

BILAN
au 22 septembre 2016
du pilote relatif aux procédures de
coordination

dans le contexte de la protection de la
réception GSM-R
et dans l'attente du déploiement des
terminaux renforcés

V1.0

DATE : 28 octobre 2016

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1. Rappel du contexte.....	4
2. Mise en œuvre d’une phase pilote de la coordination.....	8
BILAN DU PILOTE RELATIF A LA COORDINATION PREVENTIVE.....	10
1. Rappel du fondement de la procédure préventive	10
2. Un bilan encourageant qui confirme la faisabilité et la pertinence de la solution proposée	11
2.1 Impact de la procédure sur le déploiement des réseaux mobiles	11
2.2 Distance maximale à la voie des projets de stations 2G/3G en deçà de laquelle un risque est perçu.	12
2.3 Partage des données	13
2.4 Partage de la méthodologie d’évaluation du risque d’IM3	14
2.5 Mise en place, par plusieurs acteurs, d’une organisation dédiée à l’instruction de la procédure et adaptation des outils.....	15
3. Points de vigilance.....	15
3.1 Inégalité du niveau d’avancement des opérateurs mobiles publics	16
3.2 Qualité des données	16
3.3 Disponibilité et traçabilité des données	17
3.4 Filtrage amont des projets.....	17
3.5 Diversité des modèles numériques de terrain utilisés	17
3.6 Diversité des approches utilisées pour l’analyse de risque.....	18
3.7 Délais de traitement des réserves.....	19
3.8 Procédure d’arbitrage par l’Agence.....	20
BILAN DU PILOTE RELATIF A LA COORDINATION CORRECTIVE.....	21
1. Rappel des principes généraux de la procédure corrective	21
2. Cas instruits dans le cadre de la procédure.....	22
2.1. Cas la Villette	23

2.2.	Cas Talence.....	25
3.	Enseignements	26
3.1.	Nécessité de mettre en œuvre les optimisations simples du réseau GSM-R avant de déclencher la procédure de coordination corrective	26
3.2.	Nécessité d’anticiper la remontée d’information vers l’Agence en cas de perturbation ayant un impact ferroviaire	26
3.3.	Analyse de l’efficacité des solutions.....	27
3.4.	Pertinence de la procédure d’urgence	28
	BILAN : LES COUTS	30
	PRECONISATIONS	31
1.	Remarque générale	31
2.	Procédure préventive.....	31
3.	Procédure corrective.....	34
4.	Eléments pour le décret prévu par l’article 18 de la loi n° 2015-1267 du 14 octobre 2015	36
	ANNEXE 1 : ALGORITHME DE L’ANALYSE DE RISQUE IM3 PAR SNCF RESEAU DANS LE CADRE DE LA COORDINATION PREVENTIVE	37
	ANNEXE 2 : SEUILS DE DECLENCHMENT DU RISQUE DE PERTURBATION DE LA RECEPTION GSM-R	38
	ANNEXE 3 : SYNOPTIQUE DE LA PROCEDURE DE COORDINATION CORRECTIVE	39

INTRODUCTION

1. Rappel du contexte

Le GSM-R utilise la bande de fréquences 876/880-921/925 MHz, adjacente à celles des réseaux mobiles commerciaux GSM/UMTS (2G/3G). Du fait de cette proximité trois phénomènes peuvent perturber la réception du GSM-R sur des portions de voie ferrée :

- **les produits d'intermodulation** : des composants des cab-radio peuvent produire des signaux perturbant la bande GSM-R lorsqu'ils captent des porteuses d'un ou plusieurs relais mobiles. Cela impacte quelques canaux GSM-R (en présence de relais 2G), voire toute la bande GSM-R (en présence de 3G) ;
- **la saturation** : un cab-radio peut être ébloui par un relais mobile proche si le champ résultant est trop important ;
- **les émissions hors-bande** : subsidiairement, des relais mobiles 3G dans la bande adjacente ($\Delta f \leq 10$ MHz) peuvent émettre des signaux parasites dans la bande GSM-R.

Dans le contexte du déploiement des infrastructures GSM-R sur le réseau ferré national (RFN), et à la suite de l'alerte déclenchée, fin 2013, par la perturbation de la réception GSM-R du tram-train de Bondy (T4), l'agence s'est vu confier la mise en place et le pilotage d'un groupe de travail (GT) afin de rapprocher l'ensemble des parties concernées par les problématiques de coexistence entre les réseaux mobiles publics opérant dans la bande 900 MHz et les réseaux GSM-R, de favoriser une analyse commune de la situation, de partager les constats, et de faire émerger des propositions de solutions recueillant l'engagement de chaque acteur.

Les travaux de ce groupe ont mis en évidence la nécessité de distinguer :

- l'étude de la mise en œuvre de la solution cible, de moyen terme, qui consiste à déployer, sur l'ensemble des véhicules ayant vocation à rouler sur les voies équipées en GSM-R, des filtres externes ou des terminaux GSM-R renforcés, conformes aux nouvelles spécifications ETSI TS 102 933-1/2 v1.3.1 ou versions ultérieures. Les tests réalisés par divers organismes européens ont, en effet, démontré que les spécifications de cette norme renforcent considérablement la résilience des terminaux GSM-R (cab-radio) aux produits d'intermodulation que génèrent, en leur sein, la réception simultanée de signaux GSM ou UMTS en bande 900 MHz. Comme en attestent les retours d'expérience issus des déploiements GSM-R actuels, ces produits d'intermodulation (IM3) constituent, de loin, le

principal risque de dégradation de la réception GSM-R, lié à la coexistence de systèmes mobiles en bande 900 MHz (*) ;

- la conception et la mise en œuvre, sur le court terme, de procédures de coordination entre parties prenantes, permettant d'assurer, temporairement, durant la période de remplacement des terminaux de bord GSM-R par des terminaux conformes aux spécifications ETSI TS 102 933-1/2 v1.3.1 ou versions ultérieures, le meilleur contrôle du risque de dégradation de la réception GSM-R en présence de réseaux mobiles publics opérant en bande 900 MHz à proximité des voies ferrées équipées de GSM-R.

(*) Il est à noter que les terminaux renforcés ne permettent pas de se prémunir contre les risques liés aux émissions hors bande de la part d'opérateurs utilisant des bandes de fréquences adjacentes à celle du GSM-R. Les retours d'expérience au niveau européen, et en particulier au niveau français, montrent que ce risque demeure toutefois limité. Les terminaux, bien que renforcés du point de vue de la protection contre le risque IM3, présentent néanmoins des limitations techniques.

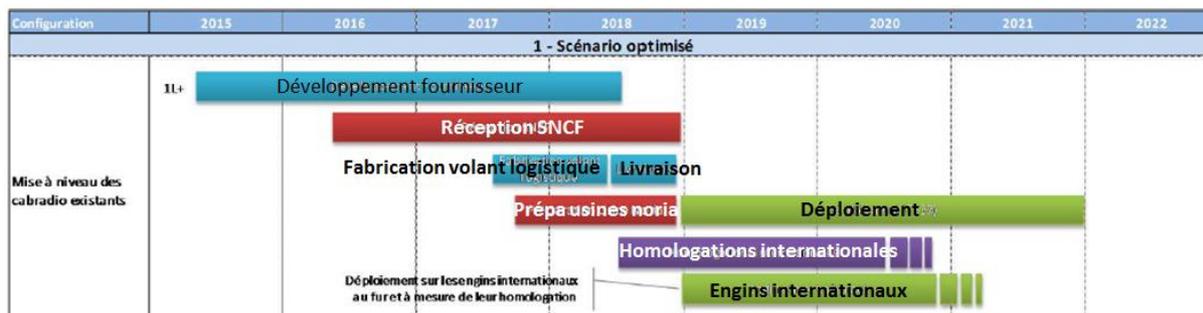
Ces travaux ont donc fait apparaître la solution de renforcement des terminaux comme la protection la plus efficace contre les risques de perturbations de la réception GSM-R par les produits d'intermodulation (IM3) et la saturation générés par la présence des réseaux mobiles publics. Plusieurs considérations contribuent à affirmer la prééminence de cette solution technique, nativement embarquée sur les terminaux GSM-R, sur une solution reposant essentiellement sur un principe de coordination :

- une solution reposant sur la mise à niveau des terminaux GSM-R permet de répondre au double enjeu de nécessité de communication ferroviaire et d'accessibilité à un service mobile de qualité dans les trains qu'appellent de leur vœux les voyageurs, les entreprises ferroviaires et les opérateurs mobiles publics (NB. la protection issue de la coordination entre acteurs repose, pour sa part, sur un principe d'adaptation des niveaux de couverture des voies ferrées en bande 900 MHz et donc, potentiellement, sur un compromis entre qualité de réception du signal GSM-R et qualité du service mobile 2G ou 3G à bord des trains);
- elle apporte, une réponse générale et pérenne au problème de coexistence entre systèmes mobiles ferroviaires et publics dans la bande 900 MHz sous réserve que les niveaux de services des opérateurs de téléphonie mobile n'excèdent pas les niveaux de protection définis dans les spécifications ETSI TS 102 933-1/2 V1.3.1 ou versions ultérieures. (NB. la gestion de cette coexistence par voie de coordination repose, pour sa part, sur une évaluation et un traitement du risque au cas par cas ; par ailleurs l'évolution naturelle des réseaux précarise continument l'équilibre et l'efficacité des solutions identifiées et mises en œuvre à un instant donné);

- le caractère technique et natif de cette solution exclut tout risque d'aléa moral. L'aléa moral est en revanche consubstantiel au principe d'une protection administrative ou juridique. Il résulte de la possibilité que le bénéficiaire de cette protection augmente sa prise de risque, par rapport à la situation où il ne bénéficierait pas d'une telle garantie.
- cette solution permet la coexistence de plusieurs opérateurs à proximité des voies ferrées et favorise donc le partage entre plusieurs acteurs de la ressource en bande 900 MHz (NB. de manière générale, la solution reposant sur la coordination vise quant à elle à limiter la puissance sur la voie des champs radioélectriques cumulés, 2G ou 3G, aux fréquences susceptibles de générer des combinaisons perturbant la réception en bande GSM-R. Elle induit donc, potentiellement, une prime au premier arrivant et un handicap au dernier arrivant, le risque de perturbation augmentant avec le nombre d'opérateurs présents sur une zone.

