



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère d'État

Réseau national intégré
de radiocommunication

Mémento concernant la couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments

Ministère d'État

Service des Médias, des Communications et du numérique

Réseau national intégré de radiocommunication

50, rue du Château

L-6961 Senningen

Version : 2.1

Date : 18/02/2021

Historique

Version	Date	Description
1.0	26.02.2018	1 ^{ère} version publiée (GS 3.15)
2.0	17.10.2019	Révision majeure N° 01 - Améliorations textuelles, raffinements au niveau de la description de la procédure, des mesures et de la recette (GS2 1.92)
2.01	16.03.2020	Révision mineure N° 01 -
2.02	15/10/2020	Modification Interface optique
2.1	03/02/2021	Version publiée

Contenu

1	Introduction	6
2	Spécifications légales	8
2.1	Obligations légales	8
2.2	Droit d'utilisation du spectre radioélectrique.....	8
2.3	Droit d'utilisation de l'installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment	9
2.4	Coûts et responsabilités.....	9
3	Modes opérationnels et variantes techniques	10
3.1	Mode opérationnel TMO	10
3.1.1	Le système antenneaire	10
3.1.2	L'interfaçage.....	11
3.1.3	L'interconnexion au réseau RENITA.....	11
3.2	Mode opérationnel DMO.....	17
3.2.1	Le système antenneaire	18
3.3	Mode combiné TMO/DMO	19
4	Catégorisation des bâtiments	20
5	Procédure.....	22
5.1	Etablissement de la catégorie de couverture	23
5.2	Mesures préliminaires	23
5.2.1	Catégorie Solution-externe	23
5.2.2	Catégorie DMO-interne	23
5.2.3	Catégorie TMO-interne	24
5.3	Demande d'autorisation	26
5.4	Conception et installation.....	27
5.5	Demande de mise en service / Recette	27
5.6	Notification de mise en service.....	29
6	Objectifs de couverture radioélectrique.....	30
6.1	Niveau du signal radioélectrique	30
6.2	Rapport signal répété / signaux extérieurs.....	30
6.3	Rapport signal/bruit.....	30
7	Spécification générales	32
7.1	Standards TETRA	32
7.2	Impédance, VSWR.....	32

7.3	Absence d'intermodulation	32
7.4	Protection contre la surtension	32
7.5	Câbles.....	32
7.6	Sécurité	32
7.7	Alimentation électrique	33
7.8	Conditions relatives à l'emplacement	33
7.9	Absence d'impact sur le réseau terrestre existant	33
8	Spécifications de l'installation radioélectrique « DMO-interne »	33
8.1	Fréquences.....	33
8.2	Surveillance, supervision, contrôle à distance.....	34
8.3	Répétiteurs DMO	34
9	Spécifications de l'installation radioélectrique « TMO-interne »	34
9.1	Fréquences.....	34
9.2	Surveillance continue et contrôle à distance.....	34
9.3	Points de mesure	35
9.4	Standards	35
9.5	Ajustement du gain.....	35
9.6	Capacité.....	35
9.7	Délais de propagation	36
9.8	Transparence	36
9.9	Spécifications techniques dédiées.....	36
9.9.1	TMO-I1[RF-EXIST] et TMO-I5[RF-DED] - Interconnexion radioélectrique.....	36
9.9.2	TMO-I2[OPT-EXIST] et TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion optique.....	38
9.9.3	TMO-I4[OFFAIR-EXIST] Interconnexion radio	39
9.9.4	TMO-I3[DIG-EXIST] et TMO-I7[DIG-DED] - Interconnexion numérique.....	Error! Bookmark not defined.
10	Système antenne	42
10.1	Structure du système antenne	42
10.2	Supervision du système antenne en mode TMO.....	42
11	Opération	43
11.1	Mise en service et asservissement.....	43
11.1.1	Installation répétitrice DMO	43
11.1.2	Installation répétitrice TMO.....	43
11.2	Entretien	43

11.3	Modification de l'infrastructure	44
11.4	Communication, responsable	44
11.5	Gestion d'incidents et de problèmes	45
11.6	Indisponibilité	45
11.7	Mise hors service d'urgence	45
11.8	Support technique	45
11.9	Droit d'audit	46
11.10	Responsabilité	46
11.11	Tableau de surveillance et de commande local.....	46
12	RENITA Urban Inhouse Concept	49
13	Mesures.....	51
13.1	Exécutants.....	51
13.2	Appareils de mesure	51
13.3	Documentation	51
13.4	Mesure de la couverture.....	51
13.5	Mesure d'isolation	53
13.6	Mesure panoramique	54
13.7	Mesure de la voie descendante	55
14	Design RF.....	56
15	Recette	58
16	Glossaire, abréviations et acronymes.....	59
17	Annexes.....	62

1 Introduction

Au cours de l'année 2015, les services de sécurité et de secours du Grand-Duché du Luxembourg ont migré vers un nouveau réseau de radiocommunication numérique dénommé *Réseau National Intégré de Radiocommunication* (RENITA). Ce réseau qui remplace intégralement les différents réseaux analogiques employés jusque-là par les services de sécurité et de secours nationaux et communaux est basé sur la technologie TETRA. Il permet aux services concernés de communiquer de façon fiable sur tout le territoire du Grand-Duché.

Dans le souci de garantir la bonne exécution des missions des services de sécurité et de secours du Grand-Duché du Luxembourg, certaines conditions et exigences techniques au niveau de la couverture terrestre du réseau de radiocommunication ont été élaborées et mises en pratique lors du déploiement du réseau RENITA. Le présent document est axé sur les aspects techniques et opérationnels à observer lors de la mise en place d'une couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments (en allemand : Objektversorgung, Objektfunkversorgung ou en anglais : inhouse coverage) dans le but de garantir la continuité des communications à l'intérieur de ces bâtiments et ainsi assurer la sécurité des occupants des bâtiments et des équipes d'intervention.

En raison de certains effets physiques, les signaux radioélectriques ne se propagent que difficilement à travers les matériaux utilisés pour la construction de bâtiments. En conséquence le niveau des signaux du réseau RENITA terrestre à l'intérieur des bâtiments est en général bien inférieur à celui disponible à l'extérieur. Lorsque le niveau du signal radioélectrique tombe en-dessous du seuil minimal de réception, la connexion au réseau de radiocommunication ne peut plus être garantie. Pour maintenir ou rétablir la communication, il faut alors recourir à une installation technique qui couvrant l'intérieur du bâtiment.

Cette solution technique varie d'un bâtiment à l'autre. Elle dépend de beaucoup de facteurs tels que la taille, la forme et la structure du bâtiment, le milieu où le bâtiment est situé, son emplacement et son orientation géographique ou encore la distance entre le bâtiment et la prochaine station de base du réseau RENITA. Elle dépend aussi des besoins opérationnels des services utilisateurs de RENITA qui doivent intervenir dans le bâtiment concerné.

Comme l'introduction d'éléments rayonnants supplémentaires au niveau du réseau RENITA risque d'occasionner des nuisances sur le réseau terrestre existant, le respect des exigences détaillées dans le présent document est essentiel lors de la conception et de la réalisation d'une installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment.

Ce guide s'adresse à toutes les personnes et organisations impliquées dans la conception et la mise en œuvre d'installations de couverture radioélectrique RENITA à l'intérieur de bâtiments ainsi qu'aux bureaux d'experts, aux propriétaires et exploitants de bâtiments concernés par de telles mesures.

Le but de ce guide est de faciliter la conception d'installations de couverture à l'intérieur de bâtiments, d'assurer que celles-ci correspondent au niveau de qualité exigé par les services de sécurité et de

secours luxembourgeois ainsi qu'aux critères de qualité visant à limiter les répercussions négatives sur le réseau de radiocommunication terrestre tout au long de leur cycle de vie opérationnel.

Le présent document est régulièrement mis à jour pour tenir compte de l'évolution des aspects techniques, opérationnels, légaux et réglementaires. Les mises à jour sont publiées sur le site internet du Service RENITA¹.

¹ URL: <https://renita.public.lu>

2 Spécifications légales

2.1 Obligations légales

Le besoin de mettre en service une installation technique visant à équiper l'intérieur d'un bâtiment d'une couverture RENITA peut découler a) de la volonté du propriétaire ou de l'exploitant d'un bâtiment de vouloir garantir la sécurité des occupants de l'immeuble, b) de demandes formelles émises par des organisations utilisatrices de RENITA ou c) d'obligations légales telles que les obligations de prévention d'incendie imposées par l'Inspection du Travail et des Mines² ou bien encore d) d'éventuelles conditions fixées par une autorisation à bâtir.

Ainsi, les prescriptions de prévention incendie de l'ITM actuellement en vigueur³ exigent parmi les moyens de secours et d'intervention que

« 15.8.2 Tous les établissements, en accord avec les pompiers, doivent permettre la transmission des fréquences radio dans l'ensemble des locaux et des circulations y compris l'ensemble des sous-sols. Si cela n'était pas le cas, un système d'amplification doit être installé dans l'ensemble des zones posant problème à cette communication interne »

Ces prescriptions (conditions types) s'appliquent à tous les immeubles faisant partie des Établissements Classés.

Les autorisations à bâtir accordées par les communes peuvent également contenir des obligations relatives à la prévention d'incendie concernant les exigences de radiocommunication des services de sécurité et de secours.

2.2 Droit d'utilisation du spectre radioélectrique

En vertu de la loi modifiée du 30 mai 2005 portant organisation de la gestion des ondes radioélectriques, la gestion et l'utilisation d'ondes radioélectriques sont réservées à l'État. La même loi dispose que l'utilisation d'ondes radioélectriques peut être concédée à des tiers.

En ce qui concerne le spectre attribué aux systèmes mobiles des services de sécurité et de secours (qui est actuellement utilisé exclusivement par le réseau de radiocommunication national intégré (RENITA)), le droit d'utilisation a été octroyé au ministre ayant le réseau national intégré de radiocommunication dans ses attributions (ci-après : le Ministre). Celui-ci est donc titulaire de la licence et gère l'utilisation du spectre concerné dans le cadre de la licence qui lui a été octroyée.

Les installations actives destinées à assurer une couverture radioélectrique du réseau RENITA à l'intérieur de bâtiments constituent des émetteurs produisant des ondes radioélectriques et sont ainsi soumis à la même législation et sont de ce fait couverts par la licence octroyée au Ministre.

Par conséquent, la mise en place d'une quelconque installation active doit se faire en étroite coopération avec le titulaire de la licence, sachant que l'accord de ce dernier est indispensable pour la mise en service. Dans le cadre de cette autorisation, le titulaire de la licence peut associer à son

² Cf. Loi du 10 juin 1999 relative aux établissements classés

³ Dispositions générales des prescriptions de prévention d'incendie pour bâtiments bas (ITM-SST 1501), moyens (ITM-SST 1502) et hauts (ITM-SST 1503)

accord des obligations techniques lui permettant de garantir l'usage correct du spectre et le bon fonctionnement du réseau RENITA. Ces obligations peuvent comporter notamment certains paramètres de base comme le type d'interconnexion des éléments actifs avec le réseau RENITA, les bandes passantes autorisées ou les fréquences exactes à utiliser.

2.3 Droit d'utilisation de l'installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment

L'utilisation d'une couverture réalisée à l'intérieur d'un bâtiment reste dédiée aux usagers du réseau national intégré de radiocommunication (RENITA).

Ceci ne s'oppose pas à l'utilisation conjointe d'installations antennaires ou installations de distribution par d'autres opérateurs de communication.

2.4 Coûts et responsabilités

Dans tous les cas, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment doit prendre en charge les coûts pour la conception, l'acquisition, l'installation, l'adaptation, la mise en service, l'interconnexion, l'opération et la maintenance des installations de couverture à l'intérieur du bâtiment.

Il est toutefois libre de choisir le fournisseur et la solution technique permettant de réaliser la couverture à l'intérieur du bâtiment dans le cadre des obligations qui lui sont imposées, ainsi que de désigner un bureau d'études et un intégrateur de son choix.

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, est responsable pour la conception, la mise en place et l'opération de l'installation conformément aux normes et législations en vigueur.

Il est également responsable de la bonne opération de l'installation de couverture et doit veiller à ce que celle-ci ne produise aucune interférence ou brouillage préjudiciable avec le réseau RENITA existant.

3 Modes opérationnels et variantes techniques

Avant d'aborder les procédures et les spécifications techniques et opérationnelles, le chapitre suivant tente de présenter les modes opérationnels TETRA employés dans le réseau RENITA ainsi que les méthodes d'interconnexion possibles.

D'un point de vue technique, la technologie TETRA comporte deux modes distincts :

- TMO - Trunked mode operation et
- DMO - Direct mode operation

Ces deux modes opérationnels fondamentaux ont été standardisés par l'ETSI et sont utilisés activement dans le réseau RENITA.

Le choix du mode opérationnel à déployer dans un bâtiment dépend essentiellement des besoins opérationnels et tactiques des utilisateurs concernés. Il est donc indispensable de se concerter avec les autorités compétentes (usufruitiers requérants - tels que les responsables des services de secours, les autorités communales ou autres usufruitiers concernés) avant de commencer la conception d'une installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment.

3.1 Mode opérationnel TMO

Le mode opérationnel TMO est le mode opérationnel fondamental de la technologie TETRA. Il s'agit d'ailleurs du mode opérationnel le plus utilisé dans le réseau RENITA.

En TMO, la communication entre terminaux est réalisée moyennant un réseau cellulaire constitué de stations de base et un noyau central qui gère la commutation des appels. Le mode TMO permet donc la communication entre tous les terminaux connectés au réseau, indépendamment de leur position géographique et permet d'utiliser tous les services de la technologie TETRA.

Lorsqu'il résulte de la concertation avec les usufruitiers et de la procédure de catégorisation des bâtiments concernés que le bâtiment est assigné à la catégorie du type « TMO-externe », il est nécessaire d'étendre les signaux du réseau terrestre TMO vers l'intérieur du bâtiment à couvrir.

Il faut donc mettre en place une installation de couverture à l'intérieur du bâtiment concerné et relier cette installation au réseau RENITA afin que les deux systèmes puissent interagir. La structure schématique d'une telle installation est toujours similaire :

D'une part elle est constituée d'un **système antenne distribué** (en anglais : DAS - distributed antenna system) déployé à l'intérieur du bâtiment de façon à couvrir toutes les pièces concernées avec le signal RENITA.

D'autre part, cette infrastructure antenne est connectée au réseau de radiocommunication RENITA par une **infrastructure d'interfaçage** et par une **interconnexion** à une station de base RENITA qui envoie et reçoit les signaux radioélectriques.

3.1.1 Le système antenne

Dans la plupart des cas, le système antenne est un système distribué constitué de plusieurs antennes alimentées en parallèle.

La distribution est réalisée au niveau radioélectrique moyennant des diviseurs de puissance radioélectrique. Une telle installation est purement passive, elle ne contient en règle générale pas d'éléments actifs (amplificateurs, convertisseurs, ...).

Les schémas détaillés, intégrés au chapitre 3.1.3 – L'interconnexion au réseau RENITA, présentent les différentes manières de réaliser le système antenne. Cependant, les exemples montrés ne sont pas exhaustifs – la structure et l'envergure du système antenne dépend fortement de la taille et de la structure du ou des bâtiments à couvrir en mode TMO.

3.1.2 L'interfaçage

L'interfaçage est étroitement lié au système antenne et se trouve généralement dans le même bâtiment que le système antenne. L'interfaçage fait la jonction entre ce système antenne et les signaux du réseau RENITA aux limites du bâtiment concerné.

Dans la plupart des cas, il est nécessaire d'amplifier et de filtrer ces signaux avant de les injecter dans le système antenne. Ce type d'interfaçage comprend donc une installation d'amplification bidirectionnelle appelée « répéteur » (repeater).

Il se peut aussi qu'une conversion des signaux radioélectriques vers des signaux optiques (et inversement) doit être réalisée pour distribuer et transporter ces signaux sans pertes significatives. Ces convertisseurs peuvent être intégrés dans les répéteurs décrits ci-dessus et font également partie du système d'interfaçage.

3.1.3 L'interconnexion au réseau RENITA

Finalement, l'interconnexion fait le lien entre l'interface technique du côté du réseau RENITA et l'infrastructure d'interfaçage du bâtiment à couvrir.

La méthode d'interconnexion à appliquer pour chaque installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment ne peut pas être déterminée par le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné. Elle dépend de plusieurs facteurs dont l'endroit géographique du bâtiment et la taille de l'installation prévue.

La méthode d'interconnexion est déterminée par le service compétent du Ministre titulaire de la licence en évaluant les risques liés à l'impact négatif que cette méthode peut avoir sur le bon fonctionnement du réseau de radiocommunication RENITA.

Alors que les installations situées dans des régions urbaines plus ou moins denses, dans et autour de la Ville de Luxembourg et d'Esch-sur-Alzette, voir chapitre 12 sont interconnectées moyennant des connexions optiques pour éviter toute perturbation du réseau terrestre, les installations solitaires dans des régions rurales sont interconnectées par l'interface radio (en allemand : Luftschnittstelle, ou en anglais : air interface, radio interface).

L'interconnexion au réseau RENITA peut donc être réalisée par différentes méthodes techniques, lesquelles sont décrites dans les sections qui suivent.

