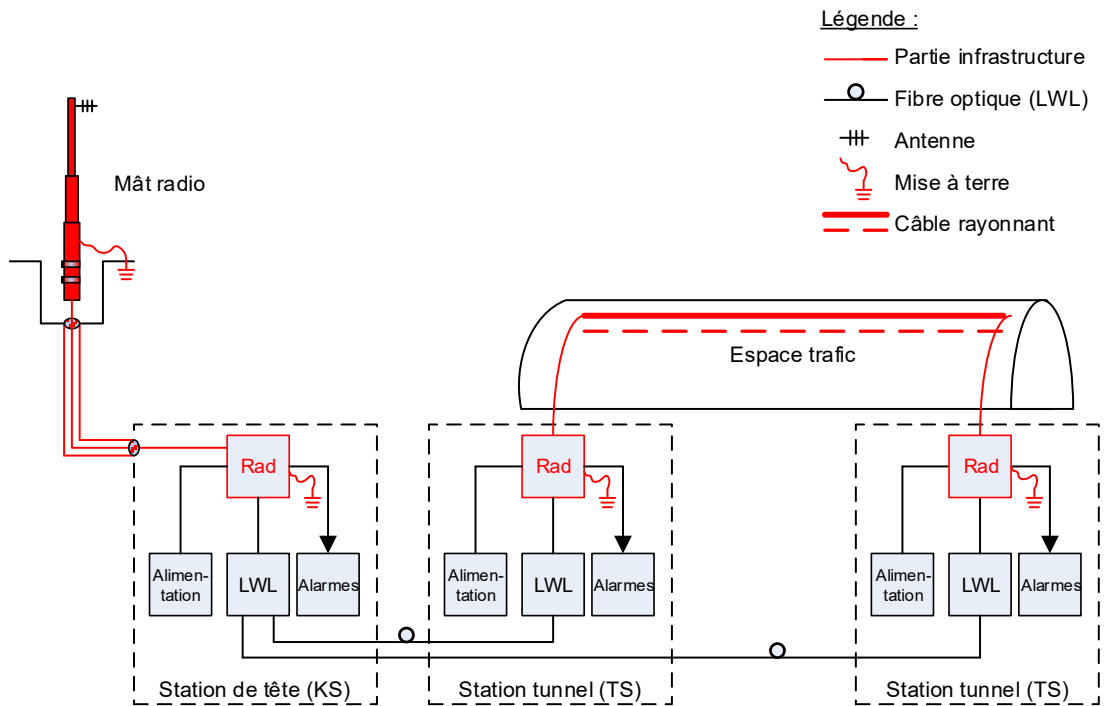


Figure 3.1 : Définition des systèmes pour la radiocommunication

3.2 Mât radio

Les antennes (Polycom, DAB+) sont installées, selon les cas, sur un mât d’antennes (propriété de l’OFROU) qui doit être à proximité du local technique (mât branché au bâtiment ou isolé).

Les équipements radio sont branchés à l’antenne via des câbles coaxiaux.

Le mât doit être dimensionné pour résister à des rafales de vent jusqu’à 200 km/h.

Le mât doit être mis à terre selon les indications du chapitre 3.6.1.

Tous les travaux sur les mâts d’antennes doivent respecter les directives de sécurité concernant les travaux en hauteur. Les antennes doivent être accessibles aux opérateurs par le biais d’un système de sécurité.

La figure 3.2 illustre un mât d'antennes avec système de protection pour éviter que des personnes tierces puissent monter sur le mât.



Figure 3.2 : Mât d'antenne avec système de protection

Le mât radio peut être utilisé conjointement par les installations de l'OFROU et des opérateurs de téléphonie mobile, cette utilisation commune est coordonnée entre les utilisateurs.

3.3 Les câbles

3.3.1 Généralités

Les câbles d'antenne ne traversent pas les locaux susceptibles de présenter des dangers d'incendie ou d'explosion, comme par exemple, le local batteries.

3.3.2 Câbles coaxiaux

Les câbles coaxiaux qui relient les composants de radiocommunication sont dimensionnés de façon à avoir un minimum de perte. En général, ces câbles doivent avoir une impédance standard de 50 ou 75 Ohm. Les câbles coaxiaux sont mis à terre selon les indications du chapitre 3.6.2.

3.3.3 Câbles rayonnants

Les câbles rayonnants servent à assurer la couverture des installations de radiocommunication à l'intérieur du tunnel. En général, deux dimensions standard de câble rayonnant sont utilisées, celle de 7/8" et celle de 1 1/4". Les deux prochaines figures nous donnent les valeurs typiques :

Cas 1 :

Tableau 3.1 : Intensité de champ minimale pour câbles rayonnants 7/8"

Utilisation	Bande de fréquence	Atténuation linéaire	Atténuation de couplage (95%)
DAB+	174 – 240 MHz	<2.5 dB/100m	<65 dB
Polycom	380 – 400 MHz	<3.3 dB/100m	<60 dB

Cas 2 :

Tableau 3.2 : Intensité de champ minimale pour câbles rayonnants 1 1/4"

Utilisation	Bande de fréquence	Atténuation linéaire	Atténuation de couplage (95%)
DAB+	174 – 240 MHz	<1.5 dB/100m	<65 dB
Polycom	380 – 400 MHz	<2.2 dB/100m	<60 dB

3.3.4 Principe d'installation des câbles rayonnants

Selon les prescriptions de l'OFROU, le montage du câble rayonnant ne doit pas empiéter le gabarit de l'espace destiné au trafic. Le câble rayonnant ne doit pas être posé dans les batteries des tubes.

Aucun élément métallique ne doit être installé à proximité du câble rayonnant. Les exceptions seront à discuter avec l'ingénieur radio afin qu'il puisse évaluer les perturbations acceptables.

Pour éviter les interférences entre les dessertes internes et externes du tunnel, on arrêtera le câble rayonnant environ 20/30 m avant la fin du tunnel. Ces interférences sont dépendantes du système de transmission et de la bande de fréquence. On cherchera à diminuer les interférences sur le câble rayonnant de manière empirique.

Les positions possibles de montage du câble rayonnant sont décrites dans la figure 3.3 et la figure 3.4. Il est préférable de le monter latéralement dans les tunnels où la distance de sécurité par rapport au gabarit d'espace libre n'est pas respectée.

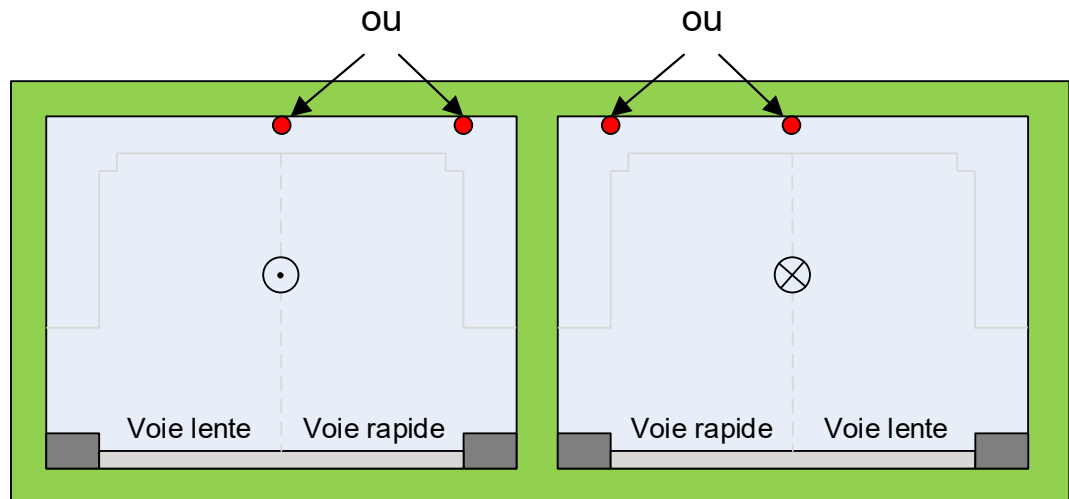
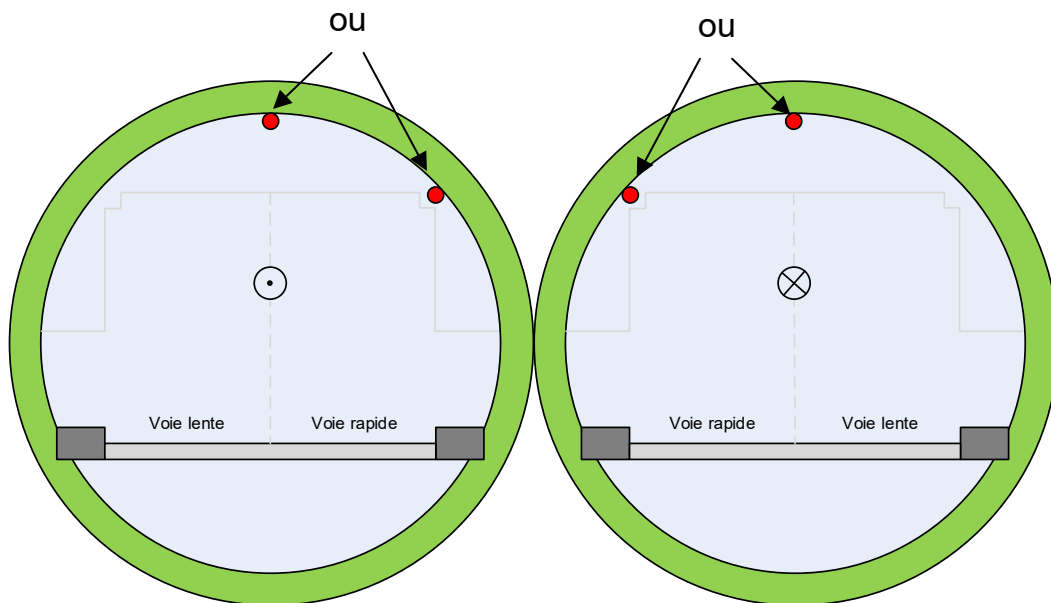


Figure 3.3 : Positions de montage possibles du câble rayonnant



Légende :

- Câble rayonnant
- ⊙ Direction de marche
- ⊗ Direction de marche

Figure 3.4 : Positions de montage possibles du câble rayonnant

Le câble rayonnant peut être installé à l'aide de brides ou posé dans les canaux à câbles. Cette deuxième solution est applicable seulement si les canaux à câbles sont en matière synthétique.

Dans le cas de montage avec des brides, la distance maximum entre les fixations doit être déterminée de telle manière à ne pas avoir de flèches visibles sur le câble. Normalement, une distance d'environ 1 m entre les brides devrait être suffisante.

La distance entre le câble rayonnant et le plafond doit être conforme aux recommandations du constructeur du câble, mais elle doit être au minimum de 80 mm (valeur empirique qui dérive de la pratique).