Le parc de cab-radio embarqués destinés à utiliser le réseau GSM-R du RFN peut être estimé à environ 12.000 unités. 87% de ce parc (soit environ 10.400 cab-radio) est géré par SNCF Mobilités, dont environ 2000 d'entre eux en pleine propriété de SNCF Mobilité ou de ses filiales, 1000 en pleine propriété de SNCF Réseau, et 7000 au titre de conventions signées avec l'Etat ou les Autorités Organisatrices de Transports (parc conventionné dont les AOT sont les détenteurs). Le solde (13%) correspond aux parcs détenus par les autres entreprises ferroviaires (notamment les compagnies de fret et les entreprises ferroviaires étrangères disposant d'un certificat de sécurité accordé par l'EPSF).

Pour leur part, SNCF Mobilité et SNCF Réseau ont engagé et financé plusieurs actions visant à préciser les conditions, les modalités, le coût et le calendrier de mise à niveau du parc de cab-radio. Sous réserve du financement de l'opération pour leur parc en propre et celui des AOT, SNCF Mobilité et SNCF Réseau proposent de s'engager sur la mise à niveau de ces 10.400 cab-radio, selon le scénario (dit « scénario optimisé ») et le calendrier suivant :



S'agissant du financement, la SNCF a adressé, le 7 avril 2016, une demande formelle de subvention au ministère en charge des transports.

Selon le groupe SNCF seule une subvention permet d'encourager l'ensemble des AOT et des entreprises ferroviaires détentrices de matériels roulant dans la voie de la mise à niveau de leurs terminaux GSM-R.

SNCF Mobilités n'identifie pas, à la date du bilan, de risque particulier lié au respect de ce planning, autre que celui lié à la subvention de l'Etat pour le remplacement des terminaux GSM-R.

NB. Depuis le 5 juillet 2016, la nouvelle Spécification Technique d'Interopérabilité du Système de Contrôle Commande et Signalisation (EU 2016/919) impose au sous-système embarqué d'être résistant aux phénomènes d'interférences. Pour des raisons de viabilité économique, cette imposition ne s'applique pas aux sous-systèmes existants ou déjà en service, sauf dans le cadre d'un renouvellement ou d'un réaménagement.

NB. La décision n° 2016-0941 de l'ARCEP en date du 19 juillet 2016 prévoit dans son article 5 que SNCF Réseau fournit les 1^{er} décembre des années 2016 à 2021 à l'ARCEP, un rapport présentant l'état du déploiement de terminaux GSM-R conformes aux spécifications ETSI TS 102 933-1/2 v1.3.1 ou versions ultérieures dans les trains des compagnies qui utilisent son réseau ferroviaire, sur la base notamment des informations que SNCF Réseau aura collectées de la part de ces entreprises ferroviaires. Ces éléments seront également présentés au comité de gouvernance des procédures de coordination GSM-R.

Des procédures applicables sur une période transitoire sont nécessaires le temps du déploiement des terminaux renforcés :

- **un processus de coordination préventive reposant sur l'adaptation de la procédure COMSIS.** Il vise notamment à éviter de nouveaux cas de perturbation de la réception GSM-R qui serait liée à l'implantation, ou à la modification, d'une station mobile publique soumise à l'accord de l'Agence, et de favoriser la recherche d'une solution de compromis entre les parties concernées ;
- **un processus de coordination corrective, après accord de l'Agence dans le cadre de l'instruction de cas de brouillage.** Il assure une prise en charge, par l'ensemble des acteurs concernés, d'une situation de dégradation constatée de la réception GSM-R sur une portion de voie, de son analyse à la mise en œuvre effective d'une solution corrective. Cette coordination corrective doit pouvoir être mise en œuvre pour traiter les cas de perturbation observés :
 - lors des phases de recette, par SNCF Réseau ou tout gestionnaire d'infrastructure ferroviaire autorisé dans le cadre de l'autorisation délivrée par l'ARCEP à SNCF Réseau, des brins ferroviaires GSM-R livrés par le constructeur (SYNERAIL, COSEA, ...) ;

- lors des tests préalables à la mise en exploitation de ces brins ferroviaires réalisés par l'exploitant ;
- lors de l'exploitation courante des réseaux GSM-R déployés le long des lignes ferroviaires prévues dans le cadre de l'autorisation délivrée par l'ARCEP.

La coordination corrective doit pouvoir apporter une réponse proportionnée au problème rencontré.

Un guide de procédure de coordination préventive, inspiré de la méthode appliquée avec succès pour la protection de la TNT contre le LTE 800 MHz, et de procédure de coordination corrective, décrivant les processus de coordination renforcés applicables au contexte GSM-R, sera établi par l'Agence en concertation avec les parties prenantes. Il sera réputé applicable jusqu'au 31 décembre 2021 au plus tard.

N.B. Ces procédures spécifiques aux cas issus de la problématique GSM-R, s'inscrivent pleinement dans le périmètre d'action classique de l'ANFR, conformément au I. de l'article L.43 du Code des postes et des communications électroniques. Ils ne prétendent aucunement se substituer aux travaux de coordination entre opérateurs, notamment en amont de l'identification de nouveaux sites pour les réseaux mobiles ouverts au public, ou lors de l'analyse d'une perturbation. Ces derniers visent à anticiper ou à résoudre au mieux les difficultés et doivent être, en tout état de cause, favorisés.

2. Mise en œuvre d'une phase pilote de la coordination

Une phase pilote a été décidée et mise en place pour permettre l'implémentation des outils et des modalités de traitement des dossiers (phase de construction) et éprouver (phase opérationnelle d'instruction des dossiers) les modes de fonctionnement de chacun de ces processus.

Cette phase pilote d'environ un an est trois mois s'est déroulée entre le 21 juillet 2015 et le 31 octobre 2016.

Ce présent document en dresse le bilan au 22 septembre 2016.

A l'issue de la phase pilote, les procédures de coordination relatives au GSM-R ont vocation à être adaptées, à entrer en phase opérationnelle, puis à être revues en tant que de besoin en concertation avec les parties prenantes avec l'accord du comité de gouvernance des procédures de coordination GSM-R.

Ce bilan, qui tire les enseignements de la phase pilote, est destiné à orienter la mise à jour du guide des procédures de coordination GSM-R décrivant les modalités de fonctionnement des processus applicables à la période transitoire (jusqu'à mise à niveau de la totalité des terminaux GSM-R).

BILAN DU PILOTE RELATIF A LA COORDINATION PREVENTIVE

1. Rappel du fondement de la procédure préventive

La procédure de coordination préventive vise à préciser les modalités de gestion préventive du risque lié à l'implantation ou à la modification des caractéristiques techniques de toute installation radioélectrique opérant en bande 900 MHz à proximité des voies du réseau ferré national.

Elle est destinée à apporter une réponse proportionnée au risque de perturbation de la réception GSM-R évalué par SNCF Réseau et à ne pas entraver indûment le déploiement des réseaux mobiles ouverts au public.

Elle repose sur l'adaptation de la procédure générale d'accord préalable d'implantation d'une installation radioélectrique (procédure COMSIS) prévu au dernier alinéa du I de l'article L.43 du Code des postes et communications électroniques (CPCE), pour les stations susceptibles d'impacter la qualité de la réception GSM-R.

La procédure préventive n'a pas vocation à s'appliquer aux parcs existants de stations GSM-900 et UMTS-900 des opérateurs mobiles (stations ayant obtenu l'autorisation d'émission de l'ANFR antérieurement au 1 janvier 2016).

Seules les stations GSM-900 et UMTS-900 des parcs existants subissant une modification des paramètres décrits dans la procédure DR05 de l'ANFR (modification de la puissance PIRE de plus de 3dB, modification des azimuts de plus de 5 degrés, modification de la hauteur d'antenne de plus de 2 mètres), sont sujettes à la coordination préventive.

D'une manière générale, la procédure d'accord de l'ANFR repose sur les étapes suivantes:

- 1) communication à l'agence, par le demandeur (opérateur mobile public), d'un dossier complet;
- 2) consultation de SNCF Réseau (et des autres membres COMSIS) au travers de la circulaire de consultation COMSIS;
- 3) analyse de risque par SNCF Réseau;

- 4) information, par SNCF Réseau, de l'opérateur concerné en cas de risque identifié et mise à disposition de toutes les informations nécessaires pour traiter le cas;
- 5) le cas échéant contre analyse de risque par l'opérateur;
- 6) le cas échéant, dépôt de réserve dûment justifiée par SNCF Réseau et décision de mise en différé de la demande par l'Agence ;
- 7) le cas échéant contre analyse et échange entre SNCF Réseau et le, ou les, opérateurs mobiles publics concernés ;
- 8) le cas échéant arbitrage par l'agence (accord, maintien de la réserve ou refus de la demande).

2. Un bilan encourageant qui confirme la faisabilité et la pertinence de la solution proposée

2.1 Impact de la procédure sur le déploiement des réseaux mobiles

Les données statistiques issues du pilote au 22 septembre 2016 (tant au sens du dépôt des réserves qu'au sens de la levée des réserves) fournissent une première estimation quantitative de l'impact potentiel de la procédure préventive sur la dynamique de déploiements des réseaux mobiles (cf. tableaux ci-dessous).

