

Mise en place du DAB+

La radiodiffusion numérique

Dr. Les Sabel



Préambule

Le processus d'adoption et de déploiement d'une nouvelle norme de radio par diffusion numérique est complexe, et comprend un large éventail d'activités et d'acteurs. Dans ce document, l'objectif de mise en place de la radio numérique DAB est pensé comme un ensemble de procédés interactifs permettant aux parties prenantes de mieux appréhender la complexité des activités requises. Ce guide est destiné à servir d'introduction au processus, mais pourra également être consulté ultérieurement. Il convient à la fois aux nouveaux adoptants des pays désirant mettre en œuvre la radio numérique en DAB+, ainsi qu'aux pays ayant déjà entamé le processus.

Le processus d'adoption comprend plusieurs sous-processus qui couvrent la sensibilisation, les démonstrations, l'analyse de rentabilité, la réglementation, la planification et la conception du réseau, ainsi que le déploiement, chacun d'entre eux ayant leur propre ensemble de processus et activités, dont un grand nombre sont liés et interdépendants. Ce document fournit des conseils et des exemples à tous les acteurs de l'écosystème radio, notamment :

- Les radiodiffuseurs et producteurs de contenu auxquels nous démontrons les avantages de l'utilisation de la technologie de radio numérique DAB+ en termes d'analyse de rentabilité et de capacités techniques ;
- Les régulateurs, quant aux moyens possibles d'introduire le DAB+ pour assurer une utilisation efficace du spectre de fréquence, et d'octroyer des licences pour la radio en DAB+ tels que l'allocation de fréquence, l'autorisation de contenu, d'équipement et de transmissions ;
- Les ingénieurs et les organisations de gestion de réseau et de transmission quant aux activités à entreprendre pour concevoir, déployer et exploiter les systèmes DAB+ ;
- Les particuliers et les organisations commerciales et marketing, en termes de sensibilisation à l'écosystème, incluant les radiodiffuseurs et le public, la fourniture de récepteurs domestiques et dans les installations automobiles, le développement de nouveaux contenus et le fonctionnement continu des systèmes DAB+.

Si cet e-book couvre la plupart des aspects techniques de la conception et de la mise en œuvre des réseaux et systèmes DAB+, il aborde également la question essentielle de la communication et de l'interaction entre les différentes parties prenantes, ainsi que l'analyse de rentabilité, en mettant l'accent sur la direction à suivre pour garantir le succès du projet.

Cet e-book contient les contributions de nombreux experts de premier plan de l'industrie, sous la forme de commentaires, conseils et discussions. Nous les remercions tous pour leur aide, leur expertise, et leur travail significatif dans le secteur du DAB.

Contents

Préambule	2
1. Introduction.....	6
2. Vue d'ensemble des fonctionnalités du DAB+	7
2.1. L'audio	7
2.2. Métadonnées	7
2.3. Fonctionnalités	8
2.4. Transmission et multiplexage	9
3. Vue d'ensemble de l'adoption du DAB+.....	10
3.1. Le processus	10
3.2. Accompagnement de WorldDAB	13
4. Recherches et enquêtes préliminaires	14
4.1. Susciter l'intérêt des parties prenantes.....	14
4.2. Formation des parties prenantes.....	15
5. Démonstrations	17
5.1. Définition préalable des besoins.....	17
5.2. Conception du système	17
5.3. Équipement nécessaire.....	18
5.4. Démonstrations et essais	19
5.5. Rapport	21
6. Adoption officielle de la norme DAB	22
6.1. Structure et contrôle	22
6.2. Rôles des différentes parties prenantes	22
6.2.1. Approches et responsabilités des régulateurs.....	22
6.2.2. Rôle des radiodiffuseurs.....	24
6.3. Modèles d'exploitation	24
6.3.1. Fournisseurs de services de réseau et transmission	24
6.3.2. Réseaux détenus/exploités par les radiodiffuseurs	25
6.4. Réglementation des contenus	25
6.5. Analyse de rentabilité	26
6.6. Conditions de réussite	31
6.6.1. Incitations à l'investissement	31
6.6.2. Un modèle économique efficace pour les opérateurs de multiplex.....	32
6.6.3. Soutenir un développement durable	32
6.6.4. Soutien réglementaire	33