3.1.3.1 Interconnexion à une station de base dédiée au bâtiment concerné - TMO-I0[BS]

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base dédiée au bâtiment à couvrir et installée spécifiquement à cette fin au niveau de ce bâtiment.

Cette installation est techniquement exigeante et très coûteuse et ne peut être réalisée que par le fournisseur et opérateur du réseau RENITA. Elle est donc réservée au mandataire du réseau et ne peut pas être demandée ou commandée par le propriétaire l'exploitant d'un bâtiment.

Au cas où une telle solution s'impose du fait que les autres solutions ne répondent pas au besoin des usagers, le service compétent du Ministère doit être contacté.

En raison des spécificités détaillées ci-dessus, cette méthode n'est pas traitée dans le présent document.

3.1.3.2 Interconnexion à une station de base existante

Le système antenne du système de couverture à l'intérieur d'un bâtiment est alimenté dans ce cas de figure à partir d'une station de base RENITA existante se trouvant à proximité immédiate. Cette station de base fait partie intégrante de l'infrastructure du réseau de radiocommunication RENITA et sa fonction principale est d'assurer la couverture terrestre autour de la station de base.

A cette fin, une petite partie de l'énergie radioélectrique injectée par la station de base dans l'antenne d'émission est extraite par un système de découplage et acheminée par les interconnexions décrites ci-dessous vers le bâtiment à couvrir (voie descendante). De la même façon, les signaux de la voie montante de l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment sont remontés vers la station de base et couplés ensemble avec les signaux reçus par l'antenne réceptrice de la station de base concernée. Pour ce faire, l'Opérateur du réseau RENITA doit installer un système de couplage et de découplage RF spécifique auprès de la station de base.

Les frais engagés pour la conception, la livraison et l'installation du système de couplage/découplage ainsi que les frais éventuels liés à la maintenance et à la surveillance de ces éléments seront facturés au propriétaire ou à l'exploitant de l'installation de couverture par l'Opérateur du réseau RENITA.

Les différentes méthodes techniques d'interconnexion radioélectriques sont décrites ci-dessous :

3.1.3.2.1 TMO-I1[RF-EXIST] - Interconnexion radioélectrique à une station de base terrestre existante

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base RENITA terrestre (existante) se trouvant à proximité immédiate, l'interconnexion étant réalisée directement au niveau radioélectrique par câble coaxial.

En raison des grandes pertes constatées sur les liaisons coaxiales, cette méthode n'est possible que si la station de base se trouve déjà dans le bâtiment concerné, respectivement si elle est très proche du bâtiment concerné (exemple : immeuble adjacent).

Selon le niveau du signal radioélectrique sur l'interface RENITA-RF, celui-ci peut éventuellement suffire pour couvrir des bâtiments de petite taille sans éléments actifs supplémentaires:

Mémento concernant la couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments

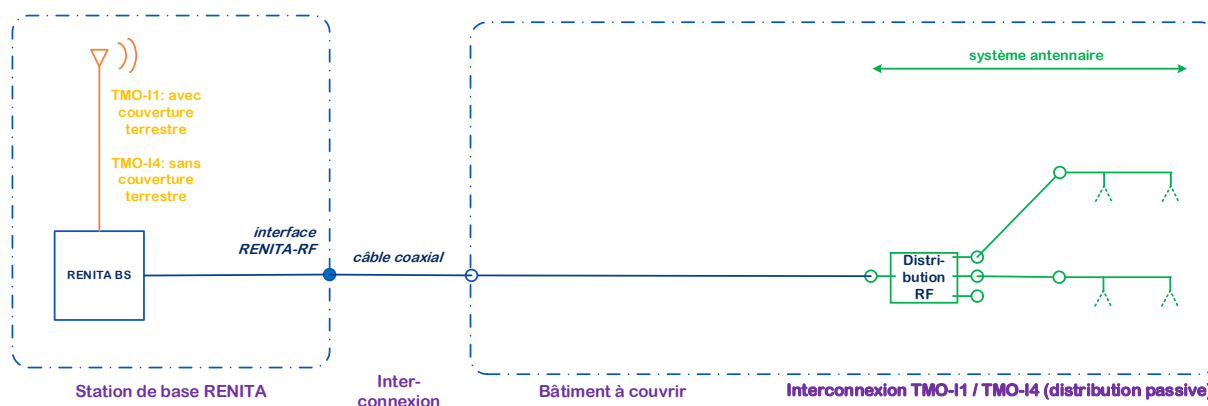


Figure 1 - TMO-I1[RF-EXIST] - Interconnexion radioélectrique à une station de base terrestre existante - exemple d'une distribution passive

Pour des bâtiments plus grands, il se peut que le niveau du signal radioélectrique sur l'interface RENITA-RF ne soit pas suffisamment élevé et des méthodes d'interfaçage actif doivent être envisagées.

Celles-ci peuvent être purement radioélectriques employant des répéteurs (amplificateurs) RF actifs:

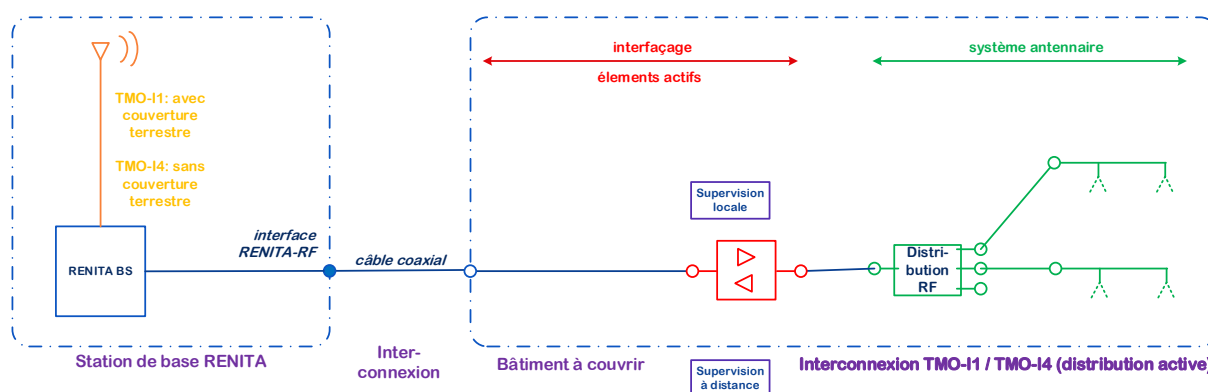


Figure 2 - TMO-I1[RF-EXIST] - Interconnexion radioélectrique à une station de base terrestre existante - exemple d'une distribution active

Eventuellement, une distribution optique au sein du ou des bâtiments concernés est préférable ou nécessaire :

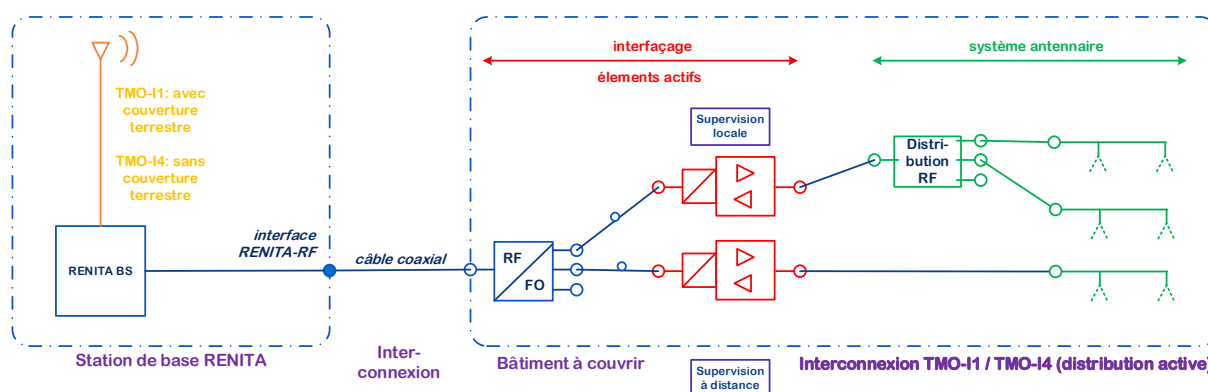


Figure 3 - TMO-I1[RF-EXIST] - Interconnexion radioélectrique à une station de base terrestre existante - exemple d'une distribution optique active avec plusieurs répéteurs optiques

La méthode d'interconnexion radioélectrique englobe un interfaçage contrôlé et permet de couvrir le bâtiment entier à partir d'une seule station de base.

Toutefois, considérant qu'une mauvaise configuration peut influencer le bon fonctionnement de la station de base terrestre existante, il faut bien veiller à respecter les exigences quant au délai de propagation et quant au niveau de bruit admissible, et prendre en compte la situation de couverture générale ainsi que la situation de « best server » à l'endroit du bâtiment lors de la conception.

Sachant que la connexion à une station de base terrestre (existante) comporte certains risques d'interférence avec le réseau RENITA terrestre, une interconnexion à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments est préférable à l'interconnexion à une station de base existante. La connexion à une station de base terrestre existante sera uniquement proposée lorsque la connexion à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur d'un bâtiment n'est pas possible ou trop complexe à réaliser.

3.1.3.2.2 TMO-I4[OFFAIR-EXIST] - Interconnexion par interface radio à une station de base terrestre existante

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base RENITA terrestre (existante) se trouvant à proximité, l'interconnexion étant réalisée au niveau de l'interface radio : les signaux d'une ou de plusieurs stations de base sont captés par une ou deux antennes donneuses à l'endroit du bâtiment à couvrir, puis injectés par un système d'interfaçage ou d'amplification dans le système antenne (chemin inverse pour la voie montante).

Les méthodes d'interfaçage usuelles sont identiques à celles présentées pour l'interconnexion radioélectrique (cf. chapitre 3.1.3.2.1).

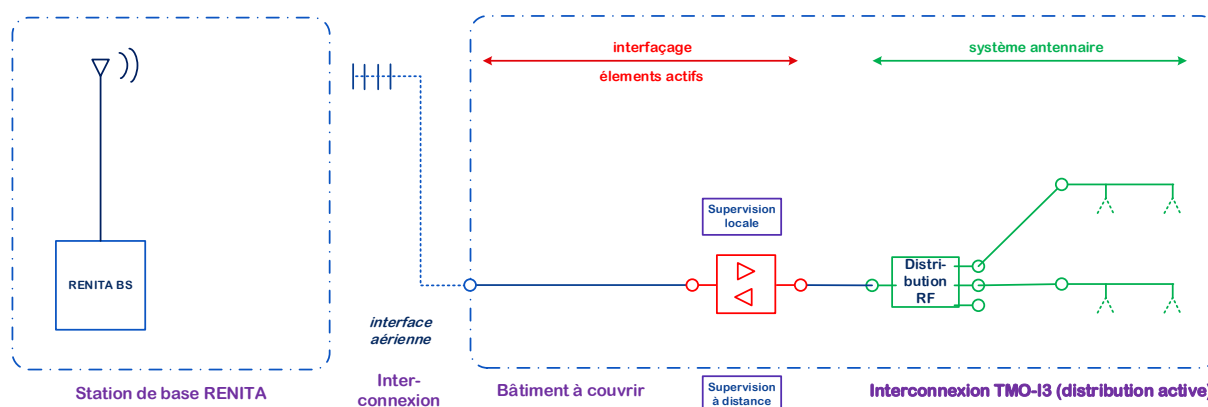


Figure 4 - TMO-I4[OFFAIR-EXIST] - Interconnexion par interface radio à une station de base terrestre existante – exemple d'une distribution active

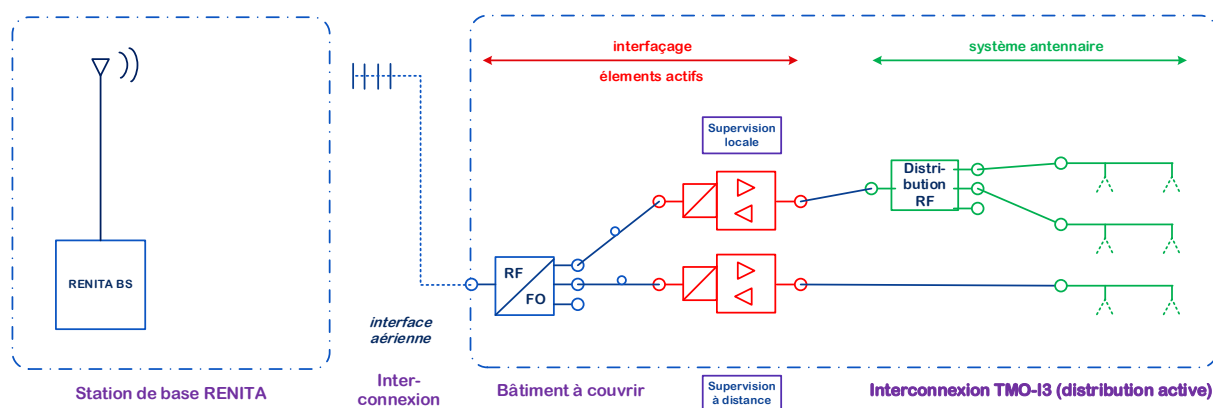


Figure 5 - TMO-I4[OFFAIR-EXIST] - Interconnexion par interface radio à une station de base terrestre existante – exemple d'une distribution optique active avec plusieurs répéteurs optiques

L'interconnexion par interface radio comporte de grands risques en termes de création de nuisances considérables sur le réseau terrestre existant et n'est autorisée que si les autres méthodes ne sont pas applicables, et à condition de prendre des précautions spécifiques.

Elle ne peut être employée que lorsque les signaux captés par l'antenne donneuse (antenne pick-up) présentent un niveau suffisant et de bonne qualité. Un ajustement judicieux des niveaux d'amplification sur les voies montantes et descendantes est nécessaire afin d'éviter des oscillations ou autres manifestations d'interférence. Au cas où le bâtiment à couvrir se trouve dans la couverture « best-server » d'une station de base RENITA, les délais inhérents du système répéteur et rayonnant doivent être pris en compte. Eventuellement, une autre station de base doit être visée par l'antenne donneuse.

L'utilisation de « l'interface radio » est aussi déconseillé en raison de l'apport en bruit sur la voie montante vers la station de base respectivement vers le réseau entier à proximité. Cet apport en bruit réduit le seuil de réception de la station de base et peut impacter la réception correcte des terminaux affiliés à cette station de base.

Comme la connexion radio à une station de base terrestre (existante) comporte beaucoup de risques d'interférence avec le réseau RENITA terrestre, cette méthode d'interconnexion n'est proposée que si l'interconnexion radioélectrique, optique ou numérique à une station de base terrestre (existante) ou à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur d'un bâtiment n'est pas possible ou trop complexe à réaliser.

Au fur et à mesure de l'évolution du réseau de stations de base terrestres ou dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments, une réévaluation périodique des autorisations accordées pour des interconnexions par l'interface radio sera effectuée par le service compétent.

3.1.3.3 Interconnexion à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base RENITA dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments. Ces stations de base sont mises à disposition par le Ministère et sont opérées et maintenues par l'Opérateur du réseau RENITA. Des points d'interfaçage définis sont mis à disposition aux emplacements de ces stations de base. Ces emplacements sont choisis de façon stratégique afin de permettre un interfaçage facile avec des réseaux de communication numériques.

Actuellement, le Ministère prévoit de déployer des stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments au sein des agglomérations de la ville Luxembourg et d'Esch-sur-Alzette. Le nombre de stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments et leur emplacement évolueront selon les besoins enregistrés.

3.1.3.3.1 TMO-I5[RF-DED] - Interconnexion radioélectrique à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base RENITA dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments se trouvant à proximité immédiate, l'interconnexion étant réalisée au niveau radioélectrique par câble coaxial.

En raison des grandes pertes constatées sur les liaisons coaxiales, cette méthode n'est possible que si la station de base se trouve déjà dans le bâtiment concerné, respectivement si elle est très proche du bâtiment concerné (exemple : immeuble adjacent).

Techniquement, l'interconnexion à une station de base RENITA dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments est identique à l'interconnexion à une station de base terrestre (existante) (cf. chapitre 3.1.3.2.1).

En raison des avantages liés à la réduction du risque d'interférences, l'interconnexion à des stations de base RENITA dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments constitue la méthode privilégiée pour réaliser des couvertures « inhouse » lorsque les circonstances techniques le permettent.

3.1.3.3.2 TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion optique à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments

Le système antenne est alimenté à partir d'une station de base RENITA dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments et se trouvant à proximité, l'interconnexion étant réalisée par fibres optiques. A cette fin, des convertisseurs RF-fibre sont installés auprès du système de couplage/découplage de la station de base existante. Le signal radioélectrique découplé de l'antenne d'émission/de réception est converti en un signal optique et est disponible sur l'interface RENITA-OPT

Le signal optique peut être transporté sur de grandes distances moyennant des fibres optiques monomode avant d'alimenter le système d'interfaçage optique-radioélectrique actif. Le signal RF sortant est alors injecté dans le système antenne (chemin inverse pour la voie montante).