	TOTAL	BYT	Free Mob	ORA	SFR
Nb dossiers dans zone de coordination renforcée	3303	461	423	980	1438
Nb total de réserves posées par SNCF-Réseau	49	25	2	16	6
Nb réserves levées	21	8	2	8	3
Nb réserves en cours	28	17	0	8	3

NB1. Ces statistiques ne prennent pas en compte les 17 dossiers de Bouygues Télécom pour lesquels la puissance PIRE déclarée initialement dans les dossiers de demande était erronée.

NB2. Sur les 49 réserves déposées au 22 septembre 2016 figurant dans les statistiques, 4 ont fait l'objet d'une demande d'arbitrage de l'opérateur mobile demandeur auprès de l'Agence à la date du bilan.

En particulier, hormis pour Bouygues Telecom, elles rendent compte de la volumétrie relative très limitée des projets d'installation de stations 2G ou 3G en bande 900 MHz mis en réserve à l'issue de l'analyse de risque prévue lors de l'instruction des dossiers de demande. Pour mémoire, seuls les projets d'implantation ou de modification d'installations radioélectriques 2G ou 3G, en bande 900 MHz, à moins de 1000 m de part et d'autre des voies équipées de GSM-R, étaient concernés par le processus pilote. Au final, tous opérateurs confondus, seul

1,7% de ces dossiers ont fait l'objet d'une réserve de la part de SNCF Réseau au motif que la réalisation de ces projets pourrait générer des perturbations de la réception GSM-R à bord des trains (cf. tableaux ci-dessous). Suite à la fourniture de données plus précises sur les caractéristiques techniques des nouveaux sites, ou à l'adoption par l'opérateur mobile public d'un plan de fréquences ad hoc, le nombre de dossiers faisant l'objet du maintien de la réserve tombe à 0,8% sur la période considérée.

A la date de publication du rapport et hormis les cas d'adaptation des plans de fréquences – adaptation qui représente une contrainte pour les opérateurs mobiles et qui nécessite de surcroît d'être gérée sur la durée - aucune réserve n'a été levée par le biais d'une baisse de puissance, d'une modification de tilt ou de la modification d'azimut d'antenne des réseaux mobiles publics.

Bouygues Telecom, Orange, Free et SFR font le constat que la procédure de coordination préventive est globalement lourde et couteuse et obère significativement la capacité à déployer et couvrir, en particulier aux abords des voies ferrées, mettant notamment en péril la satisfaction des obligations définies par l'ARCEP.

La volumétrie des dossiers mis en réserve est jugée élevée dans l'absolu, et les délais de déblocage des dossiers sont jugés trop longs entraînant des retards de mise en service commerciale et des pertes de chiffre d'affaires.

Les modifications techniques mises en œuvre pour débloquer les réserves (restrictions fréquentielles, baisses de puissance, etc.) sont contraignantes et nécessitent de surcroît la mise en place de nouveaux processus pour les gérer dans le temps.

Ces statistiques rendent également compte de l'inégalité de la situation des opérateurs au regard du risque de perturbation de la réception GSM-R, du fait notamment de la position relative des bandes de fréquence qu'ils utilisent par rapport à la bande dédiée au GSM-R.

Deux situations méritent de ce point de vue d'être mentionnées:

- en premier lieu celle de Bouygues Télécom, dont des fréquences peuvent se combiner, sans présence d'autres opérateurs, pour générer des produits d'intermodulation dans la bande GSM-R,
- et, dans une moindre mesure, celle d'Orange dont les fréquences peuvent se combiner deux à deux avec celles de l'ensemble des autres opérateurs, pour générer des produits d'intermodulation dans la bande GSM-R.

2.2 Distance maximale à la voie des projets de stations 2G/3G en deçà de laquelle un risque est perçu.

L'analyse des cas traités dans le cadre du pilote fait apparaître qu'aucun projet d'implantation de station au-delà de 500 m des voies n'a fait l'objet d'une présomption de risque au stade de

l'évaluation des champs 2G ou 3G (cf. tableau ci-dessous basé sur les 49 réserves déposées au 22/09/16).

Distance voie	Total réserves	% total réserves
]0 m; 100m]	31	63,3%
]100 m; 200m]	8	16,3%
]200 m; 300m]	3	6,1%
]300 m; 400m]	4	8,2%
]400 m; 500m]	3	6,1%
]500 m; 600m]	0	0,0%
]600 m; 700m]	0	0,0%
]700 m; 800m]	0	0,0%
]800 m; 900m]	0	0,0%
> 900 m	0	0,0%

Par ailleurs plus de 85% des projets présentant à ce stade de l'analyse un risque potentiel de perturbation de la réception GSM-R concernent des stations situées à moins de 300 m de la voie.

2.3 Partage des données

L'évaluation du risque de perturbation de la réception GSM-R, causé par l'implantation ou la modification d'une station mobile 2G/3G en bande 900 MHz, nécessite la connaissance de données techniques dont la communication par l'opérateur n'est pas obligatoire dans le dossier COMSIS classique.

Ces données ont été identifiées dans le cadre du pilote. Elles concernent à la fois les caractéristiques techniques de stations faisant l'objet de la demande d'accord d'implantation, celles des deux stations GSM-R disposant d'un accord de l'agence et situées de part et d'autre du projet de station mobile public, et, potentiellement, celles des stations mobiles disposant d'un accord de l'agence et situées à moins de 1000 m de la voie.

Ces caractéristiques comprennent:

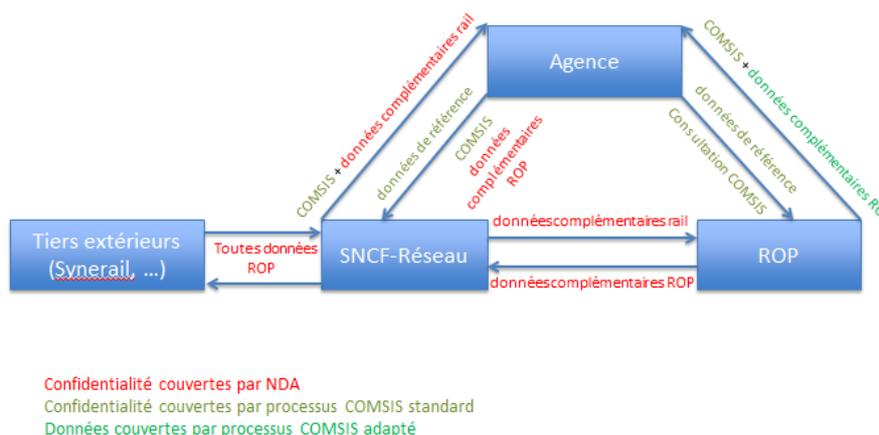
- le tilt de l'antenne ;
- la référence constructeur de l'antenne ;
- les fréquences GSM-R, GSM et UMTS exactes utilisées.

Seules les deux premières caractéristiques sont considérées nécessaires par l'Agence dans le cadre des nouvelles demandes d'accord. En l'absence de la dernière il est considéré que l'opérateur mobile pourrait utiliser la totalité du spectre de sa bande, ce qui peut majorer le risque perçu lié au projet.

A noter, que lors de l'analyse initiale du risque IM3, des caractéristiques par défaut sont utilisées pour les stations existantes. Ces paramètres par défaut sont précisés au chapitre préconisations et seront précisés dans la procédure cible.

La procédure a donc été adaptée, dans le cadre du pilote, pour recueillir ces données lors de la demande d'accord et en assurer le partage auprès des acteurs ayant à en connaître, dans le respect des règles de confidentialité exigées.

Des accords de confidentialité entre les parties prenantes ont été mis en place à cet effet (cf. schéma ci-dessous)



2.4 Partage de la méthodologie d'évaluation du risque d'IM3

Au-delà des données complémentaires nécessaires, il est essentiel que la procédure d'accord applicable aux projets d'implantation de stations 2G ou 3G en bande 900 MHz à proximité des voies équipées de GSM-R puisse s'appuyer sur une méthodologie partagée de l'évaluation du risque de perturbation de la réception GSM-R.

Dans le cadre du pilote cette méthodologie d'analyse de risque IM3 a été précisée par Synerail et SNCF Réseau, puis partagée avec le groupe de travail, et validée par les parties (Cf. Annexe 1).

Elle repose de manière générale sur deux étapes :

- la première consiste à évaluer le champ qui serait généré sur la voie ferrée par la station ROP en projet. SNCF Réseau considère qu'un risque existe dès lors que ce champ dépasse un seuil défini sur la base des conclusions du rapport ECC 229 de la CEPT et validé par les parties dans le cadre du pilote (Cf. Annexe 2). Ce seuil dépend, d'une part, du type de ligne ferroviaire (ligne classique ou LGV) et d'autre part du niveau de champ radio GSM-R reçu à une hauteur de 4m au-dessus des voies ferrées;
- la seconde consiste, à confirmer le risque dans le cas où la présence d'autres stations 2G ou 3G à proximité de la station en projet pourrait causer au sein des terminaux GSM-R des IM3 potentiellement perturbateurs pour la réception GSM-R.

2.5 Mise en place, par plusieurs acteurs, d'une organisation dédiée à l'instruction de la procédure et adaptation des outils

SNCF Réseau, Synerail, Bouygues Telecom, Orange et l'agence ont adapté leur organisation afin d'être en mesure d'industrialiser au maximum le traitement des demandes d'implantation des stations 2G et 3G en bande 900 MHz.

- une calibration, voire des évolutions, des outils de planification et d'analyse ont été réalisées sur la base des mesures réalisées par Synerail le long des voies pour adapter les simulations aux conditions de fonctionnement des réseaux en présence (ex. hauteur de l'antenne de réception GSM-R, ...);
- l'évaluation des risques a été confiée à une équipe ou à une entité spécifiquement formée à cette tâche.