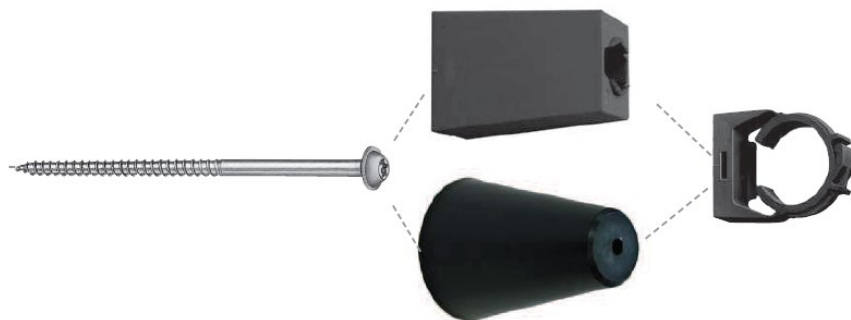


Figure 3.5 : Exemple de bride en matière synthétique

Pour empêcher que le câble ne tombe sur la chaussée en cas d'incendie, une bride en inox (ex. 1.4301 ou 1.4307) devra être posée tous les 10 m.



Figure 3.6 : Exemple de bride en inox



Figure 3.7 : Exemple de câble rayonnant

3.3.5 Exemple de calcul du bilan de puissance

L'exemple suivant est valable pour l'installation DAB+ (figure 3.8). Le principe est valable aussi pour le Polycom, mais il faut adapter les valeurs.

Paramètres	Valeur	Unité	Remarque
Fréquence	225	MHz	
Perte d'insertion du câble d'acheminement	1.9	dB/100m	à 100 Mhz
Perte d'insertion du câble rayonnant	1.9	dB/100m	
Perte de couplage du câble rayon-	61.3	dB	@ 50%
Niveau min de réception Downlink	-71	dBm	36dBµV

Link Budget	Liaison descendante (DL)		Unité
	Proche	Loin	
Puissance de sortie (6 ensembles)	28.2	28.2	dBm
Champ de couplage	-6.0	-6.0	dB
Cable d'acheminement	-1.3	-1.3	dB
Perte d'insertion du câble rayonnant	0.0	-14.0	dB
Perte de couplage du câble rayonnant	-61.3	-61.3	dB
Puissance reçue	-40.4	-54.4	dBm
Reserve par rapport au minimum requis (DL)	30.6	16.6	

Figure 3.8 : Exemple de calcul du bilan de liaison DAB+

3.4 Armoires

3.4.1 Exigences générales

Les équipements de radiocommunication sont montés dans des armoires normalisées avec cadre pivotant (racks 19"). Toutes les armoires doivent garantir une protection IP20. Tout élément de radiocommunication devrait être monté sur un cadre pivotant, si cela n'est pas possible une étagère devrait être prévue pour l'installation de l'élément. Les équipements ne doivent pas être posés les uns sur les autres.

Les équipements et les accessoires métalliques devront être reliés à la terre de l'armoire.

Aucun équipement ou appareil ne sera installé sur les portes des armoires.

Toutes les parties sous tension (y compris les borniers) devront être protégées du contact de personnes selon les normes OIBT en vigueur.

3.5 Exigences pour les armoires OFROU

La quantité d'armoires constituant un tableau et la répartition des équipements à l'intérieur de ces dernières, devront garantir une réserve de place d'environ 30%.

Tout élément de radiocommunication monté à l'intérieur des armoires devra être disposé de manière à garantir une accessibilité optimale. Le remplacement unitaire d'équipements devra pouvoir être effectué facilement.

Afin de garantir une réalisation optimale des armoires, les éléments suivants devront être prévus :

- Des profils pour la fixation des câbles à l'aide de brides rapides ;
- Un réseau de canaux pour le petit câblage ;
- Un minimum de 3 prises 230 VAC.

3.6 Mise à terre

3.6.1 Mise à terre du mât radio

Le mât radio (propriété de l'OFROU) est protégé contre la foudre par un système de mise à terre.

La figure 3.9 illustre le cas d'un mât d'antennes fixé au bâtiment avec un câble coaxial qui relie l'antenne à l'armoire radio. La figure 3.10 illustre le même cas mais avec un mât d'antennes non solidaire du bâtiment.

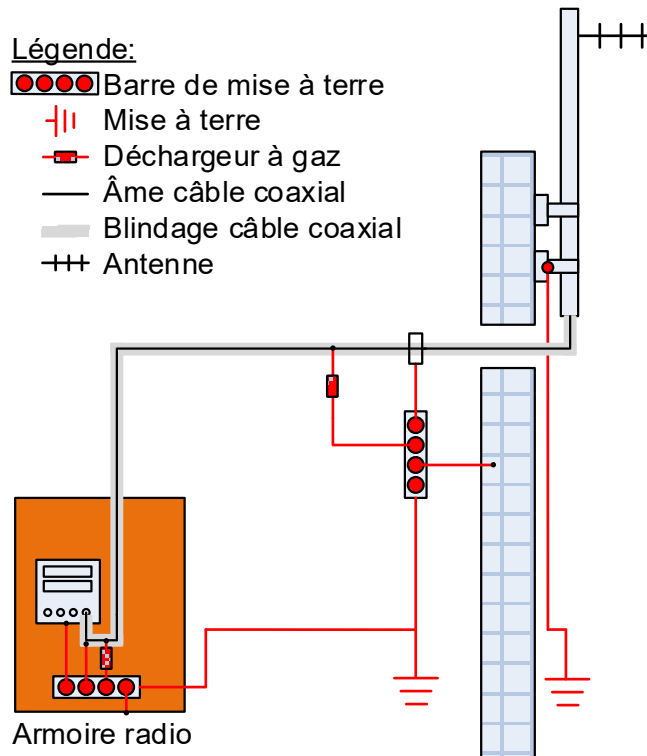


Figure 3.9 : Mise à terre du mât radio fixé au bâtiment

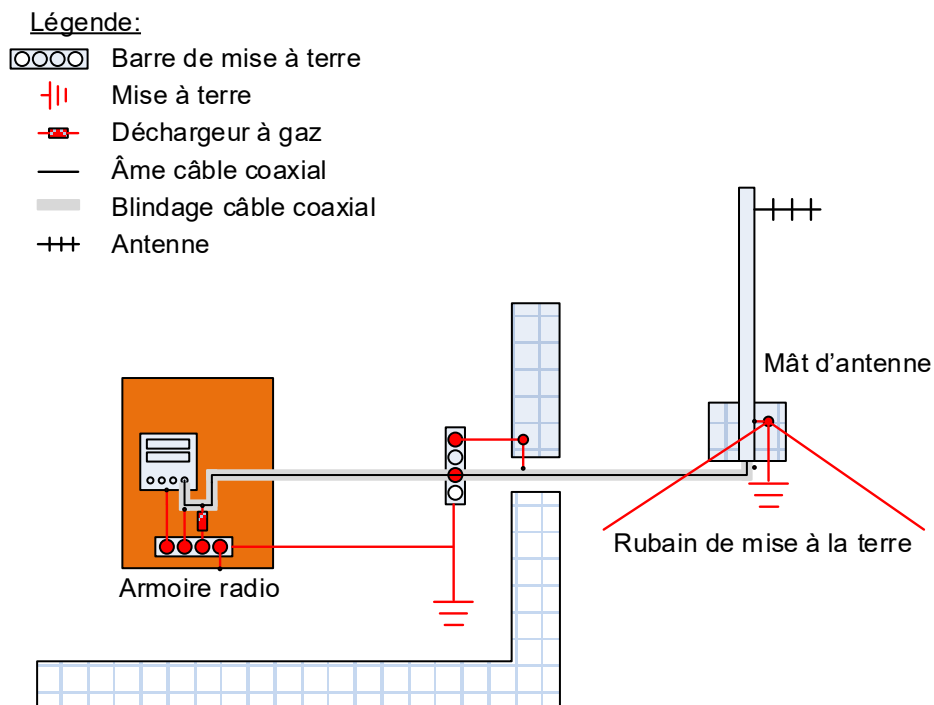


Figure 3.10 : Mise à terre du mât radio isolé

3.6.2 Mise à terre des câbles coaxiaux

Les câbles coaxiaux sont protégés par un système de mise à terre. Le blindage du câble coaxial doit être relié à la terre par le biais d'un « ruban » tandis que l'âme du câble doit être reliée à la terre par un déchargeur à gaz (le circuit se ferme à la terre par une surtension sur l'âme). Les câbles d'antenne, dans le cas d'un mât isolé, doivent être blindés sur leur longueur par un tube métallique ou un tube synthétique dans le béton armé (figure 3.10). Le déchargeur à gaz doit être de classe III.

3.7 Alarmes

Les alarmes doivent être réalisées selon la directive 13031.

3.8 Documentation

Voir le chapitre 8.1.

4 Polycom

4.1 Structure de l'installation Polycom

La structure de l'installation Polycom peut être reliée à la station de base (SB) par air (figure 4.2) ou par câble (figure 4.3). Les composants de l'installation Polycom sont numérotés de POL.1 à POL.9. L'installation se compose des sous-systèmes suivants :

- cellule de couverture Polycom à ciel ouvert (POL.1 à POL.2) ;
- une station de tête (POL.3 à POL.6) qui traite les fréquences radio (cf. chap. 4.3) ;
- une ou plusieurs stations tunnel (POL.7 à POL.9) qui amplifient les signaux Polycom pour la rediffusion en tunnel (cf. chap. 4.5) ;
- une ou plusieurs antennes d'handover (POL.10) qui prolongent la couverture interne pour faciliter la transition entre les cellules Polycom (cf. chap. 4.2.2).

Une installation Polycom peut asservir un ou plusieurs tunnels qui se trouvent dans un ou plusieurs secteurs des routes nationales.

L'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) a émis un document intitulé « Conditions et prescriptions Réseau radio suisse de sécurité Polycom »¹ qui contient toutes les informations relatives à la planification, au financement, à la réalisation, à la gestion et à l'exploitation des réseaux régionaux et partiels Polycom.

¹ Disponible au domaine I-B de l'OFROU

4.2 Station de base Polycom (POL.1-POL.2)

Les stations de base (SB) Polycom sont des éléments qui composent les réseaux Polycom, elles sont réalisées par les cantons ou les gardes-frontières.

Fonctions de la SB Polycom (POL.1-POL.2) :

- La fonction principale est de couvrir une portion du territoire avec les fréquences afin que les radios des utilisateurs puissent s'y connecter.

La zone couverte par une SB est appelée cellule.

En principe, chaque tunnel ou groupe de tunnels est relié à une seule SB.

4.2.1 Liaison entre la station de base et le tunnel

Il existe deux façons de relier l'infrastructure tunnel à une SB, la première consiste à installer une antenne à l'extérieur du local technique, pour capter de signal radio Polycom venant de la cellule Polycom la plus proche, voir figure 4.2. La deuxième solution est utilisée dans le cas où la station de base se trouve dans le bâtiment du tunnel ou bien s'il n'y a pas de problème à installer un câble à fibre optique entre le tunnel et la station de base, voir figure 4.3. La deuxième solution est celle à envisager dans la mesure du possible.