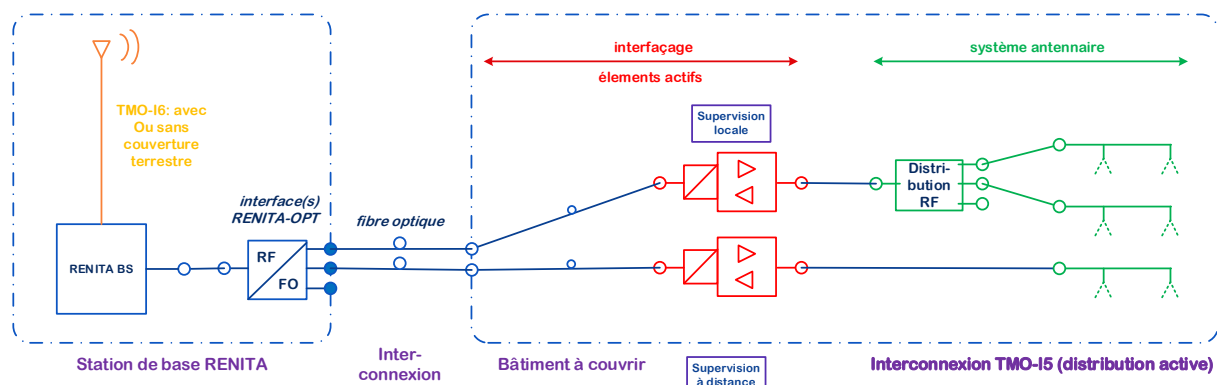


Figure 6 - TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion optique à une station de base terrestre existante – exemple d'une distribution optique active avec plusieurs répéteurs optiques

Les stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments sont mises à disposition par le Ministère et sont opérées et maintenues par l'Opérateur du réseau RENITA. Des points d'interfaçage définis sont mis à disposition à proximité des emplacements de ces stations de base. Ces emplacements sont choisis de façon stratégique afin de permettre un interfaçage facile avec des réseaux de communication numériques. Les convertisseurs RF-fibre (répéteurs) sont également opérés et maintenus par l'Opérateur du réseau RENITA pour réduire le risque d'interférence sur le système et pour garantir le bon fonctionnement d'ensemble des convertisseurs.

En raison des avantages liés à la réduction du risque d'interférences, l'interconnexion à des stations de base RENITA dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments est la méthode privilégiée pour réaliser des couvertures « inhouse » lorsque les circonstances techniques le permettent ou si le bâtiment se trouve dans une zone du RENITA Urban Inhouse Concept.

La nouvelle génération des équipements digitaux permettra de bénéficier des avantages indéniables de la technologie CPRI: souplesse quant au médium d'interconnexion, connexion en cascade de plusieurs unités à distance, redondance par alimentation à partir de deux stations de base ou par formation de boucles, intégration d'un flux de communication in-band utilisable pour le contrôle à distance ou pour d'autres applications futures IP.

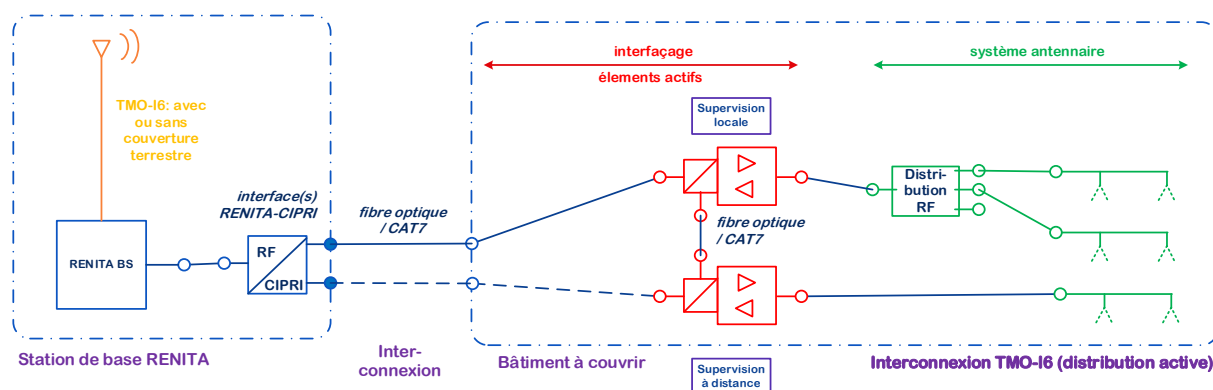


Figure 7 – TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion numérique à une station de base existante – exemple d'une distribution active avec plusieurs répéteurs numériques

3.2 Mode opérationnel DMO

En mode direct DMO, la communication est établie entre terminaux RENITA sans interaction avec une quelconque infrastructure réseau commune. Dans ce cas de figure, les stations de base RENITA n'interviennent pas dans la communication en mode direct.

La communication entre terminaux ne fonctionne donc uniquement si les terminaux concernés se trouvent à proximité l'un de l'autre. Ce mode de communication n'est utile que si l'échange d'information est purement local.

Dans le cadre des interventions des services de secours, ce mode opérationnel est utilisé pour rester en contact avec des porteurs d'appareils respiratoires qui sont amenés à pénétrer dans un immeuble où la qualité du signal TMO est insuffisant ou inconnu.

Comme la sécurité des équipes d'intervention dépend fortement de la surveillance via échange vocal, les services de secours considèrent ce mode opérationnel comme étant le mode standard pour tout bâtiment de petite taille ou de taille moyenne ne nécessitant pas d'interaction avec le réseau depuis l'intérieur du bâtiment.

Une installation pour couvrir l'intérieur d'un bâtiment en mode DMO est constitué de deux répéteurs DMO et d'une installation antenne passive couvrant la totalité de l'intérieur du bâtiment ainsi que les alentours du bâtiment ou les endroits spécifiés par les services de secours.

L'élément central est composé de deux terminaux TETRA spécifiques équipés d'une option « DMO - repeater 1A ». Les deux terminaux sont reliés à un système d'antennes distribuées moyennant un système de couplage adapté aux fréquences spécifiés par le Ministère.

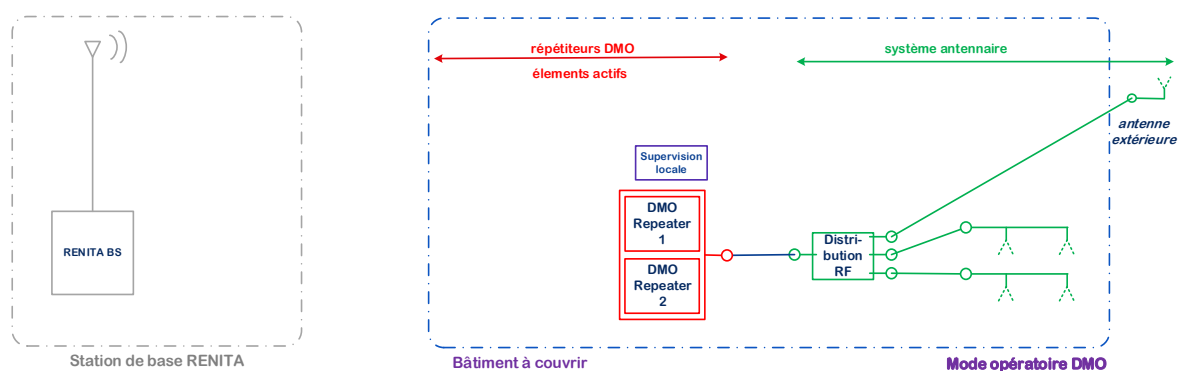


Figure 8 - Mode d'opération DMO

A noter que la réalisation d'une couverture DMO exclusive a pour effet de limiter la communication RENITA au sein du bâtiment aux seuls services de secours et ne permet pas l'interaction radio avec les autres utilisateurs.

Lors de la réalisation d'une couverture DMO à l'intérieur d'un bâtiment, il faut veiller à couvrir l'entièreté du bâtiment. Il faut en outre veiller à couvrir les espaces extérieurs du bâtiment spécifiquement désignés par les utilisateurs afin de permettre la communication radio avec les unités ou les véhicules se trouvant à l'extérieur, à une distance de maximum 50m du bâtiment concerné. Ceci concerne en particulier les chemins d'accès vers le bâtiment et ses entrées ainsi que les emplacements réservés aux véhicules de commandement (en allemand : ELW – Einsatzleitwagen) des services de secours.

3.2.1 Le système antenne

Comme la technologie « DMO-repeater 1A » utilise une seule fréquence pour la voie montante et descendante, les signaux RF DMO ne peuvent pas passer par des amplificateurs bidirectionnels ou des convertisseurs optiques.

De ce fait, seule une distribution passive est envisageable – les éléments actifs doivent être couplés directement, moyennant des câbles coaxiaux, à un système antenne transparent dépourvu d'éléments actifs.

Le système antenne à déployer pour le mode opérationnel DMO est donc similaire au système antenne décrit pour le mode TMO (cf. 3.1.1 - Le système antenne).

3.3 Mode combiné TMO/DMO

Certains bâtiments nécessitent éventuellement une couverture combinée en mode TMO et DMO. La solution à réaliser doit donc permettre l'utilisation simultanée des deux technologies de communication. Cependant, une telle installation doit tenir compte des restrictions techniques inhérentes au mode DMO et peut être très complexe.

4 Catégorisation des bâtiments

Une radiocommunication fonctionnelle à l'intérieur d'un bâtiment est un des piliers essentiels pour assurer une intervention rapide, ciblée et efficace, sachant que celle-ci est en principe le seul moyen pouvant garantir la sécurité des forces d'intervention. La solution technique à mettre en place à l'intérieur d'un bâtiment doit donc exactement correspondre aux besoins des utilisateurs RENITA qui sont amenés à intervenir dans ce bâtiment (ci-après : les usagers).

Afin que le propriétaire ou l'exploitant d'un bâtiment sache exactement quel type d'installation de couverture (DMO et/ou TMO) doit être déployé dans le bâtiment concerné, respectivement s'il est dispensé d'installer un dispositif technique, les usagers concernés doivent d'abord catégoriser le type de couverture à réaliser dans le bâtiment.

Trois (3) types de catégorie ont été définis :

Catégorie de couverture	Type de technologie de couverture requis à l'intérieur	Bâtiment type (exemples)	Type de distribution interne
Solution-externe	Aucune installation interne requise ; couverture réalisée par les moyens propres des usagers	Bâtiment de petite taille ne présentant que peu d'obstructions aux ondes électromagnétiques : résidences, surfaces commerciales à un étage et sans sous-sols	Aucune distribution interne requise ⁴
DMO-interne	2 fréquences DMO couplées avec système de répéteurs	Bâtiments où les services d'incendie sont les seuls usagers concernés et où seule la communication directe est requise en cas d'incendie : Parkings souterrains privés ; petits bâtiments insolés non critiques	Distribution radioélectrique passive
TMO-interne	Couverture TMO ⁵ avec ou sans répéteurs	Tout autre bâtiment, p.ex. bâtiment administratif, immeubles distribués, grandes surfaces avec parking souterrain, hôpitaux, établissements scolaires	Distribution optique Distribution radioélectrique active (ou passive)

Pour fixer la catégorie de couverture requise, le Service RENITA propose au propriétaire ou à l'exploitant d'un bâtiment requérant une couverture RENITA à l'intérieur, de compléter les formulaires relatifs à la catégorisation (formulaire REN-ICL01 et REN-ICL02⁶) pour chaque bâtiment et

⁴ Note importante: des changements au niveau du réseau RENITA ou des changements au niveau du bâtiment concerné ou des bâtiments avoisinants peuvent influencer la qualité de cette solution. Elle doit donc être réévaluée à des intervalles réguliers et adaptée suivant les résultats de l'évaluation.

⁵ Excepté si les mesures de couverture (cf. chapitre 13.4 - Mesure de la couverture) démontrent que le bâtiment est complètement couvert (cf. chapitre 6.1 - Niveau du signal radioélectrique) et ne nécessite donc pas d'installation de couverture spécifique

⁶ Les formulaires sont disponibles sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

de les envoyer aux usufuitiers concernés. Ces usufuitiers disposent ainsi des informations pertinentes pour décider du type de couverture à appliquer au bâtiment considéré.

Après consultation du dossier, les usufuitiers retourneront le formulaire incluant leur décision au propriétaire ou à l'exploitant du bâtiment (dernière page du formulaire REN-ICL02).

Le propriétaire ou l'exploitant dispose ainsi d'un document officiel lui permettant de commencer les travaux de conception et les démarches officielles auprès du Ministère (voir chapitre 5 - Procédure).

Pour les installation mises en place dans le contexte général de la prévention d'incendie, l'usufuitier concerné est le CGDIS (cf. glossaire).

Au cas où la demande de couverture ne découle pas d'une obligation légale dans le contexte général de la prévention d'incendie mais a été initiée par une organisation spécifique, utilisatrice du réseau RENITA, il revient à cette organisation de déterminer la catégorie de couverture requise.

Les propriétaires ou les exploitants qui sont dans l'impossibilité de déterminer le ou les usufuitiers concernés peuvent contacter le Service RENITA.

A noter que lors de la catégorisation, les usufuitiers concernés peuvent désigner les endroits auxquels une attention particulière doit être portée ou les endroits qui peuvent éventuellement être exemptés de la zone de couverture à réaliser au sein du bâtiment.

5 Procédure

Le cadre procédural décrit ci-dessous permet au propriétaire ou à l'exploitant du bâtiment de réaliser une installation de couverture à l'intérieur du bâtiment concerné qui répond aux attentes des usufuitiers tout en se conformant aux exigences des textes légaux et obligations en vigueur. Ce cadre procédural permet au Ministre (titulaire de la licence) de gérer le parc des installations de couverture à l'intérieur de bâtiments et d'assurer le bon fonctionnement du réseau de radiocommunication RENITA.

Les étapes principales sont les suivantes :



Figure 9 - Procédure générale

L'acteur principal de la procédure est le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment qui agit soit en raison d'une obligation légale, soit de sa propre initiative. Le schéma du flux de travail ci-après englobe également les autres acteurs concernés, i.e. les usufuitiers et le Ministère, respectivement le Service RENITA.

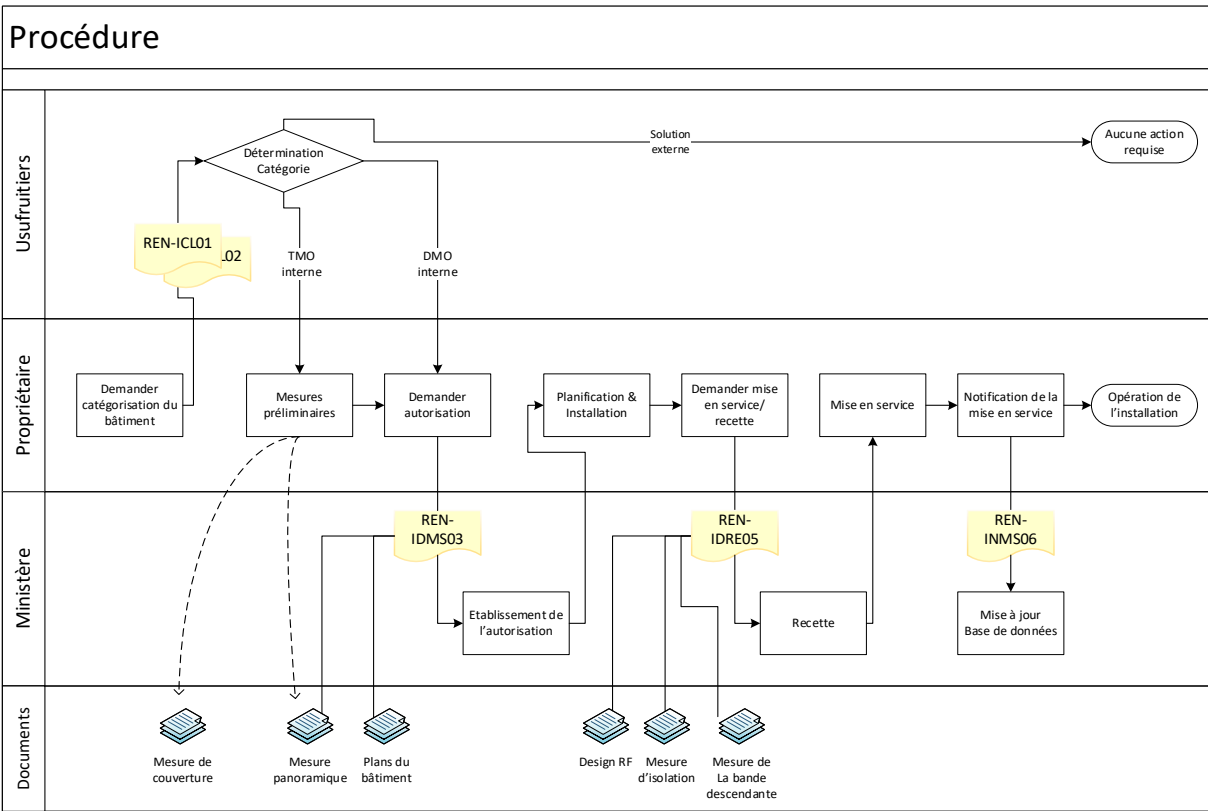


Figure 10 – Flux de travail

5.1 Etablissement de la catégorie de couverture

Afin d'établir la catégorie de couverture à réaliser dans le bâtiment considéré (Solution externe, TMO-interne, DMO-interne), une demande de catégorisation est à adresser aux usufruitiers qui vont bénéficier de cette installation de couverture (cf. chapitre 4 - Catégorisation des bâtiments).