3. Points de vigilance

Quelques points de vigilance subsistent. Ces points, qui ne mettent pas en question l'implémentation des dispositions de la procédure de coordination préventive à l'issue du pilote et durant la période transitoire, devront faire l'objet d'un contrôle attentif par les parties prenantes et pourront susciter des adaptations futures du processus.

3.1 Inégalité du niveau d'avancement des opérateurs mobiles publics

Si toutes les parties prenantes ont participé et contribué au groupe de travail relatif à la mise en œuvre des procédures pilotes de coordination GSM-R, force est de constater, à l'issue du pilote, que la mise en œuvre des dispositions spécifiques à la procédure de coordination préventive est plus complète et plus avancée chez les acteurs potentiellement les plus concernés par les problèmes de coexistence entre systèmes en bande 900 MHz: SNCF Réseau et Synerail, Bouygues Telecom et Orange et enfin l'agence.

3.2 Qualité des données

La qualité et la complétude des données sont une exigence essentielle au regard de la qualité et de la fiabilité de l'analyse du risque de perturbation de la réception GSM-R.

Il convient, par conséquent, que les opérateurs ROP et SNCF Réseau veillent à la complétude et à la qualité des dossiers de demande d'accord qu'ils adressent à l'agence.

Il apparaît également essentiel, pour assurer la réactivité de la procédure et minimiser les durées de mise en différé des dossiers COMSIS déposés par les opérateurs mobiles, que SNCF Réseau veille à la prise en compte, d'une part, des données déclarées dans le dossier de demande COMSIS (notamment le tilt et la référence antenne) dès la première analyse de risque, et, d'autre part, des données réelles précises communiquées, le cas échéant, par l'opérateur dit « nouveau » (i.e ; celui dont la station est sujette à une demande d'accord de l'Agence) dans le cadre de l'instruction des dossiers qui peuvent être légèrement différentes des données déclarées dans les dossiers COMSIS.

Dans le même souci d'efficacité, de réactivité et de fluidité, il est également essentiel que les dossiers de réserve transmis par SNCF Réseau aux opérateurs mobiles et à l'Agence soient complets, univoques et parfaitement conformes aux exigences exprimées par les acteurs dans le cadre du pilote et qui devront figurer dans le fichier navette dont la mise en œuvre sera prévue par le guide de procédures GSM-R.

Enfin, pour les cas de perturbations impliquant au moins deux opérateurs mobiles en l'absence de données de tilt et de référence d'antenne pour le site existant, SNCF Réseau fondera son analyse sur des valeurs génériques de ces paramètres et en informera les opérateurs concernés. Ces valeurs doivent être pertinentes au regard des objectifs de protection de la réception GSM-R et de déploiement des réseaux mobiles publics, et donc réalistes et conservatoires. Ces valeurs sont définies dans le chapitre préconisations et seront précisées dans la procédure cible. Ces paramètres feront l'objet de révision selon nécessité.

L'opérateur mobile dit « existant » (i.e. celui dont la station impliquée dans la perturbation a déjà reçu l'autorisation de l'Agence) pourra communiquer les valeurs réelles des paramètres techniques de sa station afin qu'elles soient utilisées dans les études de risque. Le cas échéant, les données complémentaires relatives à la station existante seront alors enregistrées dans la base STATION afin d'en assurer la traçabilité (cf. 3.3).

3.3 Disponibilité et traçabilité des données

Dans un souci de réactivité de la procédure de coordination, des données actualisées ou complémentaires relatives aux stations existantes pourront être corrigées ou complétées dans le « fichier navette » consolidé par chaque acteur précisant les données à prendre en compte par les parties lors du traitement des réserves.

Dans le cas où ces données diffèreraient des données figurant dans la base STATION ou qu'elles les complèteraient, sans pour autant remettre en cause l'accord de l'agence, l'opérateur concerné devra en demander la mise à jour dans STATION.

En particulier si une réserve était levée par SNCF Réseau suite à la fourniture par l'opérateur mobile nouveau d'une solution fréquentielle spécifique supprimant le risque d'IM3, l'opérateur devra s'engager à respecter par la suite cette contrainte fréquentielle (liste de fréquences interdites). Dans le cas où la contrainte est liée à la présence d'une installation mobile publique existante en bande 900 MHz à proximité de la zone de fragilité identifiée, cette contrainte pourrait être levée en cas de suppression de cette installation préexistante.

3.4 Filtrage amont des projets

Dans le cadre du pilote, certaines demandes qui n'embarquaient pas d'évolution des paramètres d'exploitation des systèmes 900 MHz ont néanmoins fait l'objet d'un dépôt de réserve par SNCF Réseau. La faisabilité d'une solution permettant d'éviter de telles réserves, devra être étudiée notamment en permettant à SNCF Réseau, l'identification des dossiers COMSIS impliquant une évolution des systèmes 900 MHz.

En tout état de cause, lorsqu'une modification technique en COMSIS d'une installation radioélectrique d'un ROP ne concerne pas la bande 900 MHz, et que cette station bénéficie d'un accord antérieur de l'agence pour les systèmes GSM et UMTS 900 MHz, cet accord ne peut être remis en question dans le cadre de la procédure préventive GSM-R.

3.5 Diversité des modèles numériques de terrain utilisés

Cette diversité est inhérente à la diversité des outils utilisés par les acteurs. Elle appelle à une vigilance particulière lors de l'analyse et de la comparaison des études réalisées par les par-

ties. Elle permet, en effet, de rendre compte de certains écarts de simulation et peut apparaître comme une aide utile à la décision et à l'arbitrage de l'agence.

D'une manière générale, le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé par SNCF Réseau se caractérise par une très grande précision des données géographiques aux abords directs des voies ferrées. Au-delà, il utilise une notion de *clutter* spécifiant des hauteurs moyennes en fonction de la nature des terrains considérés (zone urbaine, semi-urbaine, forêt, ...) et ne prend pas en compte le contour réel des bâtiments. Cela peut conduire à des divergences de diagnostic quant au risque de perturbation du GSM-R, entre SNCF Réseau et les opérateurs mobiles, car le manque de précision du modèle de terrain entraîne notamment dans certains cas une surévaluation de la puissance 2G/3G simulée au-dessus des voies ferrées.

Les modèles numériques de terrain utilisés par les opérateurs et par l'agence présentent un moindre niveau de précision le long des voies ferrées. Ils intègrent en revanche le contour des bâtiments au pas retenu (généralement 5m).

A noter que les modèles de propagation utilisés par chacune des parties présentent un point commun : la faible précision pour les calculs en champs proches, ceci est lié au fait que ces modèles de propagation ont été optimisés pour les calculs en champs lointain. Aussi, dans le cadre du pilote, un cas (N°46) a fait l'objet de mesures in-situ pour vérifier le niveau de champ GSM-900 mesuré d'une station ROPs au niveau des zones de faiblesses identifiées par SNCF Réseau/SYNERAIL. Ces mesures ont mis en évidence, pour toutes les parties, des écarts entre niveaux simulés et niveaux mesurés, sans pour autant permettre de définir un modèle à privilégier. D'autre(s) mesure(s) seront donc nécessaire(s) dans le cadre de la procédure d'arbitrage de l'ANFR avant de pouvoir identifier une solution plus fiable de calcul des niveaux des ROPs en champs proche.

3.6 Diversité des approches utilisées pour l'analyse de risque

SNCF Réseau fonde ses analyses de risque sur la simulation du champ généré par les stations des opérateurs mobiles publics, et sur les mesures dynamiques qui ont été réalisées par Synerail ou autre toute autre maîtrise d'œuvre, généralement lors de la mise à disposition des réseaux GSM-R.

Les opérateurs mobiles publics réalisent, de leur côté, une analyse de risque sur la base de la simulation à partir des caractéristiques échangées, des champs 2G ou 3G concernés, et du champ GSM-R sur la voie.

Cette diversité de pratiques (mesures versus simulations) demeure, à ce stade un point de pré-occupation, auquel l'agence doit répondre en précisant les modalités et dispositions qu'elle

envisage de retenir pour assurer son arbitrage dans les cas de différends persistants entre parties.

En effet, le pilote a montré que pour certaines réserves, cette différence d'approche est à l'origine de la différence de diagnostic des parties quant au risque de perturbation du GSM-R.

3.7 Délais de traitement des réserves

Les statistiques relatives aux délais de traitement des demandes ayant fait l'objet d'un dépôt et d'une levée de réserve, observées dans le cadre du pilote, ne peuvent à ce stade caractériser la performance future attendue de la procédure de coordination préventive en mode industriel.

Elles intègrent, en effet, les délais de traitement manuel et de correction des outils qui ont jalonné les travaux réalisés par le groupe de travail dans une perspective de consolidation et d'optimisation de la procédure cible.

Ces délais sont néanmoins intéressants pour peu qu'ils soient considérés comme un indicateur de la performance minimale attendue du fonctionnement de la procédure. Les opérateurs mobiles rappellent que le délai d'obtention d'un accord, au-delà des quatre semaines de consultation de la procédure COMSIS constitue un paramètre majeur à l'évaluation des coûts relatifs à la problématique GSM-R, et donc un indicateur clé pour évaluer le bon fonctionnement de la procédure qui découlera du pilote. En effet, au-delà des coûts d'étude, pour les opérateurs mobiles les délais impliquent des pertes de chiffre d'affaire et d'éventuelles pénalités financières.

Ils révèlent, en outre,

- la capacité de SNCF Réseau à instruire les demandes et à informer les parties prenantes de ses analyses dans un délai moyen de 11 jours ouvrés à compter de la mise en circulaire des demandes, laissant en moyenne aux opérateurs 5 jours ouvrés pour engager un échange avec l'opérateur ferroviaire avant dépôt éventuel de la réserve ;
- la capacité de SNCF Réseau à respecter les délais de la procédure COMSIS

Une vigilance particulière doit, en revanche, être apportée aux délais de réponse de SNCF Réseau, aux délais de transmission des paramètres réels par l'opérateur mobile « existant » suite à une demande de l'opérateur mobile « nouveau », ainsi qu'au délai d'arbitrage de l'agence suite à la réception des données d'analyse des parties.