Variante 1 : liaison par air ;

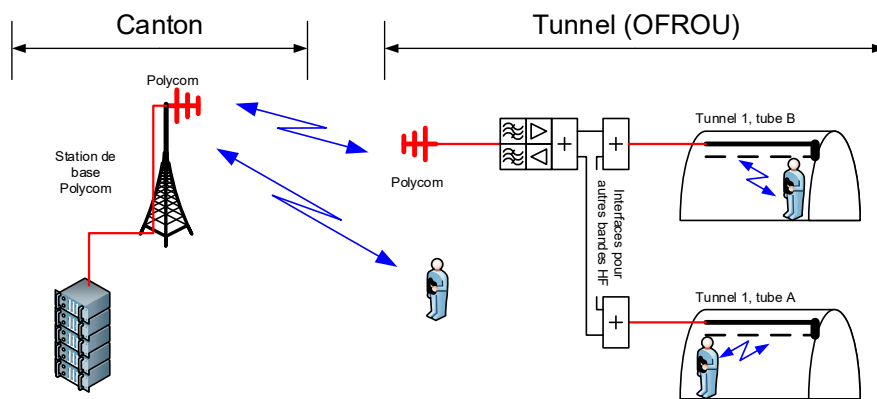


Figure 4.2 : Structure de l'installation Polycom (Liaison par air).

Variante 2 : liaison par câble (coaxial ou fibre optique).

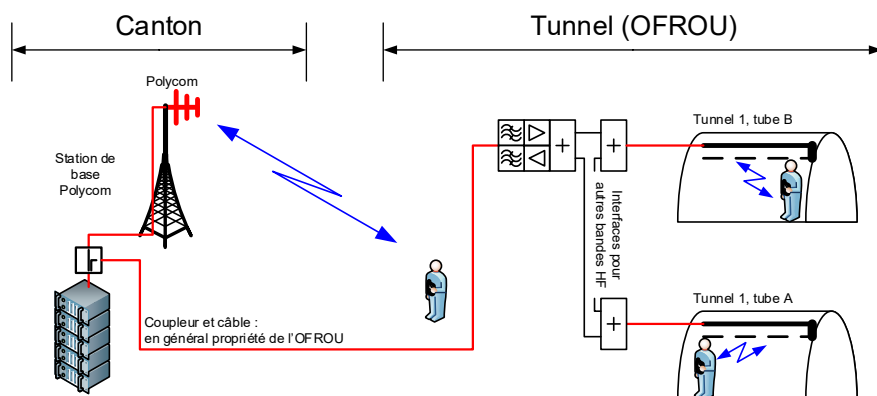


Figure 4.3 : Structure de l'installation Polycom (Liaison par câble)

4.2.2 Handover

Des situations de transition (handover) peuvent se présenter au moment de transition à la sortie/entrée des tunnels, si les fréquences utilisées à l'extérieur ne sont pas les mêmes qu'à l'intérieur du tunnel ; c'est-à-dire si la cellule à l'extérieur du tunnel n'est pas la même que celle du tunnel.

Dans ce cas, une interruption de la communication de plusieurs secondes pourrait se produire. Pour limiter au maximum cette situation, il faut une superposition des cellules, ce qui donne le temps au réseau radio de préparer la transition (handover).

Une solution est de prévoir une extension de la couverture « radio tunnel » à l'extérieur du portail sur une centaine de mètres, en installant une antenne dite d'handover.

La vue géographique ci-dessous explique la situation d'un tunnel situé entre deux cellules (cellule A et cellule B).

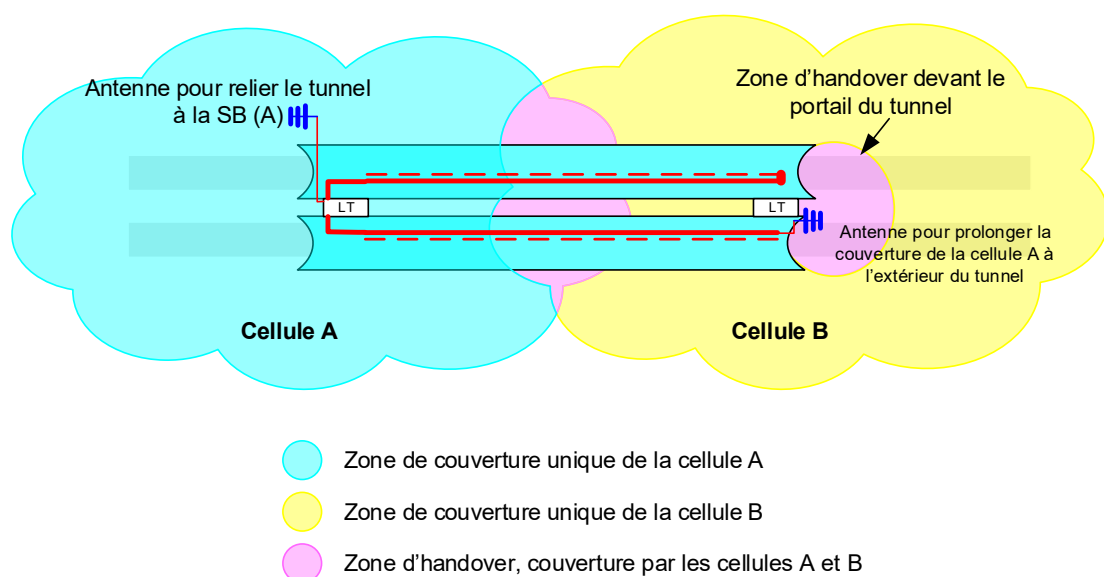


Figure 4.4 : Exemple de couverture radio

Une deuxième solution est de forcer le passage de cellule à l'intérieur du tunnel. Cette solution est en pratique la meilleure, mais elle nécessite davantage d'infrastructure.

4.2.3 Différence des temps de propagation

Les temps de propagation de l'information radio dans l'air et dans les câbles fibre optique ou cuivre ne sont pas égaux.

La technologie Polycom impose une différence de temps maximum de 15 μ s entre deux signaux provenant de la même station de base. Au-delà de ce temps, un effet de brouillage sur les communications a lieu.

Cette situation se manifeste aux portails des tunnels où une superposition du signal externe se mélange à celui du tunnel.

4.3 Station de tête (POL.3-POL.6)

Les fonctions de la station de tête (POL.3-POL.6) sont :

- réception via antenne (ou câble) des fréquences d'un SB ;
- amplification du signal radio ;
- transmission des signaux Polycom vers les stations tunnel.

Chaque installation Polycom dispose d'une seule station de tête. La structure de la station de tête, est représentée dans la figure 4.1.

Deux solutions sont possibles ; une liaison par air, l'autre avec une liaison câblée à la station de base. Dans cette deuxième solution, il n'est parfois pas nécessaire d'amplifier le signal, il peut donc être directement distribué aux stations tunnels.

4.3.1 Réception des fréquences radio Polycom (POL.3)

Comme mentionné ci-dessus (cf. chap. 4.2), il y a deux façons de relier l'infrastructure du tunnel à la SB Polycom.

La meilleure façon est de relier par câble.

Dans le cas où il faut relier par air, il faut analyser les différentes solutions pour trouver le meilleur emplacement de l'antenne.

Plusieurs critères doivent être satisfaits :

- vue directe de l'antenne de la SB (ou un très bon signal de réception) ;
- éviter d'avoir d'autres SB Polycom sur le même axe ;
- maintenir la différence des temps de propagation au portail inférieure au 15 µs ;
- proximité de la centrale technique abritant les équipements de la station de tête.

Concernant le choix du type d'antenne, il est préférable d'utiliser une antenne directive type Yagi ou, dans des cas particuliers, de type hélicoïdal.

L'antenne est dimensionnée selon les critères du tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Caractéristiques de l'antenne de réception

Bande de fréquence	380 MHz - 400 MHz
Gain d'antenne	≥ 8 dBi
Polarisation	Verticale

4.3.2 Amplification radio (POL.4)

Des composants passifs et actifs assurent la séparation (émission / réception) et l'amplification des fréquences radio Polycom (POL.4).

On utilise de préférence des amplificateurs de bande (largeur 5 Mhz) pour les bandes 380 – 385 MHz et 390 – 395 MHz.

Dans les cas d'une connexion directe à la SB, la puissance est normalement suffisante sans devoir amplifier le signal.

4.4 Coupleur radio (POL.5)

Les coupleurs radio sont des éléments passifs, ils permettent de subdiviser le signal radio en direction des convertisseurs électro – optiques et de rassembler les signaux en retour des convertisseurs électro – optiques.

4.4.1 Transmission des signaux aux stations tunnel (POL.6)

Les signaux HF sont transmis aux stations tunnel par des convertisseurs électro-optiques (POL.6). Si d'autres signaux HF (par exemple : Polycom ou DAB+) sont transférés entre les mêmes endroits, les signaux peuvent être combinés et transmis sur la même liaison électro-optique (co-utilisation des convertisseurs et des fibres optiques).

Si une station tunnel est située dans la même centrale technique que la station de tête, la transmission est réalisée par câble coaxial.

4.5 Station tunnel (POL.7-POL.9)

Les fonctions des stations tunnel (POL.7-POL.9) sont :

- réception des signaux Polycom depuis la station de tête ;
- amplification des signaux pour l'émission en tunnel.

Le nombre de stations tunnel dépend de la longueur du tunnel et du nombre de segments de câble rayonnant installés. La structure de chaque station tunnel est représentée dans figure 4.1.

4.5.1 Réception des signaux HF (POL.7)

Des convertisseurs électro-optiques (POL.7) assurent la réception/émission des signaux Polycom depuis la station de tête.

Si une station tunnel est située dans la même centrale technique que la station de tête, la transmission est réalisée par câble coaxial.

4.5.2 Amplification des signaux (POL.8)

Dans chaque station tunnel, un amplificateur de bande Polycom (POL.8) alimente un ou plusieurs segments de câble rayonnant.

Les amplificateurs (POL.8) sont normalement dimensionnés pour amplifier jusqu'à 16 porteuses Polycom. Au-delà de 16 porteuses, il faut veiller à ce que l'amplificateur soit correctement dimensionné.

Dans l'espace de circulation, la valeur minimale des signaux Polycom, mesurée par une antenne quart d'onde installée sur le toit du véhicule, est spécifiée dans le tableau 4.2. Cette valeur est à respecter pour la diffusion des fréquences Polycom. Des exceptions sont admises jusqu'à 10% de la longueur du tunnel. Dans ces zones, la couverture ne doit pas être inférieure à 24 dB μ V² (50%).

Tableau 4.2 : Intensité de champ minimale

	Intensité du champ	Probabilité de lieu	Distance entre mesures
Signaux POLYCOM	30 dB μ V	50%	≤1m

Les produits d'intermodulation générés par les amplificateurs de bande Polycom (POL.8) ne doivent pas excéder, à l'intérieur du tunnel, la valeur de -36 dBm, à laquelle s'ajoute la valeur d'atténuation de couplage du câble rayonnant.

4.6 Redondance des installations Polycom

La couverture Polycom est importante tout le long du tunnel. Pour garantir une redondance, il est prévu d'alimenter les câbles rayonnants par les deux côtés, comme esquissé dans la figure 4.5.

² Représente la valeur de couverture à respecter effectivement. La preuve de couverture minimale doit considérer l'imprécision du système de mesure.