La demande est à effectuer moyennant les formulaires⁷ relatifs à la catégorisation :

- Le formulaire REN-ICL01 - *Demande de catégorisation* contient les informations sur le demandeur.
- Le formulaire annexe REN-ICL02 - *Demande de catégorisation - Annexe I* contient les informations sur le bâtiment concerné. Au cas où le projet comprend plusieurs bâtiments, un formulaire REN-ICL02 séparé doit être rempli pour chaque bâtiment du projet.

La réponse fournie par l'usufruitier concerné désigne le bâtiment comme appartenant à une des 3 catégories « Solution-externe », « DMO-interne » ou « TMO-interne ». Elle est à joindre aux demandes d'autorisation nécessaires pour la mise en service de l'installation.

Au cas où le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment n'agit pas en raison d'une obligation légale (ex. ITM-SST 150x), la catégorisation peut aussi être effectuée par d'autres moyens jugés appropriés par les utilisateurs concernés, cependant le recours aux formulaires REN-ICL01 / REN-ICL02 permet une approche standardisée.

5.2 Mesures préliminaires

Pour faciliter les prises de décision lors de la conception de l'installation et de l'établissement de l'autorisation, le planificateur de l'installation et le Service RENITA doivent disposer d'informations précises sur la situation radioélectrique à l'endroit du bâtiment concerné, voire même à l'intérieur de celui-ci (quand il s'agit d'une construction existante).

Selon la catégorie de couverture retenue pour le bâtiment concerné, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment doit charger un expert afin de réaliser les différentes mesures préliminaires décrites ci-après.

5.2.1 Catégorie Solution-externe

Quand l'usufruitier a constaté ou décidé que la couverture RENITA à l'intérieur du bâtiment est adéquate, respectivement qu'il sait créer lui-même, par ses propres moyens, la couverture requise par ses propres moyens sans installation de moyens techniques par le propriétaire ou par l'exploitant du bâtiment, la couverture du bâtiment est catégorisée « Solution-externe »

En conséquence, ni mesure préliminaire, ni autorisation de mise en service ne sont requises si la couverture à l'intérieur du bâtiment a été catégorisée en tant que « Solution-externe ».

5.2.2 Catégorie DMO-interne

Pour la réalisation d'une couverture de la catégorie « DMO-interne », une couverture séparée, indépendante du réseau de radiocommunication terrestre, doit être implémentée. La conception ne

⁷ Les formulaires sont disponibles sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

porte donc que sur la réalisation de l'infrastructure locale sans interconnexion avec l'infrastructure du réseau RENITA.

Aucune mesure préliminaire n'est requise en vue de l'obtention d'une autorisation de mise en service si la couverture à l'intérieur du bâtiment a été catégorisée en tant que « **DMO-interne** ».

Il faut toutefois disposer d'une autorisation du Ministre pour mettre en service une installation de couverture du type DMO-interne (cf. chapitre 5.3 - Demande d'autorisation).

5.2.3 Catégorie TMO-interne

Si les mesures de couverture (cf. chapitre 13.4 - Mesure de la couverture) démontrent que le bâtiment est complètement couvert (cf. chapitre 6.1 - Niveau du signal radioélectrique), il ne nécessite pas d'installation de couverture spécifique. Si le bâtiment n'est pas complètement couvert (cf. chapitre 6.1 - Niveau du signal radioélectrique), une installation de couverture en mode opérationnel TMO qui étend les signaux du réseau RENITA terrestre vers l'intérieur du bâtiment concerné est nécessaire.

Comme cette installation communique directement avec le reste du réseau de radiocommunication, le paramétrage de l'installation et son interconnexion sont des tâches critiques qui nécessitent des mesures préliminaires pour fixer les paramètres optimaux.

Des mesures préliminaires sont requises en vue de l'obtention d'une autorisation de mise en service si la couverture à l'intérieur du bâtiment a été catégorisée en tant que « **TMO-interne** ».

Les mesures à réaliser diffèrent légèrement selon qu'il s'agit d'un nouveau projet immobilier ou d'un bâtiment en voie de construction ou qu'il s'agit d'un bâtiment existant qui doit être équipé d'une installation de couverture :

5.2.3.1 Bâtiment existant

Lorsqu'il s'agit d'un bâtiment existant, différentes mesures radioélectriques peuvent être réalisées avant d'entamer la phase de conception et de réalisation.

1) Mesure panoramique⁸

La mesure panoramique (cf. chapitre 13.6 - Mesure panoramique) documente tous les signaux en provenance de stations de base RENITA reçus à un endroit spécifique avec leur fréquence et leur niveau de réception. Cette mesure donne un aperçu des signaux terrestres utilisables pour alimenter l'installation de couverture en mode d'interconnexion par interface radio (TMO-I4) et permet de déterminer l'influence de l'installation sur le réseau RENITA terrestre.

La mesure panoramique doit être réalisée à l'endroit prévu pour installer l'antenne donneuse potentielle.

La mesure est à réaliser selon les indications spécifiées au chapitre 13.6 - Mesure panoramique.

⁸ La mesure panoramique est optionnelle si le bâtiment concerné se trouve dans une zone du RENITA Urban Inhouse Concept

2) Mesure de couverture

La mesure de la couverture à l'intérieur du bâtiment concerné établit le degré de couverture du réseau RENITA terrestre à l'intérieur de ce bâtiment (cf. chapitre 13.4 - Mesure de la couverture).

L'évaluation de cette mesure permet d'établir s'il est effectivement nécessaire de procéder à l'installation d'une solution de couverture à l'intérieur du bâtiment ou si la couverture RENITA terrestre est suffisante pour satisfaire aux obligations légales, respectivement aux besoins des usagers. Si les mesures documentent que le bâtiment n'est pas totalement couvert par les signaux du réseau RENITA terrestre, l'évaluation de ces mesures permettra d'établir la liste des étages ou des pièces qui nécessitent une couverture supplémentaire.

La mesure de la couverture à l'intérieur du bâtiment indique l'envergure de l'installation et sert de base aux travaux de conception de l'installation de couverture à réaliser. La mesure peut être réalisée par un expert indépendant ou par la société chargée de la conception ou de la réalisation de l'installation de couverture.

Le protocole de ces mesures n'est pas requis pour l'autorisation de mise en service délivrée par le Ministère, néanmoins nous vous prions de joindre les mesures, les résultats et les conclusions à la demande d'autorisation afin de compléter le dossier (cf. chapitre 5.3 - Demande d'autorisation).

5.2.3.2 *Nouvelle construction*

En général, quand il s'agit d'un nouveau projet immobilier ou d'un projet en voie de construction, il est difficilement possible d'effectuer des mesures pertinentes au préalable.

Afin de disposer quand-même d'une bonne indication concernant les signaux du réseau RENITA à l'endroit du futur bâtiment, le Service RENITA doit disposer des mesures suivantes en vue de la détermination des paramètres d'interconnexion adaptés:

1) Mesure panoramique⁹

La mesure panoramique (cf. chapitre 13.6 - Mesure panoramique) documente tous les signaux en provenance de stations de base RENITA reçus à un endroit spécifique avec leur fréquence et leur niveau de réception. Cette mesure donne un aperçu des signaux terrestres utilisables pour alimenter l'installation de couverture en mode d'interconnexion par interface radio (TMO-I4) et permet de déterminer l'influence de l'installation sur le réseau RENITA terrestre.

La mesure panoramique doit être réalisée à l'endroit prévu pour installer l'antenne donneuse potentielle. Si tel n'est pas le cas, la mesure doit être réalisée à un endroit représentatif pour l'emplacement du futur bâtiment. Idéalement, l'endroit doit être assez dégagé pour que les mesures ne soient pas trop impactées par les bâtiments avoisinants.

⁹ La mesure panoramique est optionnelle si le bâtiment concerné se trouve dans une zone du RENITA Urban Inhouse Concept

La mesure est à réaliser selon les indications spécifiées au chapitre 13.6 - Mesure panoramique.

La mesure de la couverture à l'intérieur du bâtiment ne pourra être effectuée qu'à un stade assez avancé de la construction, c'est-à-dire lorsque le gros œuvre est achevé et le bâtiment est fermé, ou encore lorsque le bâtiment est meublé.

5.3 Demande d'autorisation

Pour mettre en service une installation de couverture du type DMO-interne ou TMO-interne, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné doit disposer d'une autorisation de mise en service du Ministre, mandataire du réseau RENITA et titulaire de la licence pour les fréquences utilisées par le réseau RENITA.

Pour la conception de l'installation, il doit également disposer des informations techniques concernant l'interconnexion de l'installation au réseau RENITA (cf. chapitre 3.1.3 - L'interconnexion au réseau RENITA). Ces informations sont fournies ensemble avec l'autorisation de mise en service du Ministre.

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné doit adresser une demande d'autorisation au Service RENITA au moyen du formulaire REN-IDMS03 - *Demande d'autorisation de mise en service d'une installation de couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments*¹⁰.

Les documents suivants sont à joindre :

1) Document établissant la classification de la couverture

Formulaires complétés par l'usufruitier concerné (p.ex. CGDIS) REN-ICL01 - *Demande de catégorisation* et REN-ICL02 - *Demande de catégorisation - Annexe I* ou tout autre document établissant la catégorie de couverture requise dans le bâtiment concerné.

2) La mesure panoramique

➡ Seulement pour les bâtiments nécessitant une couverture de catégorie « TMO-interne » et non situés dans une zone du RENITA Urban Inhouse Concept.

La mesure est à réaliser selon les indications spécifiées au chapitre 13.6 - Mesure panoramique

3) Plans du bâtiment

Les plans du bâtiment au format PDF permettant d'avoir une idée de la taille, de la hauteur, de la structure et de la disposition du bâtiment.

Sur base des différents aspects géographiques et techniques, le service compétent du Ministère communiquera ensuite les paramètres d'interconnexion (type de l'interconnexion, paramètres techniques de l'interconnexion, station de base à interconnecter, fréquences à répéter, puissances

¹⁰ Le formulaire est disponible sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

admises, ...) avec lesquels l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment devra être opérée sans interférer avec le réseau terrestre.

L'autorisation de mise en service de l'installation de couverture ne sera effective qu'après la réception (appelée aussi « recette ») de l'installation passée avec succès.

La confirmation de la recette passée avec succès permet au propriétaire ou à l'opérateur du bâtiment de mettre en service et d'opérer l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment pendant une période définie et selon les modalités fixées dans l'autorisation.

Le Ministère peut exiger la conclusion d'un contrat de confidentialité pour l'échange d'informations critiques entre le Ministère et le propriétaire ou l'opérateur du bâtiment, ou bien une entreprise tierce désignée par le propriétaire ou l'opérateur du bâtiment.

Quand la demande d'autorisation est faite immédiatement après la classification, la société en charge de la conception de l'installation doit disposer de toutes les informations pertinentes avant de se lancer dans la conception de l'installation. La demande peut aussi être introduite au cours de la phase de conception laissant moins de temps au concepteur pour adapter le projet aux exigences incluses dans l'autorisation de mise en service. La demande doit cependant être introduite au moins 6 semaines avant la date prévue de la recette/mise en service.

5.4 Conception et installation.

A partir du moment où le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné dispose des informations nécessaires, il peut charger un expert de son choix de la conception détaillée de l'installation. Celui-ci peut également être chargé de la réalisation de l'installation de couverture.

A ce stade, il convient aussi de contacter les usagers de l'installation de couverture afin de fixer les besoins spécifiques à prendre en compte lors de la conception de l'installation, comme par exemple les locaux critiques à couvrir impérativement par une installation TMO-interne ou les chemins d'accès à couvrir par une installation DMO-interne.

Tous les frais en relation avec la conception et l'installation sont entièrement à charge du propriétaire ou de l'opérateur du bâtiment. Au cas où le soutien de l'Opérateur du réseau RENITA est nécessaire, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture devra également pendre en charge les coûts respectifs.

5.5 Demande de mise en service / Recette

Une fois que l'installation de la solution de couverture à l'intérieur du bâtiment est achevée et qu'elle est prête à être mise en service, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné doit signaler la fin des travaux au service compétent du Ministère et demander la recette de l'installation en vue de sa mise en service. Cette demande doit être introduite moyennant formulaire REN-IDRE05 – Demande Recette¹¹.

Les documents suivants sont à joindre à la demande:

¹¹ Le formulaire est disponible sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

1. Design RF

Tous les documents pertinents concernant le design RF (situation « as-built ») (voir chapitre 14 - Design RF).

2. Mesure d'isolation

➡ Seulement pour les installations de catégorie « TMO-interne » avec une interconnexion *TMO-I4[OFFAIR-EXIST]* - *Interconnexion par interface radio à une station de base terrestre existante* (cf. chapitre 3.1.3.2.4). La mesure est requise pour les interconnexions temporaires et permanentes.

La mesure d'isolation documente l'isolation entre le système antenne et l'antenne donneuse. Elle permet de vérifier que l'installation de couverture ne crée pas d'interférences propres (absence de boucles de rétroaction).

La mesure est à réaliser selon les indications spécifiées au chapitre 13.5 - Mesure d'isolation.

3. Mesure de la bande descendante

➡ Seulement pour les installations de catégorie « TMO-interne » avec une interconnexion *TMO-I4[OFFAIR-EXIST]* - *Interconnexion par interface radio à une station de base terrestre existante* (cf. chapitre 3.1.3.2.4). La mesure est requise pour les interconnexions temporaires et permanentes.

La mesure de la bande descendante à l'entrée du répéteur permet de vérifier que les paramètres d'interconnexion sont valides et permettent effectivement d'interconnecter l'installation de couverture à la station de base désignée par le Ministère.

La mesure est à réaliser selon les indications spécifiées au chapitre 13.7 - Mesure de la voie descendante.

4. Procès-verbal de réception du l'Opérateur du réseau RENITA « RENITA Inhouse System Acceptance Report »

➡ Seulement pour les installations de catégorie « TMO-interne » avec une interconnexion optique *TMO-I6[OPT-DED]*

La date de la recette est fixée par le Service RENITA après consultation du demandeur. La recette sera effectuée en général dans les quatre semaines qui suivent la réception de la demande de mise en service.

Lors de la recette sur site, le Service RENITA, ou un prestataire technique expert désigné par le Ministère, procédera à la vérification de la bonne transposition des paramètres d'interconnexion communiqués et effectuera des mesures pour s'assurer de l'absence de répercussions négatives sur le réseau RENITA terrestre.

Lorsque la recette est effectuée par un prestataire technique externe, les frais engendrés doivent être pris en charge par le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné. Les frais dépendent de la durée effective de la recette qui varie en fonction de l'envergure et de la complexité de l'installation. A titre indicatif, le tarif journalier usuel est d'EUR 1.550 EUR hTVA. (voir chapitre 15 - Recette).

A noter toutefois que la recette par le Ministère se concentre sur la vérification de l'absence d'impacts négatifs sur le réseau RENITA terrestre, mais n'évalue ni le bon fonctionnement de l'installation à l'intérieur du bâtiment, ni la conformité avec les obligations légales (ITM, autorisations à bâtir, ...). Il n'y a donc pas d'obligation de résultat de la part du Ministère suite à la recette. La validation de la conformité quant aux obligations légales est à réaliser par un organisme agréé après une recette positive.

Le Ministère transmettra le résultat de la recette dans les meilleurs délais au propriétaire ou à l'exploitant du bâtiment. Si la recette est passée avec succès, l'installation peut être mis en service aussitôt.

En cas de non-réception due au fait que le système de couverture à l'intérieur du bâtiment concerné ne respecte pas les paramètres d'interconnexion imposés ou occasionne des nuisances non-tolérables au réseau RENITA terrestre, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné doit procéder aux ajustements qui s'imposent. Une nouvelle demande de mise en service est alors à adresser au service compétent du Ministère après avoir remédié aux défauts constatés. Par la suite, le Ministère ordonnera une nouvelle recette de l'installation.

5.6 Notification de mise en service

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné est tenu de notifier endéans 5 jours ouvrables la mise en service de l'installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment au service compétent du Ministère en utilisant le formulaire REN-INMS06 - *Notification de mise en service*¹².

Cette notification, ainsi que toute notification de changement ultérieure, sont nécessaires pour la bonne administration de l'entière des installations de couverture à l'intérieur de bâtiments par le service compétent du Ministère.

Lors de la mise hors service d'une installation, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment concerné est également tenu de notifier celle-ci au service compétent.

¹² Le formulaire est disponible sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

6 Objectifs de couverture radioélectrique

Le présent chapitre définit les prémisses techniques pour permettre la communication radio entre terminaux RENITA à l'intérieur d'un bâtiment.

L'objectif primaire est de garantir un niveau homogène de réception du réseau RENITA dans toutes les pièces du bâtiment concerné.

6.1 Niveau du signal radioélectrique

Sauf indications contraires provenant d'autres dispositions ou obligations, le niveau du signal radioélectrique de toutes les porteuses concernées en voie descendante (downlink) doit comporter au moins 42 dBuV/m¹³ sur 95% de la surface du bâtiment concerné, respectivement sur 100% dans les locaux critiques tels que les cages d'escalier, les locaux à risques importants, les centrales de sécurité et les centrales des installations d'extinction automatique (si présentes). Ces locaux sont à définir de commun accord entre le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment et les usagers concernés.

Il est recommandé au concepteur de l'installation de prévoir une marge d'environ 6 dB pour compenser les variations des signaux à l'intérieur du bâtiment ainsi que les autres effets absorbants.