Le groupe de travail recommande de fixer les objectifs de délais de réponse, comme suit :

- délai de réponse de SNCF Réseau suite à demande de contre-analyse de l'opérateur mobile : 5 jours ouvrés dans une limite de 5 cas simultanés tous opérateurs confondus ;
- délai de réponse de SNCF Réseau suite à demande de confirmation de paramètres : 2 jours ouvrés ;
- délai de réponse de SNCF Réseau suite à demande de confirmation de levée de réserve : 2 jours ouvrés ;
- délai de réponse de l'ANFR suite à demande d'arbitrage de l'opérateur mobile : 5 jours ouvrés dans une limite de 5 demandes simultanées tous opérateurs confondus.
- Délai de réponse de l'opérateur mobile « existant » suite à une demande de l'opérateur mobile « nouveau » (transmission des paramètres réels de la station « existante ») : 2 jours ouvrés.

Le respect de ces délais devra être suivi par le comité de gouvernance de la procédure (cf. chapitre Préconisations).

Par ailleurs, le groupe propose de maintenir le mode de fonctionnement du pilote dans le cas de la procédure industrielle avec pré échange entre SNCF Réseau et opérateurs avant dépôt d'une réserve.

3.8 Procédure d'arbitrage par l'Agence

A la date du bilan quatre demandes d'arbitrage ont été adressées par Bouygues Télécom à l'agence :

- la première le 6 juillet 2016 (cas 46) ; arbitrage présenté au groupe le 22/09/2016 ;
- la deuxième le 18 juillet 2016 (cas 64) ; arbitrage présenté au groupe le 22/08/2016 ;
- la troisième le 19 août 2016 (cas 69), arbitrage en cours au 22/09/2016 ;
- la quatrième le 22 septembre 2016 (cas 96) ; arbitrage en cours au 22/09/2016.

Au regard de cette faible volumétrie, le pilote n'a pas permis de finaliser une procédure d'arbitrage agréée par toutes les parties. Les travaux devront donc se poursuivre lors de la mise en œuvre des procédures cibles décrites dans la version V1.0 du guide afin de finaliser cette procédure dans la version V2.0. D'ici cette finalisation, les demandes d'arbitrage pourront continuer à être soumises à l'Agence, selon les modalités appliquées durant le pilote.

BILAN DU PILOTE RELATIF A LA COORDINATION CORRECTIVE

1. Rappel des principes généraux de la procédure corrective

L'objet de cette procédure est d'assurer la prise en charge et la résolution, dans les meilleurs délais, par une coordination entre acteurs, et, le cas échéant, par la formulation de préconisations par l'Agence nationale des fréquences, des problèmes de perturbation de la réception GSM-R observés sur le terrain, et liés à la présence de stations mobiles en bande 900 MHz à proximité d'une voie ferrée.

Par perturbation de la réception GSM-R, on entend toute perte de réseau en exploitation et subie par jour sur une zone donnée par au moins trois modules radio d'engins différents, rendant de ce fait impossible la transmission d'une alerte radio, ou conduisant à un freinage d'urgence ETCS, en dehors de tout dysfonctionnement GSM-R "bord et sol".

Cette procédure a vocation à traiter les cas complexes de perturbations avérées du GSM-R et liés aux émissions des stations des opérateurs mobiles, quelle que soit l'étape du cycle de vie des réseaux GSM-R (avant ou après la mise en exploitation du GSM-R).

Les cas complexes de perturbation sont :

- ceux issus de plusieurs sites opérateurs mobiles ;
- ceux pour lesquels les parties ne parviennent pas à un accord ;

L'Agence sera tenue périodiquement informée de l'ensemble des perturbations GSM-R.

La coordination corrective doit s'attacher à apporter une solution proportionnée au problème rencontré et à l'impact ferroviaire afin de ne pas entraver indûment le déploiement des réseaux mobiles ouverts au public.

L'appel à une instance de coordination, d'arbitrage et de suivi doit être motivé. Il est justifié pour le traitement des cas d'urgence et des cas complexes présentant un impact ferroviaire avéré.

Clarification de la notion d'impact ferroviaire

- Hors exploitation GSM-R (i.e. réseau GSM-R en service technique mais non utilisé de manière opérationnelle): un impact ferroviaire est avéré s'il y a coupure à vitesse lente ou communication inaudible aux points singuliers du réseau (i.e. toute zone sur laquelle un train est susceptible de s'arrêter).
- En exploitation GSM-R : un impact ferroviaire est avéré s'il y a pertes récurrentes du réseau en exploitation causées par des perturbations du GSM-R. Il est alors motivé par une analyse d'impact menée par SNCF Réseau au cas par cas.

SNCF Réseau fournira un rapport d'analyse détaillé, explicitant les problèmes rencontrés, les solutions possibles et celles préconisées, le planning cible et les interlocuteurs techniques.

Procédure d'urgence

En cas d'impact bloquant constaté ou imminent sur l'exploitation ferroviaire et directement lié à des perturbations du GSM-R, l'exploitant du réseau GSM-R saisit directement le Bureau Centralisateur National de la Direction du contrôle du spectre de l'ANFR (BCN), informe les parties prenantes, afin que soit identifiée et mise en œuvre, dans les meilleurs délais, une solution conservatoire préconisée par l'Agence et permettant la résolution des perturbations. La levée des mesures conservatoires est réalisée après instruction du cas par la cellule Remédiation.

Le synoptique de la procédure de coordination corrective mise en œuvre dans le cadre du pilote figure en Annexe 3.

Les opérateurs mobiles rappellent que toute mesure conservatoire induisant une perte de trafic sur un secteur allumé depuis des années devient un centre de coût majeur du processus car il implique des pertes de chiffre d'affaire avec un impact en termes d'image très négatif pour l'opérateur.

2. Cas instruits dans le cadre de la procédure

Sur la durée du pilote, quatre cas ont été soumis à la procédure de remédiation par transmission, par SNCF Réseau dont deux ont été traités de manière détaillée.

Il s'agit du cas de « la Vilette » et du cas de « Talence ». Dans un cas comme dans l'autre, une optimisation du réseau GSM-R s'est avérée, à l'étude, possible mais insuffisante pour résoudre totalement les perturbations de la réception GSM-R sur la zone de perturbation.

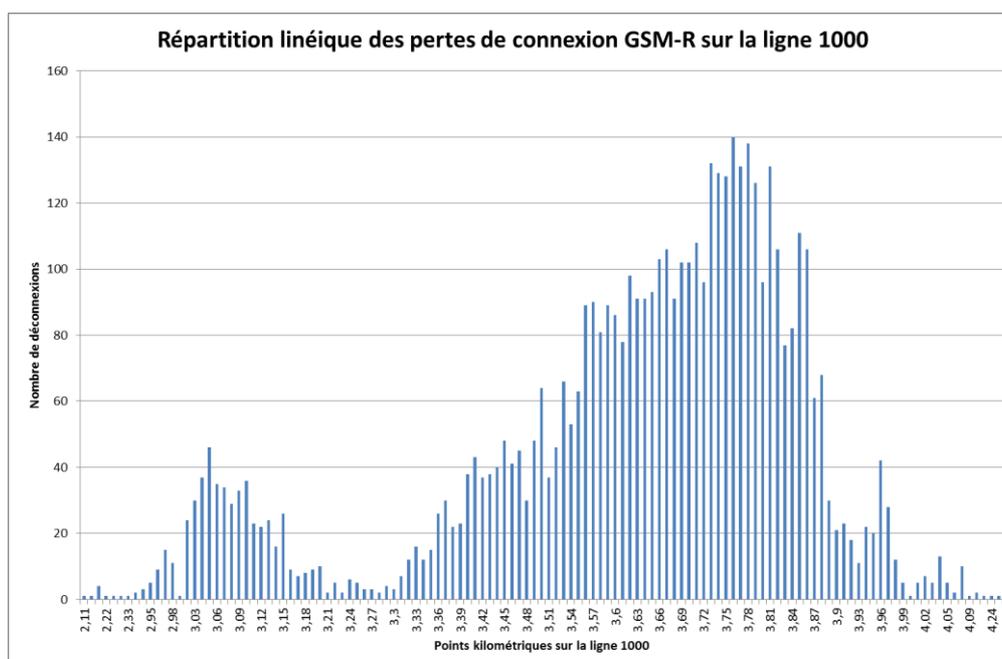
Dans le cas de La Vilette, aucune baisse de puissance n'a été demandée à ce stade aux opérateurs mobiles. En revanche, dans le cas de Talence, des baisses substantielles de puissance (supérieures à 5 dB) ont été exigées, qui sont de nature à dégrader significativement la couverture et la qualité de service mobile sur la zone.

2.1. Cas la Vilette

Dans le cas de Paris-La Vilette (zone dense présentant un nombre important de combinaisons d'IM3) des pertes de réseaux GSM-R intermittentes récurrentes étaient signalées, en interne à la SNCF, depuis 2011, avec une augmentation des signalements depuis septembre 2014 et une accélération depuis mai 2015.

Les mesures statiques réalisées sur le terrain mettent en évidence l'extrême difficulté à caractériser précisément le problème en termes de probabilité d'occurrence et d'origine de la perturbation. Les perturbations observées sont intermittentes et dépendent, par ailleurs, de l'heure de la journée (dépendant de la variabilité de la charge de trafic des réseaux mobiles publics).