6.7. Réglementation et licences.....	35
6.7.1. Discussions entre parties prenantes et comités sectoriels	35
6.7.2. Options d'octroi de licences.....	36
6.7.3. Types de licences réglementaires	37
6.7.4. Consultation publique	38
6.7.5. Législation	39
6.7.6. Octroi de licences pour les premiers marchés sélectionnés et mesures incitatives.....	39
7. Conditions nécessaires à l'établissement du DAB+ et plan d'allotissement.....	40
7.1. Conditions préalables	40
7.2. Planification des services.....	41
7.3. Besoins en couverture	42
7.4. Besoins en spectre.....	43
7.5. Base technique	44
7.6. Plan d'allotissement.....	45
7.6.1 Rôle du régulateur	45
7.6.2. Principes de planification.....	46
8. Planification et conception du système	50
8.1. Conception de la transmission	50
8.1.1. Outils et méthodologie	50
8.1.2. Optimisation du plan d'allotissement initial	55
8.1.3. Sélection des sites	56
8.1.4. Conception de la transmission	56
8.1.5. Compromis entre la taille de l'antenne et la puissance de transmission.....	58
8.1.6. Utilisation de réseaux monofréquence.....	60
8.1.7. Émetteurs principaux.....	62
8.1.8. Systèmes de surveillance, de contrôle et auxiliaires.....	63
8.2. Conception du réseau	63
8.2.1. Systèmes de multiplexage	63
8.2.2. Architecture du réseau.....	65
8.2.3 Small-scale DAB, ou DAB « à échelle locale ».....	67
8.2.4. Radio hybride	69
8.2.5. Systèmes auxiliaires	71
8.3. Autres considérations	72

8.4. Exemples de mise en œuvre	73
8.4.1. Londres, Royaume-Uni	73
8.4.2. Sydney, Australie.....	76
8.4.3. Vue d'ensemble de l'Europe	78
9. Déploiement.....	82
9.1. Mise en place de l'infrastructure DAB.....	82
9.2. Développement de contenu additionnel.....	83
9.3. PAD (données associées au programme) et métadonnées.....	85
9.4. Analyse de données	85
9.5. Fourniture de récepteurs.....	86
9.5.1. Récepteurs pour domiciles et véhicules non équipés	86
9.5.2. Considérations relatives à la chaîne logistique	89
9.5.3. Récepteurs de première monte pour véhicules	90
9.6. Campagne marketing pour le lancement du DAB+	91
9.6.1. Rôle du marketing	91
9.6.2. Conception de la campagne marketing	92
9.6.3. Outils et accompagnement marketing de WorldDAB	93
9.6.4. Exemples de campagnes.....	94
10. Exploitation	96
10.1. Exploitation et maintenance du système	96
10.2. Production de contenus.....	97
10.3. Expansion de la couverture.....	97
10.3.1. Correction des zones de faible couverture	97
10.3.2. Ajout de nouvelles zones de couverture	99
10.4. Campagnes marketing sur la durée	100
10.5. Communication entre les différents secteurs	102
11. Arrêt du réseau analogique.....	103
11.1. Avantages et obstacles	103
11.2. Exemples d'organisations pour l'arrêt de l'analogique.....	104
11.3. Autres usages envisagés pour les ondes MW et la VHF Bande II.....	105
12. Conclusions	106
13. References	107
14. Annexe A : Glossaire.....	109
15. Annexe B : Vue d'ensemble des différentes normes	112
16. Annexe C : À propos de WorldDAB	114
17. Annexe D : À propos de l'auteur.....	117

1. Introduction

Au fil des ans, le DAB+ est devenu la principale norme de radiodiffusion numérique dans le monde, un grand nombre de pays l'ayant adopté. En Europe, la plupart des pays disposent désormais de diffusion permanente, mais beaucoup d'autres commencent tout juste à s'engager dans cette voie.

Cet e-book présente les différentes étapes généralement suivies pour l'adoption et le déploiement du DAB+ en tant que norme nationale et principal service de radio numérique. Il s'agit d'un guide pour toutes les parties prenantes de l'écosystème radio, à savoir les diffuseurs et fournisseurs de contenu, les régulateurs et organismes gouvernementaux, les fournisseurs de services et d'équipements d'infrastructure de réseau, les fabricants et fournisseurs de récepteurs, en incluant le marché automobile et les autres fournisseurs de services.

Chaque pays est différent. Par conséquent, l'ordre et la durée des différentes phases de développement décrites dans ce document peuvent varier. Cependant, même si une certaine flexibilité entre les phases est possible, les activités en elles-mêmes ne changent pas.

L'engagement des différents acteurs impliqués dans le processus est primordial, et permet de faire en sorte que l'ensemble de l'écosystème radio bénéficie des nombreux avantages offerts par le DAB+.

Cet e-book propose une approche structurée du processus d'adoption, depuis les études initiées par les radiodiffuseurs et les régulateurs, en passant par les démonstrations, le développement d'analyses de rentabilité, l'adoption formelle (y compris la législation et l'octroi de licences), la conception du système (incluant les réseaux de multiplexage et de transmission), le déploiement, et enfin, la perspective d'exploitation à long terme.

L'état d'avancement de l'adoption du DAB est présenté à la Figure 1-1. Alors que la plupart des pays européens disposent désormais des services DAB+, la couverture et le nombre de services ne cessent d'augmenter. Les démarches pour l'adoption se multiplient dans les régions de l'Asie-Pacifique, du Moyen-Orient et de l'Afrique.