Inversement, les signaux transmis par les terminaux RENITA en voie montante (uplink) à l'intérieur du bâtiment doivent atteindre la station de base TMO, voire le répéteur DMO avec un niveau de signal approprié.

Au niveau de la surface couverte en voie descendante par l'installation de couverture, les signaux en voie montante (uplink) émanant des terminaux RENITA et émettant généralement avec une PIRE de 1W, doivent impérativement être plus forts que -97 dBm à l'entrée du récepteur de la station de base concernée¹⁴ - le niveau nominal à réaliser à l'entrée du récepteur de la station de base étant de -87 dBm (+/- 10 dB).

6.2 Rapport signal répété / signaux extérieurs

Afin d'éviter que les terminaux utilisés à l'intérieur du bâtiment se connectent à des stations de base RENITA extérieures au bâtiment, il est recommandé que le niveau RF généré par l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment excède tout signal RENITA terrestre capté au même endroit d'au moins 6 dB. Cette condition est à prendre en considération lors de la conception de l'installation.

6.3 Rapport signal/bruit

Indépendamment du niveau absolu du signal radioélectrique requis ci-dessus, le rapport signal/bruit du signal radio produit à l'intérieur du bâtiment concerné doit être supérieur à 19 dB en voie montante

¹³ 42 dBuV/m correspondant à une puissance de -87 dBm reçue par une antenne isotrope sur un système de 50 Ohms sans considération de pertes de câble ou autres pertes techniques.

La mesure doit intégrer la puissance totale contenue dans la largeur de bande du signal TETRA qui est de 25 kHz (channel power)

¹⁴ Ceci inclut tous les gains (amplificateurs, antennes) et toutes les pertes présentes entre l'émetteur et le récepteur (pertes de propagation, pertes de câble, pertes de diagramme d'antenne, pertes de polarisation et autres effets)

et en voie descendante. Cette condition est à prendre en considération lors de la conception de l'installation.

7 Spécification générales

Les spécifications suivantes sont applicables à tous les types d'installations de couverture à l'intérieur de bâtiments afin de garantir un niveau de qualité et de sécurité adapté.

7.1 Standards TETRA

Les installations de couverture à l'intérieur d'un bâtiment et ses éléments actifs doivent être conformes aux standards TETRA publiés par l'ETSI.

7.2 Impédance, VSWR

L'impédance RF du système est de 50 Ω .

Afin de s'adapter de façon optimale aux éléments actifs, le système antenne doit présenter une impédance de 50 Ohms et garantir ainsi un taux de réflexion négligeable.

7.3 Absence d'intermodulation

Dans le souci de fournir un bon signal aux utilisateurs de l'installation, celui-ci doit être libre d'intermodulations (passives ou actives).

Au cas où un système de couverture est partagé entre plusieurs réseaux de radiocommunication, une analyse de l'ensemble des effets d'intermodulation doit être effectuée.

7.4 Protection contre la surtension

L'installation ainsi que les câbles alimentant des antennes extérieures doivent être équipés d'une protection contre la surtension. Cette protection doit être alignée et intégrée dans le concept global du bâtiment concerné.

7.5 Câbles

Tous les câbles coaxiaux installés doivent également être difficilement inflammables (normes ou méthodes de test IEC/EN 61034, UL 166, UL 1666/CATVR/CM ou équivalentes) et sans halogène (normes ou méthodes de test : IEC 60754, EN 50267-2-3 ou équivalentes).

Afin de réduire le risque d'intermodulations passives, des câbles à blindage sans tressage sont à préférer.

7.6 Sécurité

Le système est à protéger au niveau des accès physiques ou logiques, de façon à éviter des modifications et manipulations par des personnes non-autorisées.

Il est donc impératif de protéger l'accès physique aux parties-clés de l'installation (éléments actifs configurables) par des moyens adaptés (confinement des interfaces, contrôle des accès aux pièces concernées, détection d'intrusion, registre des accès, ...).

Au cas où des accès à distance sont implémentés pour la supervision et le contrôle à distance, ces accès à distance doivent être protégés par des moyens d'encryptage adaptés (encryptage reposant sur le standard AES-256 ou équivalent). Les interfaces informatiques ne doivent être accessibles

qu'aux personnes autorisées et ne doivent pas être accessibles librement par internet (même si l'accès est sécurisé par un mot de passe).

De manière générale, la confidentialité, l'intégrité, ainsi que la disponibilité des données doivent être assurées.

7.7 Alimentation électrique

Dans le souci de garantir la disponibilité maximale des communications à l'intérieur d'un bâtiment, même dans des situations critiques comme un incendie ou une panne de courant, il est essentiel que toute l'installation de couverture fonctionne de façon ininterrompue. Il faut donc doter l'installation d'amplification ainsi que tous les éléments actifs qui y sont raccordés d'une autonomie suffisante d'au moins 8 heures. Si le bâtiment est équipé d'un groupe générateur de secours, l'installation radio devra y être raccordée.

Il est en outre recommandé que l'état opérationnel (sur réseau, sur batteries, hors service, etc.) de l'alimentation électrique de l'installation de couverture soit affiché près du "Feuerwehr-Gebäudefunkbedienfeld » FGB.

7.8 Conditions relatives à l'emplacement

Pour garantir la disponibilité de service de l'installation, il faut veiller à installer les composantes actives dans des locaux adaptés à ce type d'équipement.

Comme il s'agit d'un dispositif essentiel dans la prévention et la lutte contre les incendies, les locaux abritant les éléments centraux sont à protéger de la même façon que les centrales d'incendie ou les équipements similaires.

Afin de permettre aux techniciens d'intervenir à tout moment sur l'installation de couverture, les éléments importants (éléments actifs, points de mesure) doivent être facilement accessibles.

En outre, l'installation de couverture et ses éléments doivent être protégés de façon adéquate contre des actions de vandalisme.

7.9 Absence d'impact sur le réseau terrestre existant

Les installations de couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments ne doivent générer ni d'interférences, ni d'autres impacts négatifs au niveau du réseau RENITA existant.

8 Spécifications de l'installation radioélectrique « DMO-interne »

8.1 Fréquences

Sauf indication contraire, les deux fréquences suivantes (fréquences centrales ; largeur de bande : 25 kHz) doivent être répétées simultanément en catégorie « DMO-interne »:

380,0625 MHz
390,0125 MHz

Les deux répéteurs DMO doivent être couplés ensemble moyennant un système de couplage présentant une valeur de découplage d'au moins 60 dB.

L'installation antenne et le système de couplage doivent couvrir la bande suivante afin d'englober toutes les communications en mode direct (DMO):

Voie ascendante et descendante: 380-410 MHz.

8.2 Surveillance, supervision, contrôle à distance

L'installation radioélectrique doit être surveillée et contrôlée de façon locale moyennant le tableau de commande standardisé (voir chapitre 11.11 - Tableau de surveillance et de commande local).

Une surveillance à distance n'est pas à prévoir.

8.3 Répéteurs DMO

Ne sont admis comme répéteurs DMO que les équipements MOTOROLA MTM-5400¹⁵ homologués et certifiés pour l'usage dans le réseau RENITA.

Il s'agit de terminaux de radiocommunication dotés de la fonctionnalité « DMO repeater » et des algorithmes de cryptage utilisés par le réseau RENITA.

Ces équipements ne sont pas disponibles à la vente directe et doivent être acquis par l'intermédiaire du Ministère.

9 Spécifications de l'installation radioélectrique « TMO-interne »

9.1 Fréquences

Dans un souci de compatibilité avec le réseau RENITA et en vue des extensions futures, l'installation répétitrice doit couvrir au moins la bande de fréquences suivante :

Voie descendante: 390.0 - 395.0 MHz

Voie ascendante : 380.0 - 385.0 MHz

Note : d'autres bandes de fréquences pourront s'y ajouter en fonction des évolutions techniques et réglementaires.

9.2 Surveillance continue et contrôle à distance

Afin d'éviter un impact négatif sur le réseau TMO RENITA, les systèmes de couverture actifs doivent être surveillés en permanence.

La surveillance locale est à réaliser moyennant le tableau de commande standardisé (voir chapitre 11.11 - Tableau de surveillance et de commande local). Dans le cas d'une alarme sur une des composantes actives, un signal sonore et un signal visuel doit être déclenché auprès du poste de surveillance local.

¹⁵ ou MOTOROLA MTM-5500

Afin de pouvoir mettre en place une supervision centralisée ainsi que le contrôle à distance des installations de couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments à une date ultérieure, il est préconisé que les installations supportent le protocole SNMP v3 (Trap, Get, Set) et mettent à disposition un contact sec qui indique la présence d'une alarme critique, de même qu'un contact sec permettant de mettre l'installation rapidement hors service (ceci pourrait s'avérer nécessaire lorsque l'installation présente un problème et perturbe le réseau RENITA terrestre).

A la demande du propriétaire ou de l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, l'Opérateur du réseau RENITA peut assurer la surveillance à distance des installations actives et avertir le responsable de l'installation de tout incident nécessitant une intervention sur l'installation. L'Opérateur du réseau RENITA pourra également être chargé du contrôle à distance de l'installation et adapter le paramétrage lors d'un changement du plan de fréquence. Il s'agit d'une option payante à charge du propriétaire ou de l'exploitant du bâtiment.

9.3 Points de mesure

Des points de mesure découplés d'un facteur d'une grandeur d'ordre utile (p.ex. -10db, -20dB) en deux directions (up and downlink) sont à prévoir aux points d'interfaçage avec les différentes branches du système antenne. Cette mesure technique permet d'effectuer des mesures radioélectriques sur la voie montante et la voie descendante aux points d'interfaçage sans interrompre le fonctionnement de l'installation.

Les points de mesure doivent être facilement accessibles et être terminés avec une résistance (dummy load) de puissance adaptée.

9.4 Standards

L'installation répéitrice doit être adaptée à la technologie TETRA et répondre aux exigences de la spécification ETSI TS 101 789-1.

En outre, il y a lieu de rappeler que les travaux sont à réaliser selon les normes et les lois en vigueur.

9.5 Ajustement du gain

L'installation ne peut fonctionner correctement que si les niveaux de la voie montante et de la voie descendante sont équilibrés. A cette fin le gain doit être ajustable individuellement dans les deux sens.

Le gain doit être limité au minimum nécessaire pour assurer la couverture à l'intérieur du bâtiment.

9.6 Capacité

L'installation de la catégorie « TMO-interne » doit permettre la retransmission d'au moins quatre (4) porteuses. Afin de permettre une augmentation de la capacité, elle doit être extensible jusqu'à huit (8) porteuses. Cette capacité maximale doit être prise en compte lors du dimensionnement de l'installation. Le propriétaire ou l'exploitant de l'installation doit réaliser l'extension à ses propres frais et dans les meilleurs délais après avoir été notifié par le Ministère. Pour les installations dans une zone du RENITA Urban Inhouse Concept avec une interconnexion optique, la capacité maximale est de quatre (4) porteuses.

9.7 Délais de propagation

L'installation radio doit respecter les délais de propagation inhérents à la technologie TETRA. De façon générale, le délai maximal entre une station de base terrestre et un terminal ne doit pas excéder 200 μ s.

Lors de la réception de deux ou de plusieurs signaux émanant de la même station de base, une différence de délai peut être constatée entre les signaux incidents (p.ex. signal direct en provenance de la station de base et signal répété en provenance de l'installation de couverture à l'intérieur). Le délai entre les différents signaux incidents ne doit pas excéder 14 μ s à l'endroit considéré lorsque la différence de niveau entre ces signaux est inférieure à 20 dB.

En cas de non-respect de cette consigne, les signaux sont brouillés et la réception est fortement détériorée et inexploitable.

Les délais inhérents à tous les éléments de l'installation sont à considérer lors de la conception de l'installation de couverture.

9.8 Transparence

L'équipement actif doit être transparent, une démodulation des signaux n'est pas autorisée.

9.9 Spécifications techniques dédiées

Le présent chapitre présente les spécifications techniques spécifiques aux types d'interconnexion telles que décrites au chapitre 3.

9.9.1 TMO-I1[RF-EXIST] et TMO-I5[RF-DED] - Interconnexion radioélectrique

9.9.1.1 Application

La connexion physique au réseau RENITA moyennant une interconnexion radioélectrique à une station de base est possible à l'intérieur et à l'extérieur des zones urbaines définies dans le « RENITA Urban Inhouse Concept ». Toutefois, ce type d'interconnexion n'est envisageable que dans des cas de figure très spécifiques (exemple : couverture des sous-sols d'un bâtiment abritant une station de base RENITA existante).

9.9.1.2 Interface technique

L'interface technique est l'interface radio de la station de base concernée. En principe, le système de couplage/découplage permettant de se connecter au signal RF de la station de base est mis à disposition par le Service RENITA.

9.9.1.2.1 Interconnexion TMO-I1[RF-EXIST] :

Sur demande et après consultation de toutes les parties prenantes, le Service RENITA pourra équiper les stations de base terrestres qui doivent s'interconnecter avec un système de couverture par une interconnexion radioélectrique disposant d'un système de couplage/découplage offrant l'interface radioélectrique **RENITA-RF**.

9.9.1.2.2 Interconnexion TMO-I5[RF-DED] :

Le Service RENITA équipera les stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments avec un système de couplage/découplage qui alimente aussi les systèmes de conversion optiques et

numériques. En principe, le système de couplage/découplage offre l'interface radioélectrique **RENITA-RF**.

Les spécifications techniques de l'interface **RENITA-RF** sont décrites dans l'annexe

- Annexe IV – Spécification technique de l'interface radioélectrique RENITA-RF

9.9.1.3 Exigences concernant les équipements actifs connectés

Au cas où des composantes actives (répétiteurs) sont connectées à l'interface RENITA-RF, elles doivent répondre aux critères techniques décrits dans les chapitres suivants:

9.9.1.3.1 ALC

Les systèmes doivent être équipés de la fonctionnalité ALC (automatic level control) et être configurés de façon à l'utiliser efficacement.

9.9.1.3.2 Bruit large bande

Le bruit large bande (wideband noise) de la voie montante injecté dans le spectre de la bande descendante doit être inférieur à -120 dBm par porteuse (à mesurer selon la procédure de mesure décrite dans ETSI TS 101 789-1 et en ayant pris les ajustements nécessaires permettant de mesurer des niveaux de bruit très bas). Le bruit large bande est mesuré en absence de signaux sur la voie montante.

9.9.1.3.3 Facteur de bruit

Le facteur de bruit des équipements actifs ne doit pas dépasser les 5 dB à gain maximal.

Dans la documentation de l'installation, le facteur de bruit de chaque amplificateur individuel (à gain maximal) doit être renseigné séparément pour les voies ascendante et descendante.

9.9.1.3.4 Limitation du bruit

Afin de limiter l'augmentation du bruit reçu par les stations de base auxquelles les installations d'amplification sont connectées, il y a lieu d'imposer des restrictions quant à l'apport de bruit des systèmes répéteurs individuels ainsi que sur l'apport en bruit cumulé de tous les répéteurs reliés par voie hertzienne à une station de base spécifique.

Ainsi, l'apport additionnel de bruit, créé par l'installation répétrice sur la voie montante, à l'entrée de la station de base doit être très faible, voire négligeable. Le calcul sera effectué par le service compétent du Ministère.

Sauf indication contraire, le Ministère ne peut tolérer, pour toute station de base terrestre concernée, qu'une désensibilisation maximale de 1 dB causé par l'ensemble des répéteurs interconnectés par l'interface radio à cette station de base. Au cas où ce seuil risque d'être dépassé par l'ajout d'un nouveau répéteur, les paramètres d'interconnexion de celui-ci doivent être revus et adaptés.

9.9.1.4 Protections

Au cas où l'Opérateur du réseau RENITA détecte des interférences ou autres nuisances émanant de l'installation de couverture sur la station de base ou l'interface à laquelle l'installation est connectée, l'Opérateur du réseau RENITA se réserve le droit de déconnecter l'interconnexion afin de

protéger le bon fonctionnement du réseau RENITA et de garantir ainsi les niveaux de service que l'Opérateur du réseau RENITA est censé fournir.

9.9.2 TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion optique

9.9.2.1 Application

La connexion physique au réseau RENITA moyennant une interconnexion optique analogique ou numérique à une station de base terrestre dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments est prescrite à l'intérieur des zones urbaines définies dans le « RENITA Urban Inhouse Concept » et possible à l'extérieur.

Sur demande et après consultation de toutes les parties prenantes, le Service RENITA pourra équiper une station de base terrestre à l'extérieur d'une zone du RENITA Urban Inhouse Concept avec un système de conversion adapté. Le type exact de l'interface optique sera défini ensemble avec le requérant au moment où le besoin pour un tel interface est constaté (RENITA-OPT1, RENITA-OPT2, RENITA-DIG1 ou autre)

9.9.2.2 Interfaces techniques

L'interface technique est l'interface radio de la station de base converti en signal optique analogique ou numérique à l'emplacement de la station de base. En principe, le système de conversion est mis à disposition par le Service RENITA et est surveillé en continu par l'Opérateur RENITA.

9.9.2.2.1 Liaison optique

Pour interfacer le système de conversion avec l'équipement dans le bâtiment (répétiteurs) concerné, une fibre optique monomode est nécessaire que ce soit pour le signal optique analogique ou numérique. Cette fibre optique est disponible auprès de l'Opérateur RENITA comme service ou en utilisant une fibre « dark fibre » qui, après, doit être intégrée par l'Opérateur RENITA au sein de la station de base.