Ci-dessous la répartition géographique des 5 091 pertes de connexion observées sur le 2ème trimestre 2015 :



Cartographie des pertes de connexion :



L'augmentation du niveau de risque lié à ouverture, le 13 décembre 2015, de la gare de Rosa Parks, a motivé l'activation par SNCF Réseau, le 16 septembre 2015, de la procédure pilote de remédiation.

L'ouverture d'une nouvelle gare est, en effet, un évènement médiatique propice au dépôt de préavis de grève ou de mise en application du droit de retrait de la part des conducteurs. Elle s'accompagne également d'une aggravation d'un impact sur la régularité et la sécurité en cas d'absence de service GSM-R :

- par l'augmentation du nombre de signaux de signalisation – points d'arrêt des trains où ceux-ci appellent,
- par l'augmentation du nombre de circulations,
- par l'augmentation du risque de type « voyageurs sur les voies » et donc du nombre d'alertes radio émises sur ce secteur.

Au regard du risque de non réception de l'alerte radio pour les circulations ferroviaires, la demande a fait l'objet d'une mesure conservatoire pendant la période des congés de fin de l'année 2015, et de deux mises à niveau du réseau GSM-R proposées par l'Agence. La zone fait à présent l'objet d'une surveillance en service régulier depuis janvier 2016.

Les corrections GSM-R mises en œuvre par SNCF Réseau/SYNERAIL reposent, dans le cas de la Villette, sur l'installation d'amplificateurs *High Efficiency Power Amplifier* (HEPA) – opération réalisée en décembre 2015 - sur les sites GSM-R illuminant la zone de fragilité ainsi que sur une modification du couplage d'antenne sur l'un des deux sites afin de renforcer le niveau de champ GSM-R sur la zone de fragilité (dernière modification antennaire réalisée en

juin 2016). Par ailleurs et sur demande de l'agence, une étude de faisabilité du déplacement d'un site GSM-R a été réalisée par SNCF Réseau. Les conclusions de cette étude seront présentées à la cellule de remédiation.

A noter qu'à ce jour, aucune modification n'a été demandée aux opérateurs mobiles publics excepté une baisse de puissance temporaire appliquée pendant les périodes de fêtes de fin de l'année 2015 accompagnée de la mise en place d'une procédure d'urgence qui n'a pas été activée à date.

Le cas de La Villette est à présent sous observation afin de vérifier l'efficacité et la suffisance des mesures déjà prises. Une circulation a été réalisée en S38 pour mesures dynamiques, l'analyse de ces mesures sera restituée au GT remédiation.

2.2. Cas Talence

Dans le cas de Talence des perturbations permanentes de type IM3 entraînant une perte du réseau GSM-R ont été constatées sur la commune de Talence lors des essais de qualification du déploiement GSM-R par SYNERAIL (27/08/2015 et 16/11/2015) qui ont par ailleurs confirmé l'origine du problème (IM3).

La procédure de coordination corrective a été activée par la SNCF du fait des contraintes de calendrier prévisionnel de mise en exploitation du GSM-R (MEX prévue le 24 septembre 2016).

La correction mise en œuvre par SNCF Réseau/SYNERAIL au niveau du réseau GSM-R le 30 mars 2016, dans le cas de Talence, consistait à modifier l'azimut d'une antenne sur l'un des sites GSM-R afin d'augmenter le champ dans la direction de la zone de fragilité. Une modification du Plan d'Exploitation Ferroviaire par l'exploitant (modification sans lien avec la perturbation IM3), après le dépôt du dossier de remédiation, a permis de tester cette solution de réingénierie de la zone. Cependant des essais dynamiques réalisés à bord d'un train de test en mai 2016 ont mis en évidence des coupures sur la zone.

L'ANFR a demandé le 26 juillet 2016, aux opérateurs mobiles publics des baisses de puissance sur la zone de fragilité afin de remédier complètement aux perturbations constatées sur la zone:

- Bouygues Telecom :
 - 7 dB sur le secteur 2G 250°
 - 4 dB sur le secteur 3G 250°
- SFR :
 - 4 dB sur le secteur 2G 30°
 - 6 dB sur le secteur 2G 150°

- Orange :
 - 1 dB sur le secteur 2G 30°
 - 3 dB sur le secteur 2G 150°

Ces baisses de puissance ont été mises en œuvre, selon les opérateurs, entre S32/2016 et S34/2016 et sont opérationnelles à date. La nouvelle campagne de mesure SNCF Réseau (mesure dynamique) s'est déroulée début S35/2016. A la date du présent bilan, l'analyse de ces mesures est en cours.

3. Enseignements

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de ces deux cas traités au travers du pilote de coordination corrective.

3.1. Nécessité de mettre en œuvre les optimisations simples du réseau GSM-R avant de déclencher la procédure de coordination corrective

En dehors des cas nécessitant le déclenchement de la procédure d'urgence, il importe que SNCF Réseau ait envisagé et mis en œuvre, avant de déclencher la procédure de coordination corrective, toutes les mesures d'optimisation simples et techniquement atteignables du réseau GSM-R pouvant concourir à la résolution ou à l'amélioration de la situation rencontrée. Afin de préserver la réactivité et l'efficacité de la procédure, seuls ont vocation à être adressés à la cellule de remédiation les cas complexes ayant un impact ferroviaire avéré et pour lesquels les améliorations ou solutions apportées se sont révélées insuffisantes.

3.2. Nécessité d'anticiper la remontée d'information vers l'Agence en cas de perturbation ayant un impact ferroviaire

En raison de calendriers contraints par des échéances spécifiques (l'ouverture commerciale de la gare de Rosa Parks dans le cas de la Villette, et la mise en exploitation du réseau GSM-R sur la ligne dans le cas de Talence), l'intervention de la cellule de remédiation a été sollicitée, dans les deux cas, pour mobiliser l'ensemble des acteurs et trouver au une solution sous trois mois.

Les travaux réalisés ont mis en évidence, dans un cas comme dans l'autre, que les délais nécessaires pour la mise en œuvre de solutions de remédiation peuvent être importants (dans le cas de la Villette, trois mesures de remédiation ont été préconisées le 05/11/2015, une première solution a été implémentée le 02/12/2015 et la seconde le 31/05/2016).

Les conclusions de l'étude relative à la réingénierie radio GSM-R (déplacement du site GSM-R Ourq-Pantin) sur la zone selon les préconisations de l'ANFR n'ont pas été rendues et restent à être restituée par SNCF Réseau.

D'une manière générale, la correction d'une situation justifiant le recours à la procédure de remédiation se déroule en trois étapes : l'analyse de la situation, l'identification et la sélection des solutions, l'analyse d'efficacité de la solution mise en œuvre, idéalement par une prise de mesures avant et après mise en œuvre des mesures correctives. Le processus de remédiation peut être itératif. Dans le cas de brins GSM-R non encore mis en exploitation, la programmation de campagnes de mesures en mobilité est souhaitable.

Il est donc important que SNCF Réseau signale à l'Agence le plus tôt possible les cas de perturbation, en fonction notamment de leur impact potentiel et des événements susceptibles d'en augmenter la criticité (par exemple ouverture d'une nouvelle gare). Cette information pourrait notamment se faire au travers de l'actualisation par SNCF Réseau et du partage avec l'agence d'un fichier présentant les cas de perturbation avec un impact ferroviaire avéré et pour lesquels SNCF Réseau est en cours d'amélioration de sa couverture radio.

Ceci permettrait d'anticiper, le cas échéant, l'arrivée d'éventuelles futures DIB ou de procédures d'urgence.

Une analyse préalable de ces cas de perturbation permettra d'identifier en amont les mesures conservatoires qui seraient applicables dans le cas d'une activation de la procédure d'urgence i.e. dans le cas d'impact imminent sur l'exploitation ferroviaire lié à une perturbation de la réception GSM-R.

3.3. Analyse de l'efficacité des solutions

Le contrôle de l'efficacité de la solution mise en œuvre pour remédier à une perturbation de réception GSM-R est une étape essentielle du processus de remédiation.

Trois types de mesures ont été identifiés pour concourir à ce contrôle :

- i. les mesures de champ statiques réalisées in-situ à proximité (mesures fixes) de la zone de fragilité. Les mesures fixes ou statiques nécessitent de disposer d'une zone proche de la zone de perturbation pouvant accueillir une équipe et une installation fixe de contrôle de champ électromagnétique. Ces mesures présentent l'inconvénient de ne pas reproduire exactement les conditions réelles d'un train en circulation et présentent une marge d'incertitude. Elles permettent néanmoins une mesure spectrale complète de la bande 900 MHz ;

- ii. les mesures mobiles ou dynamiques à bord d'un train de mesure spécialement équipé. Ces dernières ne peuvent généralement être envisagées que dans le cas où des programmes de mesures mobiles ont été planifiés (i.e. principalement avant mise à disposition ou avant mise en exploitation du brin GSM-R) ;
- iii. l'analyse des journaux de bord des terminaux de cabine de SNCF Mobilités circulant sur la zone de fragilité. Cette solution repose sur la récupération de l'enregistrement des défauts dans les Journaux de Bord de terminaux GSM-R utilisés à bord des trains de SNCF Mobilités. Cette récupération s'effectue manuellement tous les 13 mois dans le cadre des opérations de maintenance. Elle permet de fournir une information statistique sur les principales zones de perturbation et leur intensité vue des trains en circulation avec un certain retard dans le temps lié à la méthode de récupération. Cependant, elle présente, un certain nombre de limitations qui exclut, à date, son exploitation comme contrôle de la performance des solutions de remédiation mises en œuvre :
 - a. une absence de remontée dans le Journal de Bord ne doit pas être interprétée comme une absence de perturbation. En effet, le terminal de cabine ne trace que les absences de réseau GSM-R de plus de 5 secondes, masquant ainsi les autres ;
 - b. une variation temporelle du nombre de pertes de connexion ne peut être directement interprétée comme une variation de la qualité du réseau, du fait de la non-pertinence statistique de ces informations, sauf si une grande majorité des Journaux de Bord est disponible et que les conditions d'exploitation sont restées identiques.