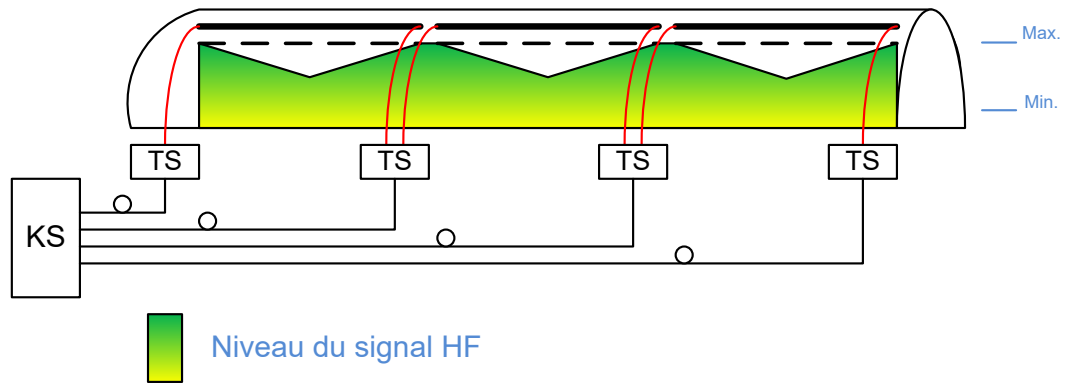


Figure 4.5 : Situation normale

La figure 4.6 montre une simulation avec une station tunnel (TS) hors service. Le niveau du signal dans l'espace trafic doit encore être suffisant pour garantir une communication radio.

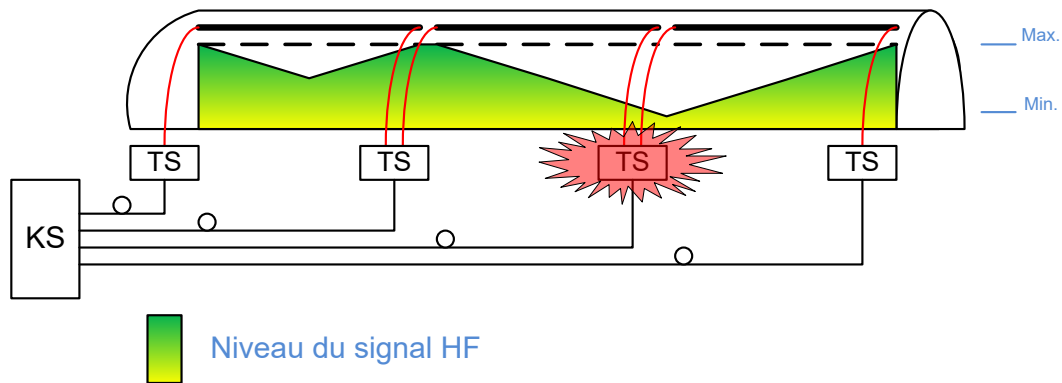


Figure 4.6 : Situation dégradée (une TS hors service)

4.7 Documentation

Voir le chapitre 8.1.

5 DAB+

5.1 Structure de l'installation DAB+

La structure de l'installation DAB+ est représentée dans la figure 5.1. Les composants de l'installation DAB+ sont numérotés de DAB.1 à DAB.14. L'installation se compose des sous-systèmes suivants :

- une station de tête (DAB.1 à DAB.10) qui traite les programmes radio et les messages de police (cf. chap. 5.2) ;
- une ou plusieurs stations tunnel (DAB.11 à DAB.12) qui amplifient les signaux DAB+ pour la rediffusion en tunnel (cf. chap. 5.3) ;
- un système d'intercalation dans la centrale d'intervention (DAB.13 à DAB.14) qui transmet les messages de police vers le(s) tunnel(s) (cf. chap. 6).

Une installation DAB+ peut asservir un ou plusieurs tunnels qui se trouvent dans un ou plusieurs secteurs des routes nationales.

Les ensembles émis dans un tunnel doivent avoir les mêmes fréquences et être synchronisés aux ensembles à ciel ouvert. En cas de perte du signal DAB+, il doit toujours être possible d'envoyer les messages de la police depuis la centrale d'intervention.

5.2 Station de tête (DAB.1-DAB.10)

Les fonctions de la station de tête (DAB.1-DAB.10) sont :

- réception via antenne (ou autre moyen) des ensembles³ DAB+ (programmes radio) ;
- réception des messages de police ;
- élaboration des programmes radio et des messages de police ;
- activation des messages de police ;
- transmission des signaux DAB+ aux stations tunnel.

Chaque installation DAB+ dispose d'une seule station de tête. La structure de la station de tête est représentée dans la figure 5.1.

5.2.1 Réception des programmes radio (DAB.1)

Les ensembles DAB+ disponibles à ciel ouvert sont reçus par une antenne⁴ (DAB.1). L'antenne est reliée aux équipements du « local technique tunnel » par un câble coaxial. Son emplacement est choisi selon les critères suivants :

- regroupement des antennes sur un « mât radio »⁵ (propriété de l'OFROU) (par exemple antennes DAB+, Polycom, téléphonie mobile, ...) ;
- qualité de la réception ;
- proximité du « local technique tunnel » abritant les équipements de la station de tête.

L'antenne doit être dimensionnée selon les critères du tableau 5.1.

Tableau 5.1 : Caractéristiques de l'antenne de réception

Bande de fréquence	174 MHz - 230 MHz
Gain d'antenne	≥ 8 dBi
Polarisation	Verticale

L'antenne doit être dirigée vers l'émetteur avec le temps de transmission du signal DAB+ le plus court⁶.

La mise en œuvre de plusieurs antennes (sur le même mât ou sur des mâts différents) pour la même installation DAB+ doit être justifiée par des raisons techniques. Exemple : introduction en tunnel d'ensembles depuis plusieurs émetteurs à ciel ouvert. Des azimuts de réception différents peuvent justifier plusieurs antennes.

5.2.2 Élaboration des programmes radio (DAB.2-DAB.4)

Des composants passifs et actifs (DAB.2) assurent la distribution des signaux aux différents amplificateurs (DAB.3).

Chaque ensemble DAB+ est amplifié par un amplificateur dédié (DAB.3). Chaque amplificateur produit un signal HF par ensemble DAB+. Ce signal est produit par amplification analogique du signal reçu (pas de démodulation ni de décodage).

Un signal avec tous les ensembles DAB+ est créé par un champ de couplage HF (DAB.4).

³ ensemble : Bouquet de programmes radio émis par un émetteur DAB+. Typiquement, un ensemble DAB+ contient 5 à 18 programmes radio.

⁴ Un autre moyen de réception des signaux DAB+ est autorisé uniquement si une antenne ne permet pas d'atteindre la qualité du signal définie dans le Tableau 5.2

⁵ mât radio : Support des antennes DAB+, Polycom, etc.

⁶ À l'emplacement de l'antenne, le signal d'un ensemble peut provenir de plusieurs émetteurs. La puissance et le temps relatif d'arrivée du signal de chaque émetteur doivent être mesurés. L'antenne doit être dirigée vers l'émetteur dont le signal a le temps de transmission le plus court et qui respecte les exigences dans le Tableau 5.2.

L'élaboration des programmes radio est conçue pour un maximum de 4 ensembles DAB+⁷. Les ensembles DAB+ dont la réception n'est pas possible dans la région du tunnel ne sont pas pris en considération par l'installation DAB+.

Il est possible de déroger à cette limitation dans les zones de frontière linguistique.

Les signaux d'entrée des amplificateurs (DAB.3) doivent respecter les exigences définies dans le tableau 5.2.

Tableau 5.2 : Qualité des signaux d'entrée des amplificateurs DAB.3

Puissance par ensemble	≥ -65 dBm
Carrier-to-Noise ⁸ (bande DAB+)	≥ 15 dB

Si des données TMC ou TPEG sont transmises dans les ensembles DAB+, l'élaboration des programmes radio doit garantir la réception de ces données dans le tunnel.

5.2.3 Réception des messages de police (DAB.5)

L'unité de réception (DAB.5) reçoit les messages de police et les commandes d'activation depuis la centrale d'intervention. Les informations suivantes sont reçues via le réseau de communication des routes nationales :

- message vocal préenregistré;
- indication du tunnel et du tube dans lequel le message de police doit être émis.

En fonction de ces informations, l'unité de réception (DAB.5) produit :

- un signal analogique en basse fréquence (le message de police) ;
- un contact libre de potentiel (contact sec) pour chaque tube de chaque tunnel asservi par l'installation DAB+ (les commandes d'activation).

Les spécifications techniques des signaux produits par l'unité de réception (DAB.5) sont décrites dans la figure 5.1. La normalisation de cette interface permet l'achat de DAB.5 et du reste de l'installation DAB+ auprès de fournisseurs différents (cf. chap. 6.4).

5.2.4 Élaboration des messages de police (DAB.6-DAB.8)

Des composants passifs et actifs (DAB.6) assurent la distribution, en basse fréquence, des messages de police aux différents multiplexeurs DAB+ (DAB.7). Chaque multiplexeur DAB+ traite un ensemble DAB+. Un signal avec tous les ensembles DAB+ contenant le message de police est créé par un champ de couplage HF (DAB.8).

Les fonctions des multiplexeurs DAB+ (DAB.7) sont :

- analyse de la configuration de l'ensemble DAB+ (services disponibles, informations nécessaires au décodage de chaque service) ;
- numérisation des messages de police (produits par DAB.5) ;
- codage des messages de police pour tous les services audio de l'ensemble DAB+ ;
- reproduction de l'ensemble DAB+ avec les messages de police sur tous les services audio.

Les multiplexeurs DAB+ respectent les exigences suivantes :

⁷ SSR SRG diffuse un ensemble dans toute la Suisse. SwissMediaCast, DIGRIS, Romandie Médias et DABcom diffusent un ou deux ensembles supplémentaires dans certaines régions.

⁸ Le rapport C/N+I peut être mesuré : c'est le rapport entre le signal utile (*carrier*) et la somme du bruit avec les interférences (*noise+interference*). La puissance de N+I est déterminée pendant le premier symbole OFDM de chaque trame (*null symbol*, [7]). Le bruit de l'appareil de mesure (sans signal d'entrée et entrée de mesure terminée) ne doit pas dépasser -137 dBHz (correspondant à -105 dBm @ 1'536 kHz de bande).

- Le signal HF produit est synchronisé avec le signal HF de l'ensemble DAB+ reçu à ciel ouvert (amplifié par DAB.3). La synchronisation est assurée au niveau des trames DAB+. Le décalage par rapport au signal original doit être inférieur à 60 μ s ;
- Le contenu de tous les services audio est remplacé par les messages de police. Chaque multiplexeur supporte jusqu'à 18 services audio et tous les modes de codage prévus par le standard DAB+ ;
- La présence d'un message de police est indiquée dans l'ensemble DAB+ conformément aux standards ETSI⁹ [7], ceci afin d'activer le basculement automatique des autoradios pendant l'intercalation ;
- Les services de données facultatifs ne doivent pas être reconstruits (pas de services de données facultatifs pendant l'intercalation) ;
- L'ensemble DAB+ est reproduit sur la même fréquence qu'à ciel ouvert, une tolérance maximale de +/- 5 Hz est admise ;
- Les reconfigurations de l'ensemble DAB+ (opérées par le concessionnaire de radiocommunication) sont reconnues automatiquement sans intervention du service d'entretien.