9.9.2.2.2 Interconnexion TMO-I6[OPT-DED] :

Le Service RENITA équipera les stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments avec plusieurs systèmes de conversion optiques et numériques. Actuellement, le Service RENITA a prévu les interfaces optiques suivants avec les spécifications techniques dans les annexes :

- Annexe I – Spécification technique de l'interface optique **RENITA-OPT1**
- Annexe II – Spécification technique de l'interface optique **RENITA-OPT2**
- Annexe III – Spécification technique de l'interface optique **RENITA-DIG1**
- ...

9.9.2.2.3 Répétiteurs optiques

Les répétiteurs optiques appropriés sont définis dans les annexes. Pour garantir le bon fonctionnement d'ensemble des convertisseurs (répétiteurs) et pour réduire le risque d'interférence sur le système, les répétiteurs sont opérés, supervisés et maintenus par l'Opérateur du réseau RENITA.

9.9.2.3 Protections

Au cas où l'Opérateur du réseau RENITA détecte des interférences ou autres nuisances émanant de l'installation de couverture sur la station de base sur l'interface à laquelle l'installation est connectée,

l'Opérateur du réseau RENITA se réserve le droit de déconnecter l'interconnexion afin de protéger le bon fonctionnement du réseau RENITA et de garantir ainsi les niveaux de service que l'Opérateur du réseau RENITA est censé fournir.

9.9.3 TMO-I4[OFFAIR-EXIST] Interconnexion radio

9.9.3.1 Application

La connexion physique au réseau RENITA moyennant une interconnexion radio à une station de base terrestre existante est généralement possible à l'extérieur des zones urbaines définies dans le « RENITA Urban Inhouse Concept ». Elle n'est pas admissible à l'intérieur de ces zones sauf autorisation exceptionnelle délivrée par le Ministre.

9.9.3.2 Interface technique

L'interface technique est l'interface radio.

La connexion physique au réseau RENITA se fait par le biais d'antennes directives (antennes donneuses) placées à des endroits adaptés afin de capter au mieux les signaux émanant des stations de base RENITA visées, tout en présentant une isolation suffisante et des pertes de câble réduites (longueur du câble, type du câble).

L'orientation physique et le type d'antenne directive doivent tenir compte du fait que la plupart des stations de base RENITA sont équipées d'antennes à polarisations croisées et que les différentes porteuses émanant d'une même station de base utilisent des polarisations orthogonales. Le plan de la polarisation d'une antenne donneuse à polarisation linéaire ne peut pas être défini à l'avance et doit être optimisé lors de la mise en place de l'antenne. Elle constitue souvent un compromis pour toutes les porteuses à répéter et qui doivent être captées à niveaux plus ou moins égaux.

Les spécifications de cette interface sont les suivantes :

- Fréquence : à définir en fonction de la situation géographique et des mesures effectuées
- Puissance de réception par porteuse à l'entrée de l'antenne de la station de base (voie montante): -85 dBm +/- 10 dB

9.9.3.3 Isolation entre antennes

Au cas où l'autorisation délivrée par le service compétent du Ministère prévoit une interconnexion du type TMO-I4[OFFAIR-EXIST] « Interconnexion radio à une station de base terrestre existante », le respect d'une bonne isolation entre antennes donneuses et le système antenne à l'intérieur du bâtiment est capital.

De façon générale, la valeur de l'isolation entre le système rayonnant répéteur et l'antenne donneuse doit être supérieure d'au moins 15 dB à la valeur du gain d'amplification configuré. Une marge de sécurité supplémentaire de 10 dB est fortement recommandée.

Le chemin complet entre l'entrée et la sortie de l'installation est à considérer.

Une isolation suffisante peut être réalisée grâce au recours à des antennes directives à haut rapport F/B, à un positionnement soigneux des antennes et en restreignant le gain du répéteur au strict minimum nécessaire.

L'isolation entre les antennes pourra faire l'objet de mesures effectuées après la réalisation de l'installation dans le cadre de la recette finale par le prestataire technique désigné par le Ministère.

9.9.3.4 Exigences concernant les équipements actifs connectés

Les composantes actives (répéteurs) qui se connectent moyennant l'interconnexion radio TMO-I4[OFFAIR-EXIST] doivent répondre aux critères techniques décrits dans les chapitres suivants:

9.9.3.4.1 ALC

Les systèmes doivent être équipés de la fonctionnalité ALC (automatic level control) et être configurés de façon à l'utiliser efficacement.

9.9.3.4.2 Filtres et sélectivité du canal

Le système doit être du type « channel-selective ».

La bande passante des filtres doit être inférieure ou égale à 90 kHz. Un changement de fréquence doit pouvoir s'effectuer sans échange de composants.

Le Ministère pourra octroyer des dérogations pour des petites installations de couverture isolées, d'une puissance de sortie combinée en voie montante inférieure ou égale à 15 dBm, et offrant un gain inférieur à 55 dB.

9.9.3.4.3 Uplink Mute

En l'absence de signal utile sur la voie montante, le gain de l'installation doit pouvoir être réduit automatiquement au strict minimum (fonctionnalité de « uplink-muting ») (sauf dérogation octroyée par le Ministère).

9.9.3.4.4 Bruit large bande

Le bruit large bande (wideband noise) de la voie montante injecté dans le spectre de la bande descendante doit être inférieur à -120 dBm par porteuse (à mesurer selon la procédure de mesure décrite dans ETSI TS 101 789-1 et après avoir effectué les ajustements nécessaires permettant de mesurer des niveaux de bruit très bas). Le bruit large bande est mesuré en l'absence de signaux sur la voie montante.

9.9.3.4.5 Facteur de bruit

Le facteur de bruit des équipements actifs ne doit pas dépasser les 5 dB à gain maximal.

Dans la documentation de l'installation, le facteur de bruit de chaque amplificateur individuel (à gain maximal) doit être renseigné séparément pour les voies ascendante et descendante.

9.9.3.4.6 Limitation du bruit

Afin de limiter l'augmentation du bruit reçu par les stations de base auxquelles sont connectées les installations d'amplification, il y a lieu d'imposer des restrictions quant à l'apport de bruit des systèmes

répétiteurs individuels, de même que sur l'apport en bruit cumulé de l'ensemble des répétiteurs reliés par voie hertzienne à une station de base spécifique.

Ainsi, l'apport additionnel de bruit créé par l'installation répétitrice sur la voie montante, à l'entrée de la station de base, doit être très faible, voire négligeable (de l'ordre de grandeur de 0.3 dB, respectivement de 0.1 dB dans les centres urbains). Le calcul sera effectué par le service compétent du Ministère.

Sauf indication contraire, le Ministère ne peut tolérer, pour n'importe quelle station de base terrestre concernée, qu'une désensibilisation maximale de 1dB causé par l'ensemble des répétiteurs interconnectées par l'interface radio à cette station de base. Au cas où ce seuil risque d'être dépassé par l'ajout d'un nouveau répétiteur, les paramètres d'interconnexion de celui-ci doivent être revus et adaptés.

10 Système antenneaire

Le système antenneaire constitue la partie passive de l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment. Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment est libre de choisir la technologie rayonnante appropriée pour le bâtiment concerné. Cette technologie dépend fortement des caractéristiques du bâtiment; un grand local d'une certaine hauteur requiert éventuellement une autre technologie qu'un long couloir.

10.1 Structure du système antenneaire

Le système antenneaire peut être constitué d'un ou de plusieurs câbles rayonnants. Ceux-ci créent un champ électromagnétique homogène et ininterrompu. Les câbles rayonnants sont souvent utilisés dans de longs couloirs, des tunnels ou encore des cages d'ascenseur.

Le système antenneaire peut également être constitué d'une ou de plusieurs antennes discrètes. Celles-ci se prêtent bien pour couvrir des zones locales bien définies.

Selon la taille du bâtiment à couvrir, la distribution de l'énergie radioélectrique aux différents éléments individuels est réalisée par des coupleurs et des câbles coaxiaux ou bien des fibres optiques.

Cependant, dans le souci de garantir une disponibilité maximale du système répéteur, surtout lors d'un incendie, il est recommandé de planifier et de réaliser l'installation des systèmes rayonnants à l'intérieur du bâtiment en prenant en compte des aspects de sécurité, de redondance et de chevauchement de couverture.

Dans cette optique, il est éventuellement préférable de réaliser des boucles de câbles rayonnants ou de réaliser deux systèmes antennaires rayonnants indépendants, alimentés de différents côtés et en prenant soin d'éviter des points individuels de défaillance (exemples : séparation physique des câbles et des chemins d'acheminement, éviter des installations en cul de sac).

Par ailleurs, il est recommandé de protéger les systèmes rayonnants situés dans les parties accessibles du bâtiment contre les dommages et de les protéger contre le feu en tirant les câbles ou les fibres dans des gaines résistantes au feu.

Les systèmes rayonnants sont à réaliser de façon à minimiser les rayonnements vers l'extérieur du bâtiment concerné, sauf pour les installations de la catégorie « DMO-interne ».

10.2 Supervision du système antenneaire en mode TMO

Il est recommandé d'équiper chaque branche du système antenneaire d'un système de supervision qui permet de déduire la puissance incidente, ainsi que le VSWR (Voltage Standing Wave Ratio, en allemand : Stehwellenverhältnis) de chaque « branche ». Des niveaux de référence permettent au système de supervision de générer des alarmes en cas d'anomalie.

11 Opération

Bien qu'une partie des installations de couverture à l'intérieur des bâtiments ne soient utilisées qu'occasionnellement, respectivement qu'en cas d'urgence, il est crucial que toutes les installations soient en permanence en bon état de fonctionnement – la vie des occupants du bâtiment de même que la vie des forces d'intervention, qui dépendent de ces moyens de radiocommunication, en dépendent directement.

A cette fin, des règles quant à l'opération des installations concernées sont définies dans le présent chapitre.

11.1 Mise en service et asservissement

11.1.1 Installation répétitrice DMO

L'enclenchement d'une installation répétitrice DMO doit être automatique par asservissement moyennant la détection d'incendie (en cas d'alarme), respectivement par intervention manuelle via un tableau de commande (voir ci-dessous).

En cas d'activation, les deux répéteurs DMO doivent être activés en même temps et les deux groupes DMO doivent être disponibles simultanément.

L'installation sera réinitialisée

- soit manuellement via le tableau de commande de l'installation ;
- soit en même temps que la réinitialisation de la détection d'incendie.

11.1.2 Installation répétitrice TMO

Une installation répétitrice TMO doit impérativement être en service de façon permanente et ininterrompue, sauf indication contraire dans l'autorisation y afférente. La surveillance continue du bon fonctionnement doit être possible à l'aide d'un tableau de commande (voir ci-dessous). Pour l'interconnexion radio TMO-I4[OFFAIR-EXIST] une intervention manuelle sur le système (arrêt du système, remise en service) doit toujours être possible à l'aide d'un tableau de commande.

L'installation doit amplifier en permanence toutes les porteuses qui sont spécifiées dans l'autorisation de mise en service.

11.2 Entretien

Comme les installations de couverture à l'intérieur de bâtiments sont essentielles pour garantir la bonne radiocommunication lors des interventions des services de sécurité et de secours luxembourgeois, le propriétaire ou l'exploitant d'un bâtiment a l'obligation de veiller au bon entretien des installations.

L'établissement de contrats de maintenance permet de garantir la pérennité des installations de radiocommunication. Les installations doivent être soumises à une vérification et à une maintenance annuelle. Les protocoles de maintenance sont à conserver pendant une durée de 5 ans et doivent être présentés au Ministère sur simple demande.

Il est par ailleurs recommandé d'effectuer des essais périodiques en collaboration avec les usagers de l'installation.

Lors de changements dans le plan de fréquences du réseau RENITA, le propriétaire ou l'exploitant sera averti en temps utile des changements planifiés et de la date de basculement. Le propriétaire ou l'exploitant est alors tenu de vérifier si son installation est concernée par le changement du plan de fréquences et d'ajuster au plus vite la configuration du système à ses propres frais (délai maximal : dans les 3 jours ouvrables suivant le changement du plan des fréquences RENITA).

11.3 Modification de l'infrastructure

Toute modification apportée à l'installation après la recette et la mise en service, sans clarification et accord préalable du Ministère, résulte dans une non-conformité de l'installation.

Si, pour des raisons opérationnelles ou techniques invoquées par les usagers ou par le maître de l'ouvrage, des modifications du design de l'installation de couverture (modifications hardware, modifications software, modifications du paramétrage, modifications niveau RF, changement de la station de base donneuse, ...) s'avèrent nécessaires, le maître de l'ouvrage s'engage à soumettre une nouvelle demande de mise en service, incluant le design et reprenant les modifications nécessaires, et ce au plus tard un mois avant le début des travaux.

Toute modification devra obligatoirement repasser le processus de réception et les frais y afférents sont à charge du propriétaire ou de l'exploitant du bâtiment.

Chaque modification apportée à l'installation est à documenter dans un journal de bord (audit trail). Ceci concerne aussi les changements appliqués au paramétrage des éléments actifs. Ces journaux sont à conserver pendant une durée de 5 ans et doivent être présentés au Ministère sur simple demande.

Au cas où une modification non accordée produit des effets négatifs sur le réseau RENITA, le propriétaire de l'installation assumera toutes les conséquences résultantes.

Le Ministère s'engage à notifier sans délai au maître de l'ouvrage toute modification du réseau RENITA pouvant avoir un impact sur la configuration mise en place (par exemple l'ajout d'une porteuse sur une station de base donneuse, le changement du plan de fréquence, etc.). Les adaptations de l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment suite à de telles modifications seront entièrement à charge du maître de l'ouvrage.

11.4 Communication, responsable

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment doit nommer une ou plusieurs personnes responsables de l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment. Le nom des personnes responsables ainsi que les moyens de contact sont à renseigner sur la demande d'autorisation adressée au Ministère. Les responsables font office d'interlocuteur et de point de contact unique pour toute communication et intervention concernant l'installation de couverture.

En cas de changement d'un des responsables, une notification de changement doit être immédiatement adressée au Ministère.

Les responsables doivent être à même d'intervenir lors d'un incident qui concerne l'installation de couverture, ils doivent donc être joignable 24/7, soit directement, soit moyennant un helpdesk.

11.5 Gestion d'incidents et de problèmes

Dès qu'une alarme indiquant un impact éventuel sur le réseau RENITA terrestre, sur la disponibilité ou sur la qualité de la couverture à l'intérieur d'un bâtiment est déclenchée par une des composantes de l'installation de couverture, le Ministère et l'Opérateur du réseau RENITA sont à contacter immédiatement (les coordonnées de contact exactes seront communiquées dans l'autorisation du Ministère). L'Opérateur du réseau RENITA procède alors à une vérification d'impact sur le réseau de radiocommunication et le Ministère pourra ordonner la mise hors service de l'installation au cas où un impact négatif a été constaté (cf. chapitre 11.7 - Mise hors service d'urgence).

Chaque incident et problème concernant l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment est à documenter. Ces journaux sont à conserver pendant une durée de 5 ans et doivent être présentés au Ministère sur simple demande.

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, est tenu de remédier aux incidents et problèmes dans les meilleurs délais afin de rétablir le bon fonctionnement de l'installation.

11.6 Indisponibilité

En cas d'indisponibilité partielle ou complète de l'installation, le service compétent du Ministère ainsi que l'Opérateur du réseau RENITA sont à notifier immédiatement.

Il en est de même lors du rétablissement du service de l'installation ou lors d'éventuels changements concernant ou influençant l'installation de radiocommunication.

11.7 Mise hors service d'urgence

Une mise hors service d'urgence est nécessaire lorsque l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment cause un impact négatif sur le réseau RENITA ou sur une partie du réseau.

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment respectivement de l'installation de couverture doit garantir que toute installation de couverture à l'intérieur du bâtiment peut être mise hors service à tout moment et dans un délai de maximum 60 minutes, sur demande justifiée de l'opérateur du réseau RENITA ou du service compétent du Ministère, adressée à l'interlocuteur désigné.

11.8 Support technique

Le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, doit aussi veiller à ce que le fournisseur ou l'intégrateur de l'installation mette à disposition un support technique capable d'assister l'opérateur de l'installation (le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment) et d'intervenir rapidement sur l'installation en cas d'urgence. Une telle intervention devient p.ex. nécessaire si un défaut technique majeur se présente lorsque l'installation est utilisée dans le cadre d'une intervention critique des usagers dans le bâtiment concerné.

11.9 Droit d'audit

Le Ministère a le droit d'effectuer, à tout moment, des audits de toutes les parties des installations de couverture à l'intérieur d'un bâtiment ainsi que de la documentation afférente afin de vérifier la conformité avec le présent document.

11.10 Responsabilité

Comme évoqué au chapitre 2.4 - Coûts et responsabilités, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, est responsable du bon fonctionnement de l'installation de couverture et doit veiller à ce que celle-ci ne produise aucune nuisance au réseau RENITA existant.

Au cas où il est établi que cette installation est la source de nuisances et perturbe le réseau RENITA ou une de ses composantes (stations de base, ...), le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, porte l'entière responsabilité des suites directes et indirectes engendrées par la perturbation et prend en charge tous les coûts occasionnés par cette nuisance tels que les pénalités et astreintes attribués à l'Opérateur du réseau RENITA dues à l'indisponibilité du réseau ainsi que toute indemnité qui serait exigible suite à cet incident.