Ainsi, l'analyse des Journaux de Bord ne peut servir qu'à mettre en évidence des présomptions d'interférence en termes de localisations géographiques, mais n'est en aucun cas une analyse fine des performances du réseau GSM-R.

Par conséquent, et en dépit de son incertitude, les moyens (i) et (ii) sont à privilégier.

Le moyen (iii) est préconisé en complément en surveillance des zones en remédiation.

3.4. Pertinence de la procédure d'urgence

La mise en place d'une procédure d'urgence permettant d'appliquer des mesures conservatoires, dans les cas de situations de perturbation bloquante des circulations ferroviaires, est essentielle.

Cette procédure est fondée sur :

- i. l'identification préalable des modalités de remédiation en urgence (i.e. niveau de réduction de la puissance reçue sur la voie de certains secteurs identifiés d'opérateurs, en 2G et/ou en 3G) dans la mesure du possible sur la base du signalement anticipé vers l'agence des cas de perturbation ayant un impact ferroviaire avéré;
- ii. la communication par ces opérateurs de contacts habilités à appliquer, en urgence, la mesure de remédiation sur demande de l'agence ;
- iii. la mise en place, par l'agence, d'un dispositif d'accueil, de contrôle, et de traitement des demandes d'activation issues de SNCF Réseau.

BILAN : LES COÛTS

Les coûts de mise en œuvre du pilote ainsi que les coûts prévisionnels de mise en œuvre des procédures cibles de coordination préventive et corrective, dans le contexte de la protection de la réception GSM-R, sont des éléments jugés confidentiels par certaines parties.

A ce titre, SNCF Réseau et les opérateurs mobiles publics n'ont pas souhaité qu'ils figurent au bilan du pilote. Ils signalent néanmoins que, selon leur estimation, ces coûts sont significatifs et très dépendants, pour les opérateurs mobiles, des délais de résolution des réserves dans le cadre de la procédure préventive ainsi que de mesures qui entraîneraient, dans le cadre de la procédure corrective, une diminution ou une perte de trafic sur des secteurs allumés depuis des années.

PRECONISATIONS

1. Remarque générale

Dans la mesure du possible, il est souhaitable que les opérateurs de téléphonie mobile prennent en compte dès la phase de conception et d'ingénierie des réseaux en bande 900 MHz le risque de perturbation de la réception GSM-R, sous réserve qu'ils disposent de toutes les informations techniques nécessaires émanant de SNCF Réseau. Au vu des résultats du pilote, l'implantation des stations 900 MHz à une distance supérieure à 500 m des voies ferrées, lorsqu'elles ne peuvent être colocalisées avec les systèmes GSM-R, et l'évitement d'une orientation des secteurs 2G ou 3G perpendiculairement à la voie ferrée, permettent de réduire très significativement le risque de perturbation de la réception GSM-R.

2. Procédure préventive

A l'issue du pilote, le groupe de travail confirme la pertinence, en l'absence de mise en œuvre des cab-radio renforcés, d'une procédure préventive fondée sur la procédure d'accord d'implantation des stations radioélectriques. Cette procédure, fondée sur des principes partagés et transparents, devra être décrite dans un guide précisant les dispositions applicables pour une demande d'accord d'implantation d'une station mobile opérant en bande 900 MHz en zone de coordination renforcée.

Les modifications à appliquer sur la procédure pilote sont les suivantes :

- A. **Zone de coordination renforcée : elle sera limitée à 500 m de part et d'autre** des voies équipées de réseau GSM-R à la place de 1000 m retenus pour la phase pilote.
- B. **Étapes et calendrier de la procédure de coordination** : après publication dans la circulaire COMSIS (T0 étant la date de diffusion de la circulaire COMSIS),
 - i. identification du risque de perturbations de la réception GSM-R de type IM3 par SNCF Réseau et information préalable par SNCF Réseau à l'opérateur concerné dans les cas où SNCF Réseau envisage de déposer une réserve (objectif : T0+10 jours ouvrés). Cette information se fait par envoi d'un fichier « navette » standard (cf. plus loin) ;
 - ii. dans ces cas, analyse par l'opérateur concerné, et complément d'information à la demande de SNCF Réseau et contestation éventuelle au plus tard à T0+15 jours ouvrés;

- iii. contre-analyse avec les informations complémentaires envoyées par l'opérateur concerné et dépôt des réserves par SNCF Réseau à T0+18 jours ouvrés au plus tard, Nota : les délais imposés par la procédure COMSIS impliquent un dépôt de réserve au plus tard le jeudi midi de la 4^{ème} semaine de consultation d'une circulaire. Le délai entre la réponse l'opérateur concerné et la date limite de dépôt de la réserve, typiquement 3 jours, ne permet une deuxième phase d'échange avec l'opérateur concerné avant le dépôt de la réserve ;
- iv. communication par l'opérateur à l'agence, via le fichier « navette », de son analyse contradictoire éventuellement associée à des données complémentaires ou actualisées ;
- v. le cas échéant, demande d'enregistrement dans STATION par l' (les) opérateur(s) des données complémentaires ou actualisées ;
- vi. analyse de l'étude contradictoire de l'opérateur et, le cas échéant, retrait de la réserve par SNCF Réseau (objectif : dans les 5 jours ouvrés) et accord agence après analyse de la demande (objectif : dans les 3 jours ouvrés suivant la levée de réserve par SNCF Réseau) ;
- vii. en cas de désaccord persistant entre SNCF Réseau et l'opérateur demandeur, analyse et arbitrage par l'agence (objectif : dans les 5 jours ouvrés suite à réception de l'ensemble des données d'analyses de SNCF Réseau et des opérateurs)

C. Utilisation d'un fichier navette dont le format est établi et validé par le groupe projet sera initié par SNCF Réseau pour chaque projet faisant l'objet d'une réserve et partagé avec l'opérateur demandeur et l'agence. Il synthétisera les paramètres techniques du projet pris en compte pour les analyses et consolidera les résultats des analyses de risque des parties (SNCF Réseau, Opérateur, le cas échéant agence). Le cas échéant, SNCF Réseau précisera les raisons pour lesquelles il n'a pas pris en compte, dans son analyse de risque, les paramètres déclarés dans le dossier COMSIS par l'opérateur concerné.

D. Etude du risque de perturbation de la réception GSM-R de type IM3, préalable à l'émission d'une réserve, et qui sera réalisée par SNCF Réseau sur la base :

- des données issues de la base STATION, le cas échéant actualisées et/ou complétées par les opérateurs mobiles et SNCF Réseau dans le fichier navette ;
- en l'absence de données précises concernant les stations déjà existantes, les paramètres génériques suivant sont utilisés :
 - tilt = -3°
 - PIRE 2G = 60,5 dBm
 - PIRE 3G = 63 dBm

- Antenne = KAT_80010825_880960

Ces valeurs, approuvées par l'ensemble des parties prenantes, sont issues d'une analyse statistique de l'Agence indiquant que 95% des accords relatifs à des stations 2G (respectivement 3G) ont été donnés pour des puissances PIRE inférieures à 60.5 dBm (respectivement 63 dBm).

Nota : les paramètres coordonnées, HMA et Azimuts des stations existantes sont issus de Cartoradio ;

- des niveaux de champ GSM-R qui ont été mesurés sur la voie par SNCF Réseau à une date qui sera précisée ;
- des seuils de déclenchement d'une dégradation de la qualité de réception GSM-R jugée inacceptable, validés par le groupe projet à l'issue des mesures sur banc de test réalisées dans le cadre du pilote.

E. Principes et modalités d'arbitrage de l'agence : dans les cas où les parties ne parviennent pas à s'accorder sur l'appréciation du risque de perturbation de la réception GSM-R ou sur les modalités de levée de la réserve émise par SNCF Réseau, l'opérateur demandeur peut solliciter l'arbitrage de l'Agence.

La procédure d'arbitrage sera précisée dans la version V2.0 du guide relatif à la procédure de coordination préventive. Une vigilance toute particulière devra être portée par le comité de gouvernance sur le fonctionnement de la procédure d'arbitrage.

F. Suivi global des demandes en zone de coordination : celui-ci sera assuré par SNCF Réseau sur la base du format de fichier utilisé pendant la phase pilote. Ce dernier devra être enrichi de manière à permettre la production de statistiques notamment sur la nature des motifs de levée de réserves ainsi que sur les résultats et durées des arbitrages.

G. Revue trimestrielle des procédures : celle-ci est à prévoir, afin de faire le point, avec l'ensemble des parties prenantes, sur le fonctionnement des procédures et, le cas échéant, sur les adaptations qu'il conviendrait d'envisager.

H. Suivi et adaptations de la procédure : un comité de gouvernance des processus de coordination associant l'ensemble des parties prenantes (notamment SNCF,

SNCF Réseau, COSEA, UTP, opérateurs mobiles publics, ARCEP, DGE, DGITM, EPSF et Agence) devra être mis en place par l'Agence. Il veillera à :

- évaluer la situation et la performance des processus mis en place (notamment délais de traitement des dossiers à chaque étape du processus, statistique sur la coordination préventive, évolution du nombre de perturbations sur le réseau GSM-R français, nombre d'améliorations apportées au réseau GSM-R, nombre de modifications apportées aux réseaux des opérateurs de téléphonie mobile, nombre de terminaux de cabine résistants aux interférences sur le Réseau Ferré National) ;
- partager les besoins d'évolution et, le cas échéant, proposer les adaptations du processus permettant de les prendre en compte.

A l'issue du pilote, il est proposé que siègent au comité de gouvernance les représentants des parties prenantes au COPIL du pilote GSM-R et que ce comité se réunisse tous les trois mois.