L'objectif des critères susmentionnés est la commutation vers les messages de police, par les autoradios, dans un délai inférieur à 10 secondes.

5.2.5 Activation des messages de police (DAB.9)

Pour chaque tube de chaque tunnel asservi par l'installation DAB+, un commutateur HF (DAB.9) opère la sélection entre les ensembles DAB+ reçus à ciel ouvert et les messages de police. Les commutateurs sont contrôlés par les contacts libres de potentiel de l'unité de réception (DAB.5).

Pour des cas exceptionnels, la commutation entre programmes radio et messages de police peut être réalisée par les stations tunnel. Dans ce cas, les informations sur l'activation des messages de police (générés par DAB.5) doivent aussi être transmises aux stations tunnel. Cette solution doit être justifiée par des raisons techniques (par exemple, l'absence d'un nombre suffisant de liaisons en fibre optique entre la station de tête et les stations tunnel).

5.2.6 Transmission des signaux aux stations tunnel (DAB.10)

Les signaux HF sont transmis aux stations tunnel par des convertisseurs électro-optiques (DAB.10). Si d'autres signaux HF (par exemple Polycorn) sont transférés entre les mêmes endroits, les signaux peuvent être combinés et transmis sur la même liaison électro-optique (réutilisation des convertisseurs et des fibres optiques).

Si une station tunnel est située dans le même « local technique tunnel » que la station de tête, la transmission est réalisée par câble coaxial.

5.3 Station tunnel (DAB.11-DAB.12)

Les fonctions des stations tunnel (DAB.11-DAB.12) sont :

- réception des signaux DAB+ depuis la station de tête ;
- amplification des signaux pour l'émission en tunnel.

Le nombre de stations tunnel dépend de la longueur du tunnel et du nombre de segments de câble rayonnant installés. La structure de chaque station tunnel est représentée dans la figure 5.1 (pour le cas d'un tunnel à deux tubes).

⁹ « Announcement support » et « Announcement switching » selon ETSI EN 300401 [7]

5.3.1 Réception des signaux HF (DAB.11)

Des convertisseurs électro-optiques (DAB.11) assurent la réception des signaux DAB+ depuis la station de tête.

Si une station tunnel est située dans le même « local technique tunnel » que la station de tête, la transmission peut être réalisée par câble coaxial.

5.3.2 Amplification des signaux (DAB.12)

Dans chaque station tunnel, un amplificateur de bande DAB+ par tube (DAB.12) alimente un ou plusieurs segments de câble rayonnant.

Les amplificateurs (DAB.12) sont dimensionnés pour la diffusion de 4 ensembles DAB+. Le nombre effectif d'ensembles DAB+ en tunnel dépend uniquement des signaux reçus depuis la station de tête. Aucune intervention sur les stations tunnel ne doit être nécessaire pour ajouter un ensemble DAB+ en tunnel.

Aucun signal ne doit être émis à ciel ouvert. À l'intérieur du tunnel, seul l'espace de circulation est couvert.

Le décalage temporel entre le signal reçu par l'antenne DAB.1 au portail (cf. chap. 5.2.1) et le signal émis par l'installation DAB+ doit être inférieur à 60 µs. Cette valeur doit être respectée par tous les ensembles DAB+ retransmis dans le tunnel. Le dépassement de cette valeur est admis exceptionnellement, s'il est approuvé par les concessionnaires de radiocommunication DAB+ concernés.

Le niveau de puissance des différents ensembles DAB+ émis dans un tunnel doit être équivalent.

Les signaux de sortie des amplificateurs (DAB.12) doivent respecter les exigences définies dans le tableau 5.3.

Tableau 5.3 : Qualité des signaux produits par DAB.12

Carrier-to-Noise (bande DAB+)	≥ 12 dB
--------------------------------------	---------

Dans l'espace de circulation, la valeur minimale des signaux DAB+, mesurée par une antenne quart d'onde installée sur le toit du véhicule, est spécifiée dans le tableau 5.4. Cette valeur est à respecter pour la diffusion des programmes radio DAB+ et des messages de police.

Tableau 5.4 : Intensité de champ minimale

	Intensité du champ	Probabilité de lieu	Distance entre mesures
Signaux DAB+	36 dBµV	50 %	≤ 1m

A l'intérieur du tunnel, les produits d'intermodulation générés par les amplificateurs de bande DAB+ (DAB.12) ne doivent pas excéder la valeur de -36 dBm, à laquelle s'ajoute la valeur d'atténuation de couplage du câble rayonnant.

5.4 Documentation

Voir le chapitre 8.1.

6 Intercalation (DAB.13-DAB.14)

Les prochains chapitres sont valables pour l'installation DAB+.

Les fonctions de l'intercalation (DAB.13-DAB.14) sont :

- interface vers les opérateurs de police pour la gestion de l'intercalation ;
- transmission des messages de police vers les stations de tête.

Un seul système d'intercalation est utilisé pour tous les tunnels dans la zone gérée par une centrale d'intervention.

6.1 Intercalation dans plusieurs tunnels

L'intercalation dans plusieurs tunnels est réalisée selon le principe représenté dans la Figure 6.1.

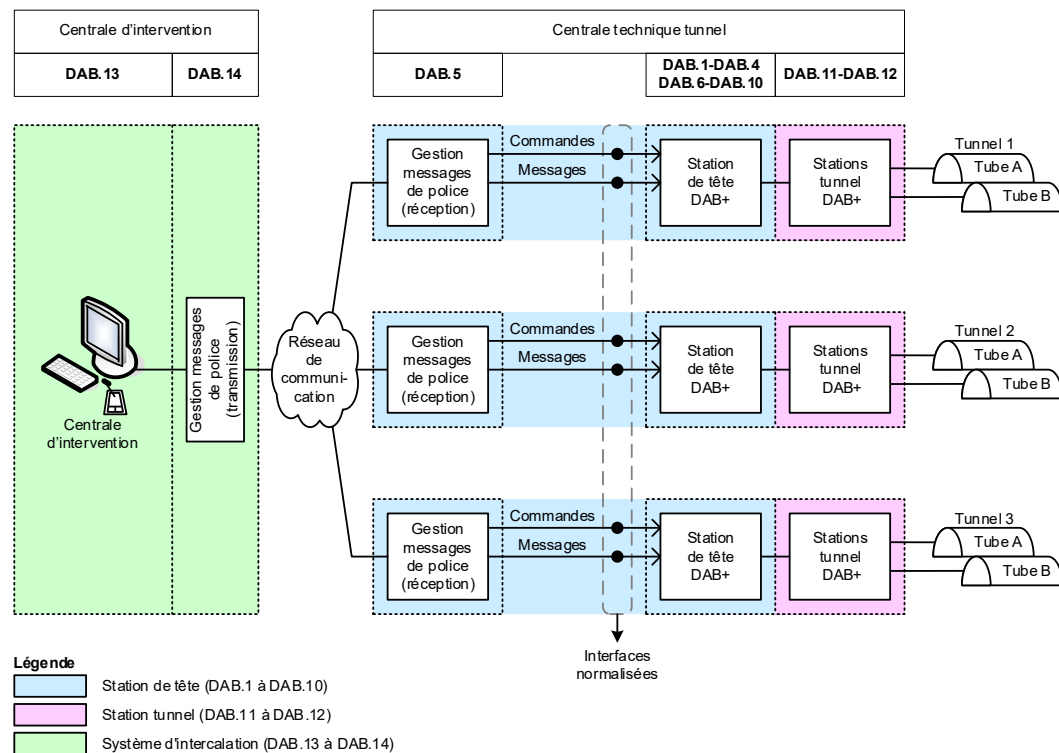


Figure 6.1 : Intercalation dans plusieurs tunnels

Le système est composé de DAB.13, DAB.14 (situés dans la centrale d'intervention) et de DAB.5 (partie des stations de tête, voir chap. 5.2.3).

6.2 Interface vers les opérateurs de la centrale d'intervention (DAB.13)

Des composants hardware et software (DAB.13) assurent l'interface vers les opérateurs de la centrale d'intervention pour la gestion de l'intercalation. Les possibilités suivantes sont offertes aux opérateurs CI :

- sélection d'un ou plusieurs tunnels dans lesquels un message est émis ;
- sélection d'un ou plusieurs tubes dans lesquels un message est émis ;
- écoute d'un message préenregistré ;
- sélection du nombre de répétitions pour les messages préenregistrés ;
- émission d'un message préenregistré ;
- terminaison de l'émission de messages en cours.

Les opérateurs CI ont la possibilité d'intercaler un message dans chaque tube individuellement ou dans plusieurs tubes simultanément. Les deux variantes doivent être supportées. L'intercalation n'interrompt pas la diffusion des programmes radio dans les autres tubes (si les tubes sont gérés séparément).

Les intercalations sont activées automatiquement sur tous les systèmes de radiodiffusion (DAB+). Les messages sont émis simultanément sur tous les programmes de tous les systèmes de radiodiffusion supportés dans les tubes sélectionnés. La simultanéité est garantie sans aucune action de l'opérateur CI.

Aucune mesure n'est prise pour surveiller l'émission des messages de police en tunnel. Seul un feedback informe les opérateurs CI de l'activation du message de police à la station de tête (voir 5.2.5, DAB.9).

Le fonctionnement de l'intercalation doit être vérifié, au moins une fois par an, par les exploitants (unité territoriale). Les concessionnaires de radiocommunication ne sont pas concernés par cette vérification.

6.3 Transmission des messages de police (DAB.14)

Une unité de transmission (DAB.14) diffuse aux stations de tête DAB+ les messages de police et les commandes d'activation. La communication (voix, données) entre la centrale d'intervention et les tunnels transite par le réseau de communication des routes nationales.

En l'absence d'un réseau de communication des routes nationales reliant la centrale d'intervention à la station de tête, des moyens alternatifs sont employés pour la transmission des informations nécessaires. Exemples : fibres optiques dédiées, ligne téléphonique dédiée, etc. L'utilisation de ces moyens alternatifs est admise uniquement dans des cas exceptionnels et justifiés.

Les messages de police préenregistrés sont stockés de façon centralisée, à la centrale d'intervention. Le système d'intercalation permet l'émission des mêmes messages dans tous les tunnels reliés. Des exemples de messages standardisés se trouvent dans la l'annexe I.

6.4 Limites de fourniture de l'intercalation

Le système d'intercalation (DAB.13, DAB.14) et la réception des messages par les stations de tête (DAB.5) sont réalisés par un seul fournisseur pour tous les tunnels reliés à une centrale d'intervention (fournisseur A, dans la figure 6.2).

L'interface normalisée de DAB.5 (voir figure 6.2 et chap. 5.2.3) permet l'achat d'installations DAB+ auprès de fournisseurs différents pour chaque tunnel relié au système d'intercalation (fournisseurs B, C, D, dans la figure 6.2).