Afin de prévenir les risques décrits ci-dessus, il est fortement conseillé au propriétaire ou à l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture, d'actualiser sa police d'assurance actuelle, ou, le cas échéant, de souscrire auprès d'un organisme reconnu une police d'assurance portant sur les dommages matériels, immatériels et corporels et couvrant sa responsabilité civile.

Lors d'un tel incident, il appartient aussi au propriétaire ou à l'exploitant du bâtiment respectivement de l'installation de couverture de procéder à l'analyse de la perturbation et de détecter sa source. Au cas où le soutien de l'Opérateur du réseau RENITA devient nécessaire, le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment respectivement de l'installation de couverture devra également pendre en charge les coûts respectifs.

11.11 Tableau de surveillance et de commande local

Si l'installation de couverture découle d'une demande ou d'une obligation relative à la prévention d'incendie, la surveillance et le contrôle de l'état opérationnel de l'installation de couverture est à réaliser à partir du tableau de commande « Feuerwehr-Gebädefunkbedienfeld » (FGB), selon la norme DIN 14663 « Feuerwehrwesen - Feuerwehr-Gebädefunkbedienfeld ».

Dans un souci d'uniformisation, cette approche est fortement recommandée pour toutes les installations de couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments, indépendamment de leur affectation.

Le tableau de commande local est à prévoir séparément pour les installations DMO et TMO et l'affectation doit être affichée clairement.



Figure 11- Tableau de commande selon la DIN 14663

Ce tableau doit

- indiquer le bon fonctionnement du tableau par une lampe de contrôle ;
- indiquer un éventuel dysfonctionnement de l'installation de radio-transmission par une lampe de contrôle ;
- indiquer l'état du système de radio-transmission (en service / en arrêt) par une lampe de contrôle ;
- permettre l'activation et la désactivation manuelle du système de radio-transmission pour les installations TMO-I4[OFFAIR-EXIST]et DMO ou TMO-I1[RF-EXIST] et TMO-I5 si des composants actifs sont utilisés ;

L'emplacement du tableau de commande est à définir d'un commun accord avec les services de secours compétents et doit être placé à proximité des tableaux de commande de la détection d'incendie « Feuerwehrbedienfeld » (FBF) et « Feuerwehranzeigetableau » (FAT). Les trois tableaux peuvent être combinés dans un boîtier « Feuerwehrinformationszentrale » (FIZ) :



Figure 12 - « Feuerwehrinformationszentrale » avec les tableaux FAT, FBF et FGB

L'emplacement du tableau de commande est à indiquer sur les plans d'intervention de l'établissement avec le symbole correspondant à la norme DIN 14034-6 « Graphische Symbole für das Feuerwehrwesen - Teil 6: Bauliche Einrichtungen ».



Figure 13 - Symbole selon la norme DIN 14034-6 signalant l'emplacement du FGB sur les plans d'intervention

12 RENITA Urban Inhouse Concept

Afin de mieux protéger le réseau RENITA terrestre contre des perturbations émanant d'installations de couverture à l'intérieur de bâtiments, trois zones dans les environnements urbains de la Ville de Luxembourg et de la Ville d'Esch-sur-Alzette ont été définies où une interconnexion par interface radio n'est pas autorisée.

Dans ces zones, les installations de couverture à l'intérieur de bâtiments doivent être interconnectées par fibres optiques à des stations de base dédiées à la couverture à l'intérieur de bâtiments, cf. chapitre 3.1.3.3.2 - *TMO-I6[OPT-DED] - Interconnexion optique à une station de base dédiée à la couverture à l'intérieur de bâtiments.*

Le Ministère se réserve le droit d'adapter ces zones ou d'imposer une interconnexion par fibre optique même en dehors des zones prévues pour protéger le réseau existant.

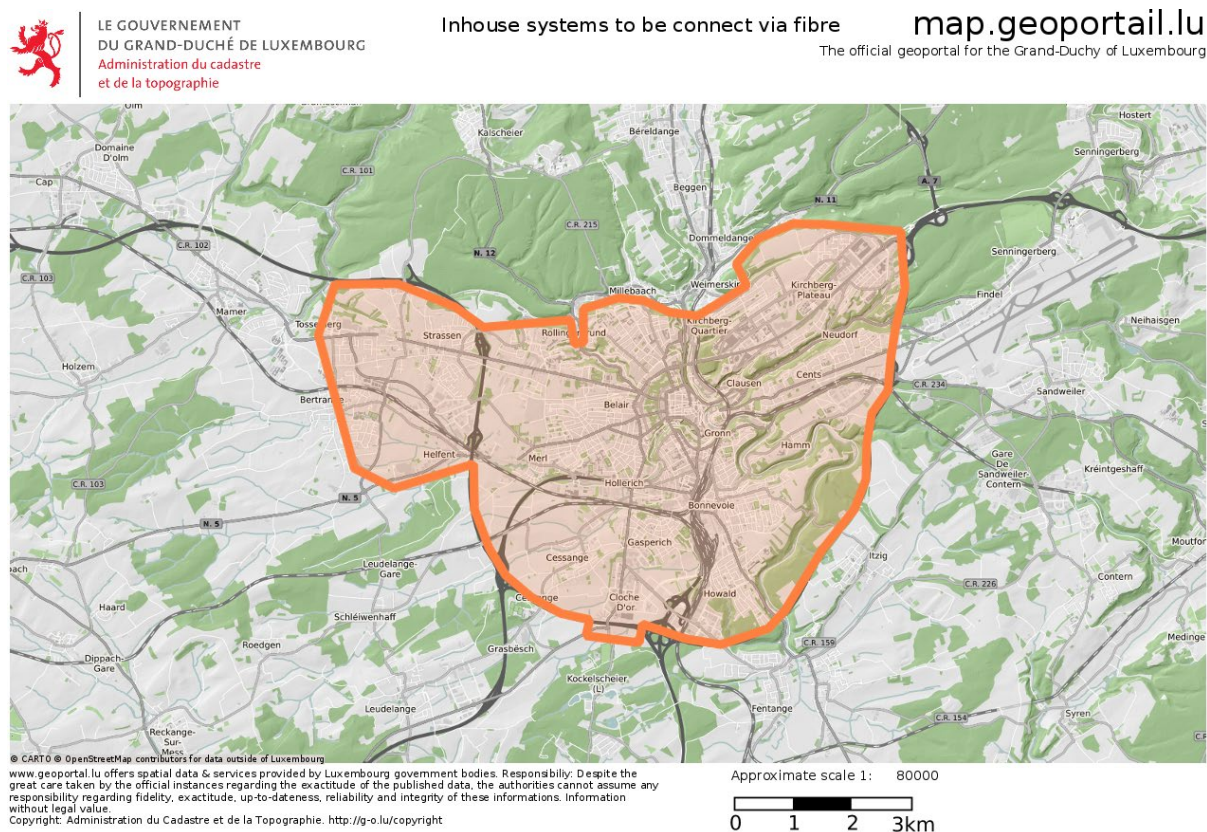


Figure 14 - Zone urbaine 1 - Ville de Luxembourg

Mémento concernant la couverture RENITA à l'intérieur de bâtiments



Inhouse systems to be connected via fibre

map.geoportail.lu
geoportal for the Grand-Duchy of Luxembourg

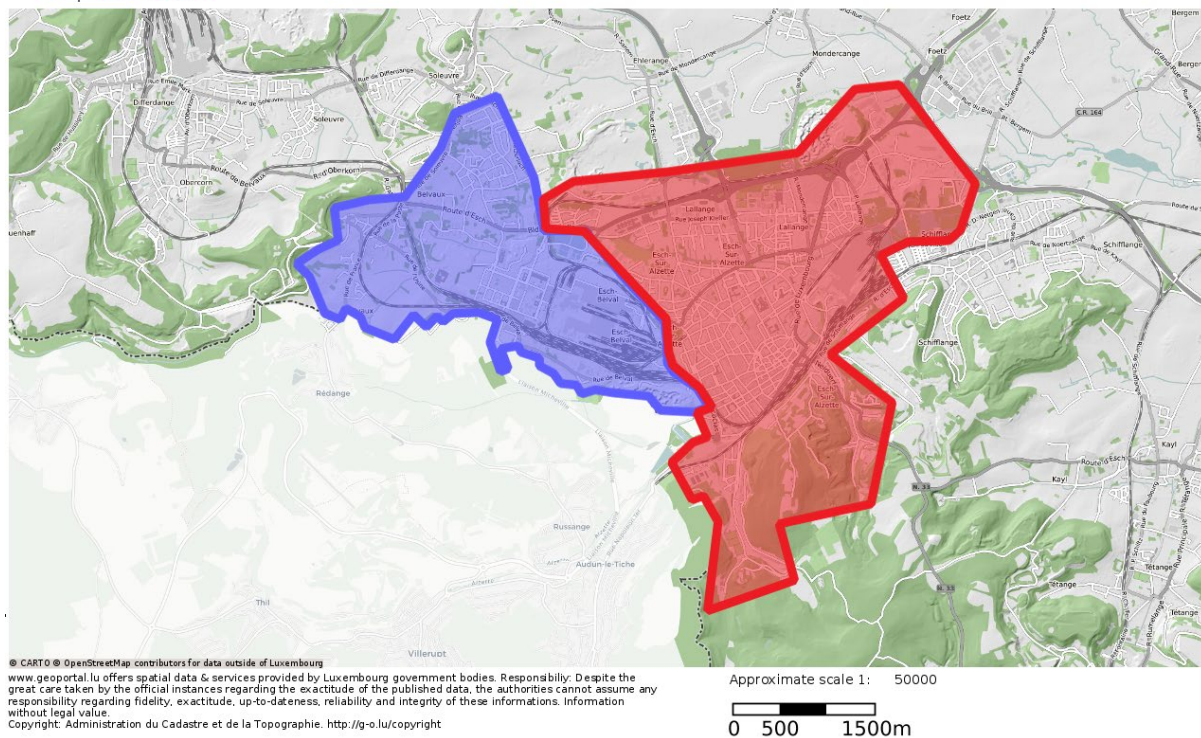


Figure 15 - Zones urbaines 2 et 3 - Ville d'Esch-sur-Alzette

13 Mesures

13.1 Exécutants

Toute mesure radioélectrique doit être effectuée de façon exacte et structurée par un ou plusieurs experts dans le domaine des radiocommunications.

13.2 Appareils de mesure

Les mesures doivent être effectuées moyennant des appareils de mesure adaptés et calibrés (analyseur de spectre ou analyseur de radiocommunication, système de mesures indoor connecté à un terminal RENITA homologué, ...).

13.3 Documentation

L'exécutant doit soigneusement documenter les circonstances des mesures et le dispositif de mesure afin que les résultats puissent être interprétés correctement. Ceci concerne aussi bien les conditions techniques (Marque/type de l'appareil de mesure, Marque/type de l'antenne, marque/type du câble, perte du câble, atténuateurs externes, équipement additionnel ...) que le paramétrage des appareils de mesure (filtres (RWB, VWB), détecteurs utilisés, ...).

A côté des informations générales sur la campagne de mesures (date, heure, exécutant, ...), il y a lieu de fournir toutes les informations pertinentes sur l'endroit de la mesure, sur le bâtiment considéré ainsi que sur le propriétaire où l'exploitant ayant ordonné les mesures.

13.4 Mesure de la couverture

Ces mesures représentent la situation de couverture du réseau RENITA à un moment précis dans toutes les sections du bâtiment concerné ainsi que sur les chemins d'accès au bâtiment. Pour être probant, les mesures de couverture doivent être effectuées dans des conditions réelles, c'est-à-dire lorsque le gros œuvre est achevé et fermé ou mieux encore lorsque le bâtiment est meublé.

Des mesures individuelles, en nombre représentatif, doivent être effectuées dans chaque local concerné (exemple : petites pièces : 1-2 mesures par m², grandes pièces : 4 mesures pour 10 m²). Ces mesures doivent être réparties de façon uniforme sur toute la surface accessible du bâtiment concerné et permettre d'évaluer clairement la situation de couverture dans la pièce analysée.

Les mesures à l'intérieur du bâtiment sont prises en continu en se déplaçant de façon systématique à travers chaque pièce ou local du bâtiment, et en prenant soin de couvrir la totalité des endroits accessibles. Le dispositif de mesures peut être porté ou transporté sur un support approprié. Faute d'information de géolocalisation par satellite (GPS, ...) à l'intérieur du bâtiment, il faut avoir recours à d'autres moyens pour référencer de façon exacte les mesures effectuées. L'antenne réceptrice est tenue à la verticale à une hauteur constante comprise entre 1m et 1,5m. L'antenne doit être éloignée au maximum de tout objets qui pourrait influencer la mesure (corps humain, supports métalliques, appareils de mesure, ...).

Il convient en outre de documenter la situation de couverture autour et sur les chemins d'accès des bâtiments considérés.

Comme chaque station de base émet plusieurs porteuses, il faut mesurer l'ensemble des porteuses de la station de base concernée, le signal le plus faible servant de référence pour chaque point de mesure pris et documenté.

La documentation des mesures effectuées au préalable comporte une partie générale et une partie relative aux mesures effectuées. Afin de permettre une analyse détaillée, le protocole des mesures doit présenter les résultats sous forme graphique (sur base de plans) et sous forme numérique (tableaux).

La section globale renseigne sur les circonstances et les détails de la campagne de mesures tels que:

- Date et heure des mesures
- Exécutants
- Informations sur le bâtiment concerné :
 - o Adresse
 - o Propriétaire et exploitant
 - o Contacts
- Description du dispositif de mesures :
 - o Aperçu global du dispositif (photo, croquis, schéma, ...)
 - o Appareil de mesure : marque/type, numéro de série, date de calibration, paramètres et réglages
 - o Antenne de réception : marque/type, numéro de série, date de calibration, gain (dBi) ou facteur k aux fréquences considérées
 - o Pertes : perte en dB des câbles, adaptateurs, atténuateurs ou autres éléments externes utilisés
- Autres informations ou observations sur la campagne de mesures ou les mesures individuelles :
 - o Contexte des mesures
 - o Mesures effectuées
 - o Fréquences mesurées et/ou LAC des stations de base RENITA mesurées

La représentation graphique affiche les résultats des mesures à l'intérieur et autour du bâtiment sur un fond de carte représentant le plan du bâtiment concerné. Le plan d'un bâtiment peut être scindé en différentes parties pour améliorer la lisibilité. Les informations caractérisant le bâtiment en question, son nom, son adresse, ses sections ou étages ainsi que son orientation sont clairement indiqués.

Pour chaque point de mesure, une icône d'une taille adaptée posée au lieu exact de la mesure renseigne sur le niveau du signal mesuré moyennant une couleur définie. Dans le but de permettre une évaluation visuelle rapide, il est recommandé de limiter le nombre de couleurs affichées et de les définir comme suit :

- | | |
|--|------------|
| • $X > -80 \text{ dBm}$: | Vert clair |
| • $-80 \text{ dBm} \geq X > -87 \text{ dBm}$: | Vert foncé |
| • $-87 \text{ dBm} > X \geq -94 \text{ dBm}$: | Orange |
| • $X < -94 \text{ dBm}$: | Rouge |

A partir de l'évaluation des mesures, il est également possible d'afficher le taux de couverture (en pourcentage) mesuré par local ou même pour une partie du local considéré si celui-ci est de grande taille (comme p.ex. un hall de stockage ou une grande salle polyvalente).

La présentation quantitative sert de référence principale et contient toutes les mesures effectuées sous forme tabulaire et groupées de façon logique (p.ex. par bâtiment, section, étage et pièce).

Pour chaque pièce considérée ou subdivision de celle-ci, le taux de couverture (nombre de mesures satisfaisant les conditions de couverture par rapport au nombre de mesures effectuées) est calculé. Pour faciliter les décisions, d'autres valeurs statistiques peuvent aussi être calculées (moyenne, écart type, ...).

Les mesures à l'extérieur du bâtiment concerné se concentrent sur différents aspects : la situation de couverture à proximité immédiate du bâtiment concerné et la couverture sur les chemins d'accès. Ces mesures guident les planificateurs lors de la conception de l'installation et aident les services de secours lors de l'établissement des plans d'intervention. Elles sont effectuées et documentées en analogie avec les mesures à l'intérieur du bâtiment.

13.5 Mesure d'isolation

Lorsqu'une interconnexion au réseau RENITA par interface radio à une station de base terrestre existante est prévue, il faut s'assurer que l'installation de couverture puisse fonctionner sans effet rétroactif négatif. Sans isolation suffisante, le système répéteur ne peut pas fonctionner de façon stable et tend à produire des oscillations néfastes qui entravent le bon fonctionnement du réseau RENITA sur une surface étendue.

A cette fin, un générateur de signal RF injecte un signal RF d'une énergie déterminée dans le système antenne à l'intérieur du bâtiment et le niveau de réception retour sur l'antenne donneuse est mesuré. L'exécutant des mesures prend soin de ne pas interférer avec les signaux du réseau RENITA terrestre. Ainsi, il convient de limiter le temps d'émission ainsi que la puissance RF appliquée au strict minimum nécessaire ($\leq 10\text{dBm}$).