3. Procédure corrective

Le dispositif de remédiation vise trois objectifs :

- rapidité de mise en œuvre d'une solution de court terme ;
- partage équitable des contraintes entre parties prenantes après optimisation des stations concernées par la perturbation ;
- l'anticipation des cas d'urgence pour la circulation des trains ;

Pour être éligibles à la saisine de la cellule de remédiation, les cas de perturbation doivent être motivés par une analyse d'impact de la SNCF. Hors cas nécessitant une procédure d'urgence, SNCF Réseau doit s'être préalablement assuré que toutes les optimisations simples du réseau GSM-R permettant de résoudre partiellement ou complètement le dysfonctionnement constaté ont été mises en œuvre.

Dans l'attente de la mise en œuvre effective des solutions de remédiation préconisées, il convient de privilégier la mise en place d'une procédure d'urgence activable en cas de perturbation bloquante des circulations ferroviaires.

La procédure de coordination corrective est décrite à l'Annexe 3 et doit s'appuyer sur les sept étapes et le calendrier suivants :

- i. transmission d'une DIB à l'Agence (T0) ;
- ii. saisine par l'Agence de la cellule de remédiation (T0+1 jour ouvré) ;
- iii. communication par l'ensemble des opérateurs des données relatives aux stations concernées sous un délai cible de 3 jours ouvrés (T0 + 3 jours ouvrés), au travers du fichier navette (même format que pour la procédure de coordination préventive). Les mesures dynamiques réalisées par SNCF Réseau avant la MEX doivent également figurer dans le fichier navette. Les écarts par rapport aux données COMSIS devront être corrigés par les opérateurs concernés ;
- iv. réunion de la cellule de remédiation sur proposition de SNCF Réseau ;
- v. étude visant à identifier des solutions potentielles et à en préciser les délais de mise en œuvre :
 - augmentation du champ GSM-R sur la zone de fragilité, dans le respect du Plan d'Exploitation Ferroviaire (PEF), sans création de nouvelle zone de fragilité (ajout d'amplificateurs HEPA, modification d'azimut d'antenne, tilt, modification de couplage ...).
NB. Ces optimisations doivent avoir été étudiées avant transmission d'une DIB à l'agence et saisine de la cellule de remédiation (hors procédure d'urgence) ;
 - diminution de la puissance des ROP sur la zone de fragilité sans création de nouvelle zone de fragilité (modification du tilt, modification d'azimut d'antenne, diminution de la PIRE). Identification de la PIRE des stations ROP présentes sur la zone permettant de résoudre le problème au cas par cas;
 - mutualisation de sites SNCF Réseau et/ou ROP ;
- vi. mise en œuvre des solutions préconisées par l'Agence dans le cadre de la cellule de remédiation. Les solutions de remédiation préconisées par l'Agence devront être proportionnées au problème rencontré en termes de coûts et de délai de mise en œuvre.
- vii. évaluation de l'efficacité de la solution mise en œuvre (mesures dynamiques, statiques, ...) et, le cas échéant, étude et mise en œuvre d'une relaxation partielle des contraintes imposées aux opérateurs n'induisant pas de dégradation significative de la qualité de la réception GSM-R.

Anticipation des dysfonctionnements et des cas d'urgence :

- communication trimestrielle, pour information, à l'agence, en amont du dépôt des DIB, des zones de dysfonctionnement identifiées comme à risque potentiel, en cours d'analyse et d'optimisation par SNCF Réseau ;

- une analyse, le cas échéant, par les parties prenantes sous le pilotage de l'Agence des cas de perturbation jugés prioritaires par SNCF Réseau afin d'identifier les mesures conservatoires qui seraient applicables dans le cas d'une activation de la procédure d'urgence.

La procédure d'urgence devra suivre les mêmes étapes mais sous des délais accélérés et avec un dossier simplifié (DIB + document d'analyse d'impact ferroviaire, sans rapport de mesures) permettant la définition de mesures conservatoires, dans l'attente de la mise en œuvre de la solution cible de remédiation.

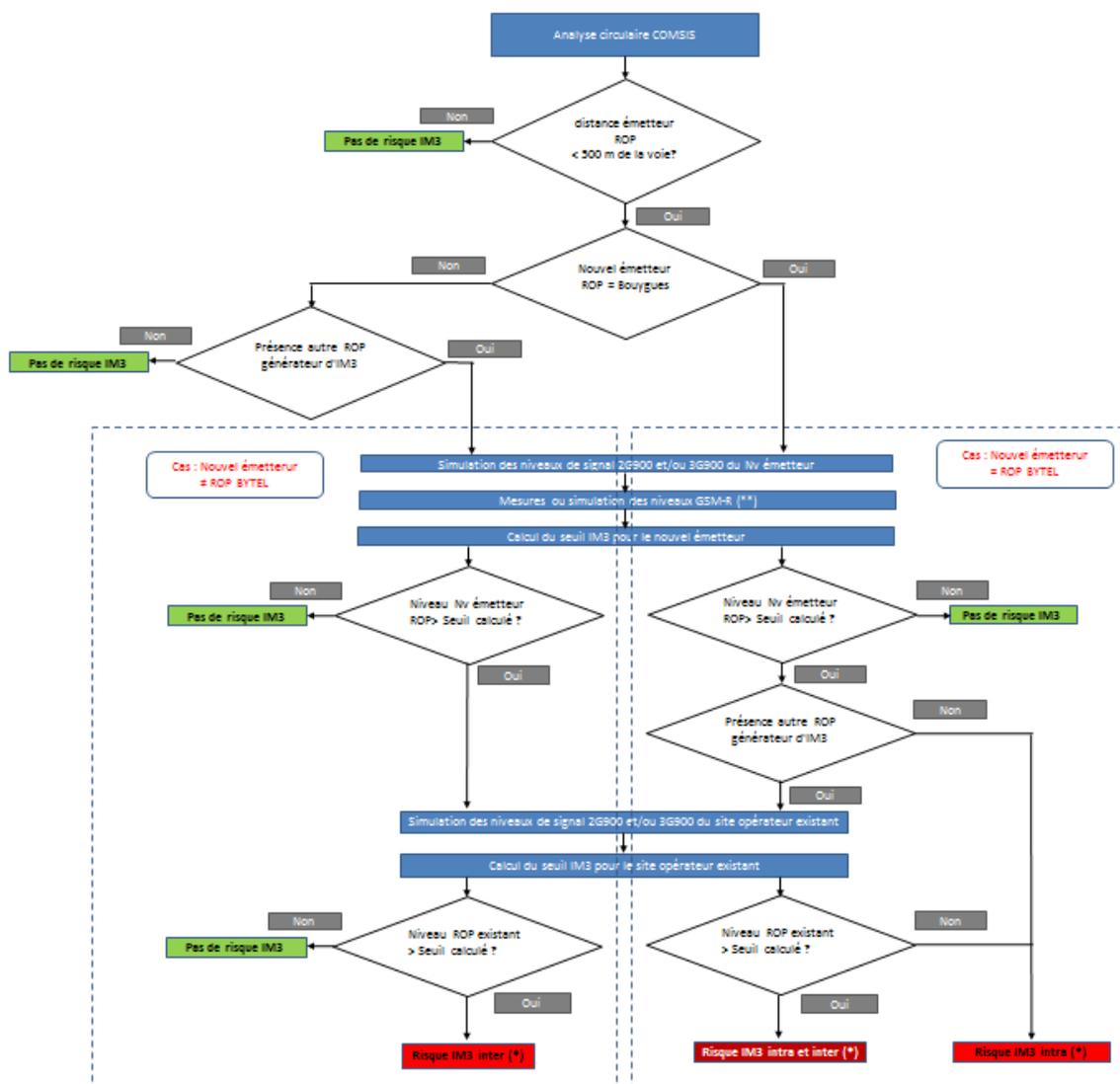
4. Éléments pour le décret prévu par l'article 18 de la loi n° 2015-1267 du 14 octobre 2015

La loi du 14 octobre 2015 a modifié l'article L. 43 du Code des postes et des communications électroniques. Le texte donne compétence à l'ANFR pour suspendre l'accord Agence lorsque, suite à la constatation d'une perturbation d'un système radioélectrique, les préconisations formulées par l'agence ne sont pas respectées par les utilisateurs de fréquences. Les modalités d'application de cette nouvelle compétence sont fixées par décret en Conseil d'Etat. Celui-ci est en cours d'élaboration.

Le périmètre d'application de ce décret ne se limite pas aux problématiques liées au GSM-R mais vise à couvrir l'ensemble des cas de remédiation pour tout type de perturbation de systèmes radioélectriques.

Ce sujet a été abordé lors des COPIL du 22 juin et du 13 septembre 2016. Il apparaît opportun de veiller à la cohérence entre le décret et le guide de procédures.

Annexe 1 : algorithme de l'analyse de risque IM3 par SNCF Réseau dans le cadre de la coordination préventive



(*) Intra = intra-opérateur / inter = inter-opérateur

(**) D'une manière générale, le niveau GSM-R pris en compte est celui issu des mesures. Toutefois, en cas d'indisponibilité de ces mesures, une simulation des niveaux GSM-R est réalisée pour déterminer le seuil IM3.

Annexe 2 : seuils de déclenchement du risque de perturbation de la réception GSM-R

Niveau GSM-R à 50 % (dBm)		Ligne Classique	Ligne TGV
		-88	-82
Seuil 2G (dBm)	IM3 2G-2G	-35.7	-34.7
	IM3 2G-3G	-29.7	-28.7
Seuil 3G (dBm)	IM3 3G-3G Mono-porteuse	-31	-30
	IM3 3G-3G Inter-porteuses et 3G-2G	-29.7	-28.7

Annexe 3 : synoptique de la procédure de coordination corrective