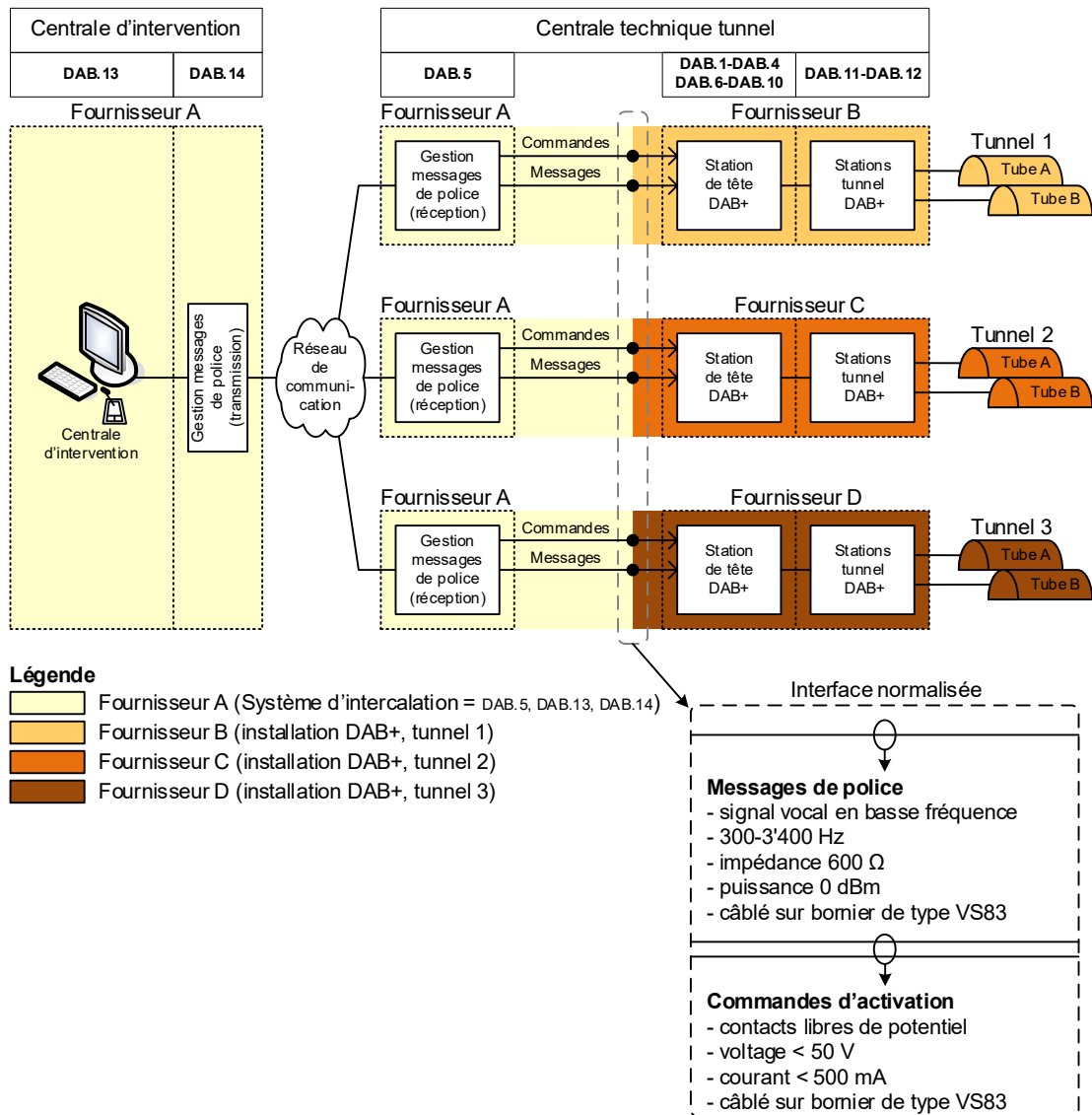


Figure 6.2 : Limites de fourniture du système d'intercalation

6.5 Documentation

Voir le chapitre 8.1.

7 Téléphonie mobile

7.1 L'installation de téléphonie mobile

L'installation de téléphonie mobile comprend :

- les installations que les opérateurs de téléphonie mobile déploient pour couvrir l'espace trafic pour les usagers (cf. figure 7.1) ;
- les installations de téléphonie mobile installées pour les nécessités de l'OFROU, pour la couverture des locaux techniques, des gaines techniques et de la galerie de sécurité.

Exemple d'un schéma pour la téléphonie mobile, Opérateur et OFROU.

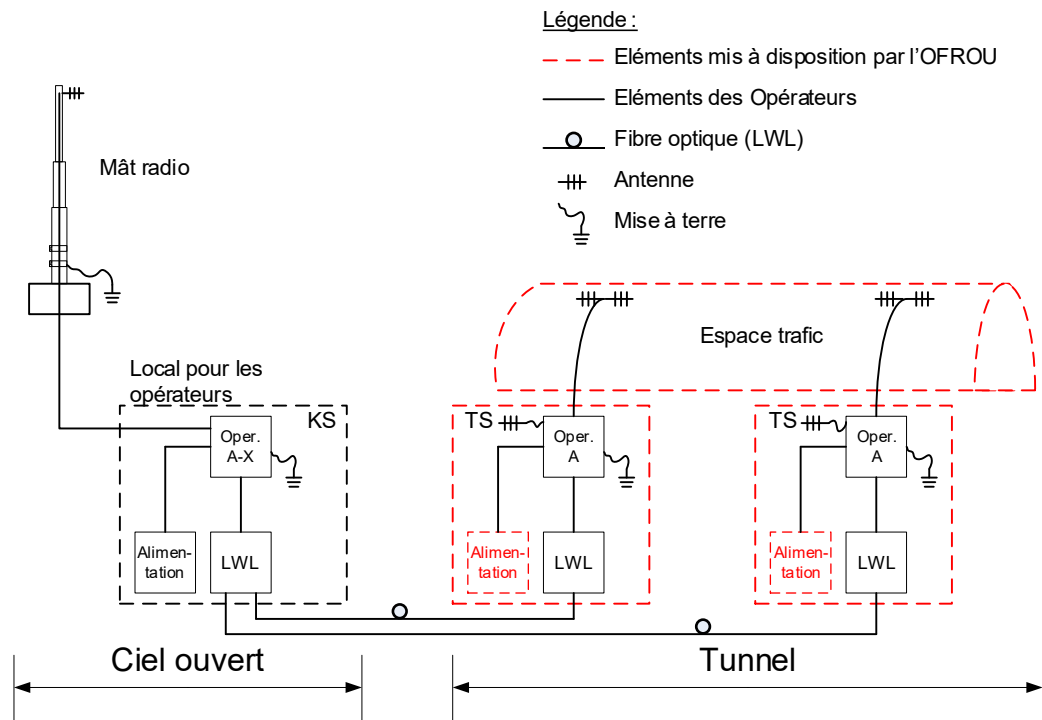


Figure 7.1 : Schéma de principe pour la téléphonie mobile Opérateur

7.2 Regroupement des installations

Il est demandé aux opérateurs de téléphonie mobile de rassembler leurs équipements et, dans les limites du possible, de mettre une infrastructure commune à tous les opérateurs. Dans l'espace trafic, il est interdit d'installer des antennes séparées par opérateur.

Par tunnel ou groupe des tunnels, un des opérateurs sera désigné « responsable ». Il sera le seul intermédiaire entre la Filiale OFROU et les opérateurs. Il sera responsable de rassembler et de fournir toute la documentation technique spécifique à l'ouvrage en question.

7.3 Montage des équipements actifs

Comme le sous-chapitre précédent le précise, il ne sera plus admis d'installer des antennes séparées par opérateur dans l'espace trafic. L'opérateur arrivant en premier préparera l'infrastructure tunnel et au besoin pour la couverture des locaux techniques, GAT, etc. pour tous les autres opérateurs.

Si l'espace le permet, les équipements actifs des opérateurs seront installés dans un local dédié uniquement aux opérateurs, les équipements actifs pour les besoins de l'OFROU étant installés dans un local séparé.

7.4 Mât d'antennes et antennes

Les mâts d'antennes spécifiques aux installations des antennes de téléphonie mobile Opérateur sont de la compétence des opérateurs. Dans des cas particuliers, l'opérateur peut installer ces antennes sur le mât radio de l'OFROU. L'OFROU se réserve le droit d'installer ses antennes sur les mâts des opérateurs. Ces dispositions doivent faire l'objet d'un contrat.

7.5 Matériaux

Tous les matériaux installés doivent respecter les standards OFROU (dans l'espace trafic les supports d'antennes sont en inox 1.4401 ou 1.4404).

7.6 Alimentation des équipements actifs

7.6.1 Ciel ouvert

Toutes les installations actives des Opérateurs situées à ciel ouvert sont en principe alimentées directement par les fournisseurs d'électricité et disposent de leurs propres compteurs. Dans certains cas exceptionnels (à savoir si les coûts sont disproportionnellement élevés), les éléments actifs installés peuvent être alimentés par la distribution d'alimentation de l'OFROU, si tant est qu'un tel réseau soit en place. Dans ce cas, seule l'alimentation normale (RNO) est fournie aux opérateurs.

7.6.2 Tunnels

Toutes les installations actives des Opérateurs situées en tête des tunnels sont alimentées par la distribution d'alimentation de l'OFROU (RNO). Seule l'alimentation normale (RNO) est fournie aux opérateurs.

7.7 Accès aux équipements

L'accès aux installations sur site n'est possible qu'avec l'accord et sous l'accompagnement de l'UT. Dans des cas particuliers, l'UT peut donner l'autorisation d'accéder aux installations sans sa présence, mais elle en garde la responsabilité.

7.8 Documentation des installations de téléphonie mobile

Les Opérateurs de téléphonie mobile doivent fournir une documentation de leur installation pour chaque site.

Cette documentation doit au minimum comprendre :

- un schéma de la vue d'ensemble de l'installation ;
- un schéma d'alimentation électrique ;
- un schéma des câbles d'antenne (avec indication du type, de la longueur et du propriétaire du câble) ;
- un schéma des câbles LWL (avec indication du type, de la longueur et propriétaire du câble LWL) ;
- un plan d'implantation des antennes (avec indication du type d'antenne, de leur position et coordonnée) ;
- un plan d'implantation des équipements (avec vue des armoires, des coffrets de terrain, etc.) ;
- les coordonnées des contacts chez l'Opérateur (administratif et technique) ;

- les coordonnées des services d'entretien de l'opérateur ;
- un descriptif de la procédure d'accès aux équipements.

Les opérateurs devront indiquer toute utilisation éventuelle des infrastructures de l'OFROU.

8 Exploitation de l'installation radio

8.1 Documentation

La documentation rédigée selon le manuel technique BSA (23 001-50001) doit au minimum comprendre :

- un schéma de la vue d'ensemble de l'installation ;
- un schéma d'alimentation électrique ;
- un schéma des câbles d'antenne (avec indication du type, de la longueur et du propriétaire du câble) ;
- un schéma des câbles LWL (avec indication du type, de la longueur et propriétaire du câble LWL) ;
- un plan d'implantation des antennes (avec indication du type d'antenne, de leur position et coordonnée) ;
- un plan d'implantation des équipements (avec vue des armoires, des coffrets de terrain, etc..) ;
- les coordonnées des contacts chez le Fournisseur et/ou l'Entreprise en charge la maintenance.

8.2 Formation

Après la mise en service des nouvelles installations radio ou après les modifications, l'UT doit recevoir un minimum d'instruction / formation.