L'isolation doit être mesurée dans la bande complète des 380-385 MHz et des 390-395 MHz avec un nombre de points de mesure représentatif (min. 200), répartis de façon homogène dans la bande observée. La valeur d'isolation minimale mesurée dans toute la bande spectrale est la valeur à considérer pour l'isolation de l'installation.

Pour pouvoir mesurer l'isolation et non seulement le niveau de bruit de l'analyseur de spectre, il convient d'utiliser des largeurs de bande de résolution réduites (RBW : 1 kHz, VBW : 3 kHz), un détecteur RMS, la fonction Max-Hold et un niveau de référence très bas. Lorsque la mesure d'isolation est perturbée par les signaux du réseau terrestre, il convient d'interpoler les points de mesure masqués par les valeurs des parties du spectre adjacent non-impacté.

Rappelons que la valeur de l'isolation entre le système rayonnant répéteur et l'antenne donneuse doit être supérieure d'au moins 15 dB à la valeur du gain d'amplification configuré dans les amplificateurs de l'installation de couverture.

Les mesures d'isolation peuvent être affichées sous forme graphique avec indication de la valeur minimale détectée.

13.6 Mesure panoramique

Dans le cas d'une interconnexion au réseau RENITA par interface radio, la connaissance des signaux RENITA reçus à l'endroit de l'antenne donneuse est indispensable. Des simulations permettent d'estimer le niveau des signaux, néanmoins une mesure panoramique permet de connaître les niveaux réels. En analysant les résultats de la mesure panoramique, les experts du Ministère peuvent déterminer la station de base qui se prête au mieux pour alimenter l'installation de couverture.

La mesure panoramique est effectuée idéalement à l'endroit ou à proximité de l'endroit où l'antenne donneuse est prévue. Si cet endroit n'est pas encore disponible ou accessible, la mesure doit être effectuée à un endroit bien dégagé permettant de capter les signaux incidents de tous les azimuts. L'endroit et sa hauteur doivent être correctement documentés.

La mesure doit couvrir les signaux émanant de toutes les directions et couvrir tous les plans de polarisation possibles.

Le spectre complet de la voie descendante de 390-395 MHz est mesuré avec un analyseur de spectre approprié.

Pour la mesure panoramique, il convient d'utiliser un détecteur RMS et la fonctionnalité Max-Hold. La bande passante (RBW) utilisée doit être assez étroite (≤ 3 kHz) pour permettre de bien distinguer les porteuses TETRA individuelles (larges de 25 kHz). Le paramétrage du niveau de référence, de l'atténuateur et du préamplificateur doit permettre de distinguer les porteuses ayant une puissance supérieure à -100 dBm.

L'utilisation d'une antenne directive permet d'augmenter la sensibilité de la mesure, mais rend l'exécution de la mesure plus longue et laborieuse.

Les mesures panoramiques sont documentées sous forme de diagramme spectral et d'un tableau récapitulatif.

Une première représentation donne un aperçu complet et présente le spectre entier de 390-395 MHz.

Pour bien mesurer les porteuses individuelles, le spectre reçu est également présenté graphiquement en blocs de 1 MHz (390-391 MHz, 391-392 MHz, 392-393 MHz, 393-394 MHz, 394-395 MHz).

Le tableau récapitulatif comprend les 10 porteuses les plus puissantes avec leur fréquence et leur niveau de réception. Si disponible, les azimuts respectifs et les LAC (location area code) peuvent aussi être repris dans le tableau.

Exemple d'un tableau récapitulatif complet:

Mesure panoramique						
Top 10	Fréquence [MHz]	Niveau [dBm]	Azimut [°]	LAC	Marker	Note
1	394.6875	-48	35	298	1	
2	393.6375	-49	35	298	2	
3	391.1875	-53	35	298	3	
4	390.9875	-38	150	1036	4	Not RENITA
5	390.7625	-89	150	1036	5	Not RENITA
6	391.1875	-48	155	1036	6	Not RENITA
7	394.6625	-37	310	116	/	
8	393.7375	-50	310	116	/	Plus faible que 394.6625
9	394.0625	-81	260	187	/	
10	392.1625	-93	260	5101	/	Not RENITA

13.7 Mesure de la voie descendante

La mesure de la voie descendante est similaire à la mesure panoramique, toutefois elle ne renseigne pas sur le spectre radioélectrique recevable à l'endroit de l'antenne donneuse, mais documente par contre le spectre radioélectrique effectivement capté par l'antenne donneuse.

La mesure de la bande descendante permet de vérifier que les paramètres d'interconnexion sont valides et permettent d'interconnecter l'installation de couverture à la station de base désignée par le Ministère. À partir de cette mesure, l'évaluation des pertes entre la sortie RF de la station de base et l'entrée du répéteur est possible. Elle permet aussi d'anticiper l'impact du bruit du répéteur sur la voie montante sur l'entrée du récepteur de la station de base.

Le spectre reçu à l'entrée de l'élément actif de l'installation de couverture (répéteur, convertisseur optique) par l'antenne donneuse finale doit être mesuré. À cet effet, l'antenne donneuse doit être dirigée dans la direction indiquée dans l'autorisation du Ministère. La mesure doit inclure tous les éléments externes entre le point de mesure et l'antenne donneuse tels que des coupleurs, des câbles, des atténuateurs, etc.

Le spectre complet de la voie descendante de 390-395 MHz est mesuré avec un analyseur de spectre approprié.

Pour la mesure de la voie descendante, il convient d'utiliser un détecteur RMS. La bande passante (RBW) utilisée doit être assez étroite (≤ 3 kHz) pour permettre de bien distinguer les porteuses TETRA individuelles (larges de 25 kHz). Le paramétrage du niveau de référence, de l'atténuateur et du préamplificateur doit permettre de distinguer les porteuses ayant une puissance supérieure à -100 dBm.

Les mesures de la voie descendante sont documentées sous forme de diagramme spectral et d'un tableau récapitulatif.

Une première représentation donne un aperçu complet et présente le spectre entier de 390-395 MHz.

Pour bien mesurer les porteuses individuelles, le spectre reçu est également présenté en blocs de 1 MHz (390-391 MHz, 391-392 MHz, 392-393 MHz, 393-394 MHz, 394-395 MHz).

Le tableau récapitulatif comprend les 10 porteuses les plus puissantes avec leur fréquence et leur niveau de réception. Si disponible, les LAC (location area code) peuvent aussi être repris dans le tableau.

Exemple d'un tableau récapitulatif complet:

Mesure de la voie descendante					
Top 10	Fréquence [MHz]	Niveau [dBm]	LAC	Marker	Note
1	394.6875	-52	298	1	
2	393.6375	-53	298	2	
3	391.1875	-55	298	3	
4	390.9875	-43	1036	4	Not RENITA
5	390.7625	-92	1036	5	Not RENITA
6	391.1875	-52	1036	6	Not RENITA
7	394.6625	-41	116	/	
8	393.7375	-53	116	/	Plus faible que 394.6625
9	394.0625	-86	187	/	
10	392.1625	-98	5101	/	Not RENITA

14 Design RF

A l'issue de la phase de conception d'une installation de couverture à l'intérieur d'un bâtiment, le planificateur va proposer une ou plusieurs solutions techniques. La composante centrale de la documentation est le « design RF » qui décrit les composantes radioélectriques actives et passives et leur interconnexion locale.

Le design RF à soumettre lors de la demande de mise en service doit comporter des schémas contenant tous les éléments RF (composantes actives, antennes, système de distribution, ...) avec leurs identifiants, l'atténuation des câbles et le gain des antennes utilisées, de même que le niveau des signaux RF aux entrées et sorties de toutes les composantes. Les plans indiquant l'implantation physique de toutes les composantes du système (en anglais : floor plans) sont à joindre ainsi que des renseignements précis sur les composantes proposées, leurs spécifications exactes (noise figure, wideband noise, antenna pattern, ...) et les valeurs prévues des paramètres RF réglables (gain, atténuations, ...).

Pour un design RF comportant un bilan de liaison (en anglais : link budget) équilibré, la puissance de référence à considérer est la puissance à la sortie d'un terminal portable qui est de 1 W (+30 dBm). La

sensibilité dynamique de la station de base à considérer est de -112 dBm. Il convient toutefois de considérer des marges conséquentes pour compenser les variations dues aux effets d'atténuation et de la propagation par trajets multiples.

Au cas où un système de couverture est partagé par plusieurs réseaux de radiocommunication, une analyse de tous les produits d'intermodulation doit être effectuée et l'isolation entre les différents réseaux doit être renseignée.

15 Recette

Avant la mise en service de l'installation, celle-ci doit impérativement être vérifiée par un prestataire technique désigné par le Ministère. Ce prestataire, expert dans le domaine des radiocommunications, s'assurera de l'absence de répercussions négatives sur le réseau RENITA, de la transposition correcte des spécifications techniques reprises dans le présent document et des paramètres d'interconnexion proposés par le Ministère lors de sa réponse à la demande d'autorisation.

Le but primaire de la recette est de vérifier que l'opération de l'installation n'a aucun impact négatif sur le reste du réseau de radiocommunication. La vérification permet en outre de s'assurer d'un côté que l'installation peut être rapidement mise hors service en cas de constatation de répercussions négatives à une date ultérieure, et de l'autre côté que la configuration permet l'utilisation correcte du réseau RENITA par les utilisateurs concernés. En vérifiant les indications techniques contenues dans le présent document, la recette établit par ailleurs que l'installation de couverture correspond à un niveau de qualité répondant aux attentes des utilisateurs de l'installation.

Les contrôles suivants seront effectués sur site (liste non-exhaustive) :

- Contrôle du respect de la transposition des conditions établies par le Ministre dans son autorisation,
- Contrôle de l'absence d'impact technique ou opérationnel négatif sur le réseau RENITA,
- Contrôle de la transposition des directives qualitatives reprises dans le présent document,
- Contrôle d'une isolation suffisante en cas d'interconnexion par interface radio ; contrôle de l'absence d'oscillations ou de feedback RF,
- Contrôle de l'absence de produits d'intermodulation,
- Analyse de la qualité des signaux injectés dans le système antenne,
- Mesure des niveaux de bruit,
- Contrôle de l'enclenchement/mise hors service de l'installation,
- Contrôle de la télécommande (si applicable),
- Contrôle de la documentation,
- Contrôle et validation des systèmes de surveillance et de supervision,
- Validation des mesures de sécurité.

Le Ministère a établi une liste de vérification (checklist) pour guider l'expert lors de la recette¹⁶ des différents types d'installations.

Le paramétrage actuel des éléments actifs de l'installation doit être conservé et à cet effet, tous les paramètres sont à documenter, soit en produisant des captures d'écran de l'interface utilisateur, soit en les enregistrant dans un fichier de configuration lisible.

Des calculs supplémentaires doivent le cas échéant être effectués par le Service RENITA après la recette, p.ex. pour évaluer l'impact cumulatif de l'ensemble des installations sur la station de base utilisée. Par conséquent, la publication par le Ministère du document établissant le résultat de la recette pourrait donc être retardée de quelques jours.

¹⁶ Les listes sont disponibles sur le site web du service RENITA: <https://renita.public.lu>

16 Glossaire, abréviations et acronymes

RENITA	Réseau National Intégré de Radiocommunication
bâtiment	un immeuble isolé ou un ensemble d'immeubles concernés par le présent document
Ministre	le ministre ayant le réseau national intégré de radiocommunication dans ses attributions Actuellement : Le Ministre des Communications et des Médias
Ministère	L'administration au service du ministre ayant le réseau national intégré de radiocommunication dans ses attributions Actuellement : Ministère d'État / Service des Médias, des Communications et du numérique
Service RENITA	le service compétent du Ministère Actuellement : Service RENITA 50, rue du Château L-6961 Senningen Contact : Téléphone : 247-87290 Email : renita.inhouse@smc.etat.lu
Opérateur du réseau RENITA	L'opérateur du réseau RENITA qui a effectué la mise en place du réseau de radiocommunication et est en charge de l'opération du réseau. Dans ce contexte, il assure une surveillance 24/7 de l'état du réseau et effectue des maintenances préventives et réactives. Actuellement : renita Société momentanée ConnectCom-EPT c/o Entreprise des Postes et Télécommunications 2, rue Emile Bian L-2999 Luxembourg Email : renita.operator@renita.lu Tél. : +352 2424 5699
maître d'ouvrage	le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment, respectivement de l'installation de couverture à l'intérieur du bâtiment
expert	Expert ou société disposant du savoir-faire et du matériel technique requis pour <ul style="list-style-type: none"> • effectuer les travaux ou mesures spécifiques selon les règles de l'art, • en déduire les conclusions pertinentes et • délivrer des rapports exhaustifs sur les travaux ou mesures effectuées
CGDIS	Corps Grand-Ducal d'Incendie et de Secours Point de contact unique pour la catégorisation de la couverture: Corps Grand-Ducal d'Incendie et de Secours Direction de la Stratégie Opérationnelle Département Prévention/Planification 1, rue Robert Stümper

	L-2557 Luxembourg
RF	« radio frequency » - radioélectrique
TETRA	TErrestrial Trunked Radio
TMO	Trunked mode operation
DMO	Direct mode operation
ETSI	<p>European Telecommunications Standards Institute</p> <p>L'ETSI est une institution européenne qui publie des standards en relation avec les secteurs des télécommunications, de la radiodiffusion et d'autres services de communication électronique. L'ETSI a publié une série de standards concernant la technologie de radiocommunication TETRA.</p> <p>Les standards peuvent être consultée sur le site web de l'ETSI : http://www.etsi.org/</p>
Standards TETRA	<p>Standards européens produits par ETSI Technical Committee Terrestrial Trunked Radio (TETRA).</p> <p>Le standard EN 300 392 est subdivisé en plusieurs parties:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 300 392-1: "General network design"; • EN 300 392-2: "Air Interface (AI)"; • EN 300 392-3: "Interworking at the Inter-System Interface (ISI)"; • ETS 300 392-4: "Gateways basic operation"; • EN 300 392-5: "Peripheral Equipment Interface (PEI)"; • EN 300 392-7: "Security"; • EN 300 392-9: "General requirements for supplementary services"; • EN 300 392-10: "Supplementary services stage 1"; • EN 300 392-11: "Supplementary services stage 2"; • EN 300 392-12: "Supplementary services stage 3"; • ETS 300 392-13: "SDL Model of the Air Interface (AI)"; • ETS 300 392-14: "Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma specification"; • TS 100 392-15: "TETRA frequency bands, duplex spacings and channel numbering"; • TS 100 392-16: "Network Performance Metrics"; • TR 100 392-17: "TETRA V+D and DMO specifications"; • TS 100 392-18: "Air interface optimized applications". <p>Les standards sont accessibles sur le site www.etsi.org.</p>
interconnexion	connexion entre l'interface technique RENITA situé auprès d'une station de base RENITA et l'interface d'entrée du bâtiment à couvrir
interfaçage	installation technique permettant d'interfacer le signal en provenance de l'interconnexion au système antenne destiné à couvrir l'intérieur d'un bâtiment
PPDR	Public Protection and Disaster Relief
OMU	Optical Master Unit – unité de conversion radioélectrique-optique maître.

	<p>Les informations et spécifications concernant le produit "OMU II" de Axell Wireless sont accessibles sur le site du producteur: https://axellwireless.com/product/bsf/</p>
CPRI	<p>Common Public Radio Interface (CPRI) "The Common Public Radio Interface (CPRI™) is the industry cooperation defining the publicly available specification for the key internal interface of radio base stations between the Radio Equipment Control (REC) and the Radio Equipment (RE). The Parties cooperating to define the CPRI Specification and are now encompassing Ericsson, Huawei, NEC and Nokia."</p> <p>Les spécifications CPRI sont accessibles sur le site http://www.cpri.info/spec.html.</p>
Établissements Classés	<p>Un établissement classé est un établissement d'une certaine envergure qui, en raison de ses caractéristiques, peut engendrer des pollutions de l'environnement, incommoder ou impacter de manière notable le voisinage et le public, nuire à la sécurité par rapport au public, au voisinage ou au personnel des établissements ou nuire à la santé et à la sécurité des salariés au travail</p> <p>Les autorisations d'exploitation pour établissement classé fixent les conditions d'aménagement et d'exploitation qui sont jugées nécessaires pour la protection de l'environnement et pour garantir la sécurité des travailleurs, du public et du voisinage en général.</p> <p>Ces établissements, appelés autrefois établissements dangereux, insalubres ou incommodes, doivent être autorisés suivant leur classification, soit par le ministre ayant dans ses attributions l'environnement (classes 1B et 3B), le ministre ayant dans ses attributions le travail (classes 1A et 3A), les deux ministres pré-mentionnés (classes 1 et 3) ou le bourgmestre de la commune d'implantation (classe 2)</p> <p>Source: https://environnement.public.lu/fr/emweltprozeduren/Autorisations/Etablissements_classes.html</p> <p>Les conditions types en vigueur peuvent être consultées sur le site de l'ITM : https://itm.public.lu/fr/securite-sante-travail/etablissements-classes/conditions-types.html</p>

17 Annexes

- Annexe I – Spécification technique de l'interface optique RENITA-OPT1
- Annexe II – Spécification technique de l'interface optique RENITA-OPT2
- Annexe III - Spécification technique de l'interface numérique optique RENITA-DIG1
- Annexe IV – Spécification technique de l'interface radioélectrique RENITA-RF