L'instruction / formation doit comprendre les thèmes suivants :

- vue générale de l'installation ;
- vue de l'emplacement des antennes et des câbles rayonnants ;
- vue de l'emplacement des armoires ;
- principe d'alimentation électrique des installations ;
- principe de l'intercalation radio ;
- aperçu des alarmes ;
- limite de propriété (OFROU / Opérateur de téléphonie mobile).

8.3 Maintenance

Elle s'applique uniquement aux équipements appartenant à l'OFROU. Une répartition des tâches est proposée dans la suite.

8.3.1 Maintenance préventive

Selon documentation de l'entreprise (DAW / PAW).

8.3.2 Maintenance corrective

Intervention niveau 1 : UT.

Intervention niveau 2 : Fournisseur ou Entreprise mandatée pour la maintenance.

Définitions des niveaux

Les niveaux applicables sont les suivants :

Niveau 1 :

- Travaux : réglages simples, pas de démontage ni ouverture du bien et dépannage par échange standard, opérations mineures de maintenance.
- Lieu : sur place.
- Personnel : UT.
- Exemple : remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence, contrôle de fusibles, ré-enclenchement de disjoncteurs.

Niveau 2 :

- Travaux : identification et diagnostic de pannes, réparation par échange standard, réparations mécaniques mineures, maintenance préventive (par ex. réglage ou réaligement des appareils de mesure), travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction, réglage des appareils de mesure, contrôle des étalons.
- Lieu : sur place ou dans atelier de maintenance.
- Personnel : technicien spécialisé avec appareils de mesure et de test.
- Exemple : identification de l'élément défaillant, recherche et élimination de la cause, remplacement, intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification.

Annexes

I	Messages de police standardisés pour l'intercalation radio.....	41
II	Régions linguistiques et ensembles DAB+	44

I Messages de police standardisés pour l'intercalation radio

Les messages de police préenregistrés sont définis par la police. Des exemples de messages se trouvent dans le Tableau I.1.

Tableau I.1 : Exemples de messages de police

Événement	Message
Météo	<p>Attention, message de la police : À l'extérieur du tunnel, les conditions météorologiques sont mauvaises, veuillez adapter votre vitesse lorsque vous quittez le tunnel. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Ausserhalb des Tunnels herrschen schlechte Wetterbedingungen, reduzieren Sie die Geschwindigkeit beim Verlassen des Tunnels. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Le condizioni atmosferiche fuori della galleria sono critiche. Siete pregati di adeguare la velocità in uscita dalla galleria. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : Weather conditions outside the tunnel are bad. Please slow down when driving out of the tunnel. End of the announcement.</p>
Panne	<p>Attention, message de la police : Un véhicule est en panne dans le tunnel, veuillez respecter la signalisation lumineuse et conduire prudemment. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Im Tunnel befindet sich ein Pannenfahrzeug. Bitte beachten Sie die Signalisierung und fahren Sie vorsichtig. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Un veicolo è in panne nella galleria, siete pregati di rispettare la segnaletica e di procedere con prudenza. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : A car broke down in the tunnel. Please observe the warning signs and drive carefully. End of the announcement.</p>
Incident	<p>Attention, message de la police : Un accident s'est produit dans le tunnel, veuillez respecter la signalisation et conduire prudemment. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Im Tunnel hat sich ein Unfall ereignet. Bitte beachten Sie die Signalisierung und fahren Sie vorsichtig. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Un incidente si è verificato nella galleria, siete pregati di rispettare la segnaletica e di procedere con prudenza. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : An accident has occurred in the tunnel. Please observe the warning signs and drive carefully. End of the announcement.</p>
Accident	<p>Attention, message de la police : Un accident s'est produit dans le tunnel. Le trafic est momentanément bloqué. Il n'y a pas de danger. Laissez un couloir central libre pour l'accès des secours, veuillez couper le moteur et rester dans votre véhicule. La police vous donnera d'autres informations ultérieurement par radio ou sur place. En vous remerciant pour votre collaboration. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Im Tunnel hat sich ein Unfall ereignet. Der Verkehr ist momentan blockiert. Es besteht keine Gefahr. Lassen Sie in der Fahrbahnmitte eine Zufahrtsschneise für den Rettungsdienst frei. Schalten Sie den Motor ab und bleiben Sie in Ihrem Fahrzeug. Die Polizei wird Sie demnächst via Radio oder vor Ort weiter informieren. Wir danken Ihnen für die Zusammenarbeit. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Un incidente si è verificato nella galleria. Il traffico è momentaneamente bloccato. Non sussiste alcun pericolo. Siete pregati di lasciare libera la corsia centrale per l'accesso dei soccorsi, di spegnere il motore e di rimanere nel vostro veicolo. La polizia vi fornirà ulteriori informazioni su posto o per onde radio e vi ringrazia per la collaborazione. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : At the moment the tunnel is blocked due to an accident. There is no danger. Please leave a central lane open for emergency services, switch off the engine and remain in your vehicle. The police will inform you later of further developments, either over the radio or on the spot. Thank you for your assistance. End of the announcement.</p>

Tableau 1.1 : Exemples de messages de police

Événement	Message
Incendie	<p>Attention, message de la police : Un véhicule est en feu dans le tunnel. Veuillez vous arrêter, couper le moteur et laisser la clé dans le contact. Quittez immédiatement le véhicule et gagnez l'issue de secours la plus proche signalée en vert et par des flashes. Les secours sont en route. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Im Tunnel ist ein Fahrzeug in Brand. Bitte halten Sie an, stellen Sie den Motor ab und lassen Sie die Zündschlüssel stecken. Verlassen Sie sofort Ihr Fahrzeug und begeben Sie sich zum nächsten Notausgang, der grün und mit Blinklicht signalisiert ist. Der Rettungsdienst ist unterwegs. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Un veicolo è in fiamme nella galleria. Siete pregati di spegnere il motore, lasciando la chiave nel contatto. Abbandonate immediatamente il vostro veicolo e dirigetevi a piedi verso l'uscita di sicurezza più vicina segnalata in verde e da luci lampeggianti. I soccorsi stanno arrivando. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : A vehicle is on fire in the tunnel. Please stop, switch off the engine and leave the ignition key in place. Leave your vehicle immediately and walk out of the tunnel using the nearest emergency exit, which is marked in green and by flashing lights. The emergency services are on their way. End of the announcement.</p>
Accident chimique	<p>Attention, message de la police : Un accident avec des produits dangereux s'est produit dans le tunnel. Veuillez vous arrêter, couper le moteur et laisser la clé dans le contact. Quittez immédiatement le véhicule et gagnez l'issue de secours la plus proche signalée en vert et par des flashes. Les secours sont en route. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Im Tunnel hat sich ein Unfall mit gefährlichen Produkten ereignet. Bitte halten Sie an, stellen Sie den Motor ab und lassen Sie die Zündschlüssel stecken. Verlassen Sie sofort Ihr Fahrzeug und begeben Sie sich zum nächsten Notausgang, der grün und mit Blinklicht signalisiert ist. Der Rettungsdienst ist unterwegs. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : In galleria si segnala un incidente con prodotti chimici pericolosi. Siete pregati di fermarvi, di spegnere il motore e di lasciare la chiave nel contatto. Abbandonate immediatamente il veicolo e dirigetevi a piedi verso l'uscita di sicurezza più vicina segnalata in verde e da luci lampeggianti. I soccorsi stanno arrivando. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : There has been an accident involving hazardous loads in the tunnel. Please stop, switch off the engine and leave the ignition key in place. Leave your vehicle immediately and get out of the tunnel using the nearest emergency exit indicated by green signs and flashing lights. The emergency services are on their way. End of the announcement.</p>
Véhicule à contresens	<p>Attention, message de la police : Un véhicule circule à contre-sens, veuillez-vous rabattre sur la voie de droite et ne dépasser en aucun cas, soyez très vigilant. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Es kommt Ihnen ein Falschfahrer entgegen. Bitte ganz rechts fahren und nicht überholen. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Un veicolo circola a controsenso, vogliate circolare sulla corsia di destra e non sorpassare, siate vigilanti. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : A vehicle is going the wrong way. Keep to the right side and do not overtake. End of the announcement.</p>
Message de trafic rétabli	<p>Attention, message de la police : La situation est revenue à la normale. Roulez prudemment et bonne route. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei : Die Verkehrslage hat sich normalisiert. Bitte fahren Sie vorsichtig. Wir wünschen Ihnen eine gute Fahrt. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : la situazione si è normalizzata. Circolate con prudenza e buon viaggio. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : The situation has got back to normal. Drive carefully and have a good journey. End of the announcement.</p>

Tableau 1.1 : Exemples de messages de police

Événement	Message
Message d'annulation	<p>Attention, message de la police : Veuillez ne pas tenir compte du message précédent. Roulez prudemment et bonne route. Fin du message.</p> <p>Achtung, Durchsage der Polizei: Die soeben ausgestrahlte Meldung gilt nicht mehr. Bitte fahren Sie vorsichtig. Wir wünschen Ihnen eine gute Fahrt. Ende der Durchsage.</p> <p>Attenzione, comunicato della polizia : Vogliate non tenere conto del messaggio precedente. Circolate con prudenza e buon viaggio. Fine del comunicato.</p> <p>Your attention, please – this is a police announcement : Please ignore the previous message. Drive carefully and have a good journey. End of the announcement.</p>
Message de test	<p>Bonjour, ceci est un message de test. Roulez prudemment et bonne route. Fin du message.</p> <p>Guten Tag. Dies ist eine Testdurchsage. Bitte fahren Sie vorsichtig. Wir wünschen Ihnen eine gute Fahrt. Ende der Durchsage.</p> <p>Buongiorno, questo è un messaggio test. Circolate con prudenza e buon viaggio. Fine del comunicato</p> <p>Hello. This is a test announcement. Drive carefully and have a good journey. End of the announcement.</p>

II Régions linguistiques et ensembles DAB+

L'OFROU propose la couverture des tunnels avec les ensembles DAB+ du service public selon le Tableau II.1.

Tableau II.1 : Exemple de couverture des tunnels avec les programmes nationaux

Ensemble DAB+	Suisse alémanique	Suisse romande	Suisse italienne	Canton des Grisons
Ensemble SSR de stations en Suisse germanophone	X			
Ensemble SSR de stations en Suisse francophone		X		
Ensemble SSR de stations en Suisse italophone			X	
Ensemble SSR Grison-Grischun				X

L'OFROU est intéressé par la diffusion d'ensembles supplémentaires pour assurer la couverture des tunnels avec des programmes des radios privées.

Indépendamment de la proposition formulée dans le Tableau II.1, les concessionnaires de radiocommunication décident pour chaque tunnel quels ensembles ils désirent diffuser et sont responsables de l'annoncer au BACOM. Une copie de l'approbation du BACOM doit être transmise à l'OFROU.

Glossaire

Terme	Signification
antenne quart d'onde <i>Viertelwellenantenne</i>	Dispositif permettant de rayonner et de capter les ondes électromagnétiques. Une antenne quart d'onde est constituée d'un élément de longueur égale au quart de la longueur d'onde, perpendiculaire à un plan conducteur.
AOSS <i>BORS</i>	Autorités et organisations chargées du sauvetage et de la sécurité (AOSS)
atténuation de couplage <i>Koppeldämpfung</i>	Paramètre déterminant le découplage de l'énergie du câble rayonnant aux abords immédiats d'une antenne réceptrice. L'atténuation de couplage est influencée par l'ordonnement des ouvertures dans le câble rayonnant et par des interférences et des réflexions aux abords du câble.
câble coaxial <i>Koaxialkabel</i>	Câble bipolaire de construction concentrique. Il est formé du conducteur interne (âme), lui-même entouré, à espacement constant, d'un conducteur à cylindre creux. L'espace intermédiaire consiste en un isolateur ou diélectrique. Le diélectrique peut être formé entièrement ou en partie d'air. Le plus souvent, le conducteur extérieur est protégé de l'extérieur par un manteau isolant, résistant à la corrosion et étanche. Employé pour la transmission de signaux HF.
câble rayonnant <i>Strahlungskabel</i>	Conducteur électrique utilisé comme une antenne horizontale. Câble coaxial avec de petites fentes ou ouvertures dans le conducteur extérieur (manteau), par lesquelles le signal HF peut rayonner ou être capté sur toute la longueur du câble. Le câble rayonnant permet notamment d'assurer la couverture radio de longs espaces confinés (p. ex. tunnels) régulièrement et à peu de frais. La désignation « câble rayonnant » repose sur l'image mentale du ruissellement radial d'une partie de la haute fréquence à partir du câble.
CI <i>ELZ</i>	Centrale d'intervention (CI) <i>Einsatzleitzentrale (ELZ)</i>
concessionnaire de radiocommunication <i>Funkkonzessionär</i>	Entité qui diffuse, par voie hertzienne terrestre ou sur des lignes, un ou plusieurs ensembles DAB+. La loi sur la radio et la télévision [LRTV], [1] établit que les diffuseurs peuvent diffuser eux-mêmes leurs programmes ou confier cette tâche à un fournisseur de services de télécommunication.
DAB+ <i>DAB+</i>	Digital Audio Broadcasting. Système de radiodiffusion en qualité audionumérique défini par le standard ETSI TS 101563. Le système a été conçu pour la réception mobile ou fixe de programmes radio en haute qualité. Un émetteur DAB+ émet un ensemble de programmes radio plutôt qu'un seul programme. Le système se caractérise par la transmission audionumérique utilisant le système de compression du son HE-AAC V2. En Suisse, le DAB+ est actuellement employé dans la bande de fréquences entre 174 MHz et 240 MHz.
dB, dBm <i>dB, dBm</i>	Le niveau de puissance LP (en dB) est défini comme suit : $LP = 10 \log(P/P_0)$. Il s'agit du rapport logarithmique entre une puissance considérée P et une puissance de référence P ₀ (grandeur de référence, référence). Si la grandeur de référence P ₀ = 1 mW, alors le niveau de puissance est indiqué en dBm.
diffuseur <i>Programmveranstalter</i>	« Personne physique ou morale répondant de l'élaboration d'une émission ou de la composition d'un programme à partir d'émissions. » [LRTV] [1]
<i>downlink</i>	Désignation de la liaison de communication de la station de base à la radio mobile.
ensemble <i>Ensemble</i>	Bouquet de programmes radio émis par un émetteur DAB+. Typiquement, un ensemble DAB+ contient 5 à 18 programmes radio.
ETSI <i>ESTI</i>	European Telecommunications Standards Institute
Gain d'antenne <i>Antennengewinn</i>	Le gain d'antenne est le pouvoir d'amplification passif d'une antenne. C'est le rapport entre la puissance rayonnée dans le lobe principal et la puissance rayonnée par une antenne de référence, isotrope ou dipolaire.
HF <i>HF</i>	Haute fréquence (HF) Désigne la bande de fréquences des ondes électromagnétiques de 3 à 30 MHz. <i>High Frequency (HF)</i>
Hz, kHz, MHz <i>Hz, kHz, MHz</i>	Abréviations pour Hertz, Kilohertz, Mégahertz : unités de mesure de la fréquence.
installation DAB+ <i>DAB+ Anlage</i>	Désigne la partie d'un système de radiocommunication dédiée à la rediffusion de fréquences DAB+ dans un tunnel.
intercalation <i>Einsprechung</i>	Désigne l'interruption des programmes radio dans les tunnels pour l'émission de messages de police sur les fréquences des programmes radio. Les messages sont activés par un opérateur de la centrale d'intervention (opérateur CI).

Terme	Signification
intermodulation <i>Intermodulation</i>	Intermodulation (IM) désigne, en technique de télécommunication, la production de composants spectraux indésirables par des fonctions de transmission non linéaires d'éléments de circuit, lorsqu'au moins deux fréquences différentes sont traitées.
local technique tunnel <i>Zentrale Tunnel</i>	AKS-CH : type d'emplacement de niveau 3 « ouvrage ».
mât radio <i>Funkmast</i>	Support des antennes DAB+, Polycom, etc.
message préenregistré <i>vorkonfektionierte Durchsage</i>	Message de police fixe, sauvegardé par l'installation DAB+. Normalement les messages préenregistrés contiennent le même message en plusieurs langues.
OFCOM <i>BAKOM</i>	Office fédéral de la communication (OFCOM)
opérateur CI <i>Operateur ELZ</i>	Opérateur de la centrale d'intervention (opérateur CI)
Polycom <i>Polycom</i>	Réseau radio des services d'intervention suisses. Il est réservé exclusivement à leurs besoins de communication. La technique du système repose sur la norme TETRAPOL.
probabilité de lieu <i>Ortswahrscheinlichkeit</i>	La probabilité de lieu sert à indiquer en pourcent à combien de points de mesurage le signal recherché est « disponible » sur un tronçon déterminé. Exemple : lorsque le niveau de réception minimal doit être de -87 dBm avec une probabilité de lieu de 95 %, cela signifie que le niveau du signal de réception doit être supérieur à -87 dBm sur au moins 95 % du tronçon considéré.
programme radio <i>Radioprogramm</i>	Une série d'émissions offertes au public en général selon la Loi fédérale sur la radio et la télévision.
rapport de protection <i>Schutzabstand</i>	Indique le rapport minimal acceptable entre la puissance du signal utile et les signaux interférents.
station de tête <i>Kopfstation</i>	Sous-système d'une installation pour la rediffusion d'un service radio dans les tunnels. La station de tête reçoit les signaux radio downlink depuis la cellule radio à ciel ouvert et les transmet aux stations tunnel asservies. En cas de communications bidirectionnelles, les signaux radio uplink des stations tunnel convergent à la station de tête pour être retransmis à la cellule radio à ciel ouvert.
station tunnel <i>Tunnelstation</i>	Sous-système d'une installation pour la rediffusion d'un service radio dans les tunnels. La station tunnel reçoit les signaux radio downlink depuis la station de tête et les émet en tunnel. En cas de communications bidirectionnelles, la station tunnel reçoit les signaux radio uplink en tunnel et les transmet à la station de tête.
TMC <i>TMC</i>	Canal de messages d'informations routières (TMC) Standard européen pour diffuser des informations de circulation aux automobilistes. <i>Traffic Message Channel (TMC)</i>
TPEG <i>TPEG</i>	Famille de protocoles mis au point par l'Union européenne de radio-télévision (UER), pour l'information liée au trafic routier européen. Les données TPEG peuvent être transmises via la radio numérique DAB+. <i>Transport Protocol Experts Group (TPEG)</i>
uplink	Liaison de communication de la radio mobile à la station de base.
UT	Unité territoriale

Bibliographie

Lois fédérales

- [1] Confédération suisse (2006), « **Loi fédérale du 24 mars 2006 sur la radio et la télévision (LRTV)** », RS 784.40, www.admin.ch.
-

Ordonnances

- [2] Confédération suisse (2007), « **Ordonnance du 9 mars 2007 sur la radio et la télévision (ORTV)** », RS 784.401, www.admin.ch.
- [3] Confédération suisse (2007), « **Ordonnance du DETEC du 5 octobre 2007 sur la radio et la télévision** », RS 784.401.11, www.admin.ch.
-

Normes

- [4] Société suisse des ingénieurs et architectes SIA (2004), « **Projets de tunnels - Tunnels routiers** », norme SIA 197/2.
- [5] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2005), « **Télématique routière - Normalisation de l'information trafic** », SN 671921.
- [6] European Telecommunications Standards Institute ETSI (2012), « **Digital Audio Broadcasting (DAB) ; Guide to DAB standards ; Guidelines and Bibliography** », ETSI TR 101495.
- [7] European Telecommunications Standards Institute ETSI (1995), « **Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers** », ETSI EN 300401.
- [8] European Telecommunications Standards Institute ETSI (2010), « **Digital Audio Broadcasting (DAB); Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio** », ETSI TS 102563.
-

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2025	5.10	29.01.2025	Modifications chapitres 1.1, 2.3, 3.3.3, 6.2 et 7.3. Suppression chapitres 2.4 et 6 (OUC). Suppression Annexe III (OUC).
2018	5.02	01.05.2021	Chapitre 3.3.4 complété. Chapitre 5.1 complété. Annexe I : Textes français corrigés. Glossaire français complété.
2018	5.01	30.09.2019	Précisions dans le chapitre 2.1 et 2.5 (Téléphonie mobile (OFROU))
2018	5.00	15.05.2018	Entrée en vigueur de l'édition 2018 (version originale en français). Les 2 parties publiées séparément : <ul style="list-style-type: none"> « DAB + » (2014 V4.02) « Ondes ultracourtes » (2014 V4.02) ont été mises à jour et fusionnées dans ce document.

ASTRA 13006 Système de radiocommunication dans les tunnels routiers - Partie 3 : DAB +

Édition	Version	Date	Modifications
2014	4.02	25.11.2016	Modifications formelles : <ul style="list-style-type: none"> adaptation du glossaire adaptation des messages Police corrections mineures aux textes.
2014	4.01	30.01.2016	Modifications formelles : <ul style="list-style-type: none"> Fig 4.1 : 75 Ohm → 600 Ohm
2014	4.00	01.09.2014	Entrée en vigueur de l'édition 2014 (version originale en français).
2007	3.02	24.02.2010	Modifications formelles.
2007	3.01	31.07.2007	Modifications formelles.
2007	3.00	01.05.2007	Entrée en vigueur de l'édition 2007. Requête de l'OFCOM (§5.3) ; version approuvée.
2005	2.00	22.08.2005	Projet. Modèle de financement et d'exploitation.
2003	1.00	01.10.2003	Projet. Document de travail.

ASTRA 13006 Système de radiocommunication dans les tunnels routiers - Partie 4 : Ondes ultra-courtes (OUC)

Édition	Version	Date	Modifications
2014	4.02	30.01.2016	Publication des versions allemande et italienne. Modifications formelles.
2014	4.01	27.11.2014	Modifications formelles.
2014	4.00	01.07.2014	Entrée en vigueur de l'édition 2014 (version originale en français).
2007	3.02	24.02.2010	Modifications formelles.
2007	3.01	31.07.2007	Modifications formelles.
2007	3.00	01.05.2007	Entrée en vigueur de l'édition 2007. Requête de l'OFCOM (§5.3) ; version approuvée.
2005	2.00	22.08.2005	Projet. Modèle de financement et d'exploitation.
2003	1.00	01.10.2003	Projet. Document de travail.