¹ Infographie WorldDAB, www.worlddab.org

2. Vue d'ensemble des fonctionnalités du DAB+

Les fonctionnalités présentées dans cette section sont prises en charge par l'ensemble de normes DAB+ définies dans les spécifications techniques de l'ETSI. La liste complète des spécifications techniques figure au §15.

2.1. L'audio

L'audio peut être diffusé de deux manières, via le DAB ou le DAB+. Le codage audio DAB original utilisait le MPEG-2, tandis que le codage audio DAB+ utilise le HE-AAC v2. Le codage audio DAB+ comprend une correction d'erreur directe concaténée supplémentaire, par le biais d'un code Reed-Solomon et d'un entrelacement virtuel, ce dernier fournissant une protection supplémentaire contre les erreurs. Le DAB+ est la solution d'encodage audio à favoriser. En effet, pour la plupart des types de fichiers audio, le débit binaire nécessaire à l'obtention d'une qualité audio appropriée est inférieur de 40 à 50 % au codage DAB MPEG-2 d'origine.

2.2. Métadonnées

Les métadonnées sont de plus en plus importantes, tant pour les auditeurs que les radiodiffuseurs. Le DAB fournit toute une série de métadonnées, notamment du texte (DL), des images (SLS), des informations sur les programmes (PI) et des informations sur les services (SI), telles que des logos.

Les métadonnées sont essentielles pour que les interfaces utilisateurs modernes puissent offrir un grand nombre de fonctionnalités faciles à consulter. C'est particulièrement valable pour les véhicules neufs, qui possèdent pour la plupart de larges écrans couleur.

Les métadonnées sont fournies à la fois par les données associées au programme (appelées « PAD ») incorporées dans le service audio, et par le biais de connexions IP. Les métadonnées sont particulièrement utiles dans les véhicules ; voir la vidéo d'explication des métadonnées sur le site web de WorldDAB.²



Figure 2-1 : Diffusion de texte DL³

² Voir le site web www.worlddab.org

³ Image fournie par Telestar



Figure 2-2 : Diffusion d'images SLS⁴

2.3. Fonctionnalités

La radio numérique DAB propose un large éventail de fonctionnalités permettant de fournir des services optimaux, et d'améliorer l'expérience d'écoute :

- Annonces

Le système d'Annonces du DAB permet de signaler au récepteur de basculer vers un autre service. Cette fonction est généralement utilisée pour la diffusion d'informations régulières telles que le trafic ou les flashes d'informations. L'auditeur est libre d'activer ou de désactiver ces annonces.

Ce système est également utilisé pour les Alertes d'Urgence. Dans ce cas, c'est la notification d'Alarme qui est utilisée. Elle n'est pas désactivable. Tous les récepteurs doivent être conçus pour pouvoir basculer automatiquement vers le service indiqué par la notification d'Alarme. Voir [27]

- Suivi du Service

La fonction Suivi du Service permet de basculer vers une autre source audio, quand le signal devient trop faible pour fournir un son de qualité optimale. Cette fonction peut être utilisée pour passer à d'autres ensembles DAB, DRM ou FM-RDS. Voir [27]

- Informations sur les Programmes

L'EPG est une fonction d'Informations sur les Programmes (PI) qui permet aux radiodiffuseurs d'informer leurs auditeurs des programmes qu'ils proposent. Cela peut, par exemple, se traduire par une grille des programmes hebdomadaire ou quotidienne.

- Informations sur les Services

Un éventail d'Informations sur les Services peut être fourni par radiodiffusion et/ou IP. Elles comprennent les logos des services (dans plusieurs tailles), la géolocalisation, le type de programme, le genre, les noms et groupes de services, les mots-clés, les phénomènes et les liens IP.

⁴ Images fournies par Commercial Radio & Audio, Australie (à gauche) et Revo (à droite)

Ces métadonnées peuvent ajouter des fonctionnalités considérables aux récepteurs radio hybrides DAB / IP, en particulier dans les véhicules.

Voir [14] pour plus de détails sur les Informations sur les Services (radiodiffusion, systèmes hybrides...)

2.4. Transmission et multiplexage

Le DAB est transmis dans un format de multiplexage temporel (TDM), utilisant le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) avec un code de correction d'erreur direct concaténé. Il s'agit d'un signal résilient, conçu spécialement pour fournir des services radio dans des environnements difficiles, où les zones d'ombres sont prédominantes.

Le DAB+ dispose de plusieurs taux de FEC (= corrections d'erreurs directes) différents qui peuvent être utilisés pour trouver un compromis entre la capacité de données fournies et la fiabilité, les taux de codes convolutifs internes allant de $R=1/4$ (le plus fort) à $R=4/5$ (le plus faible). Pour le DAB+, le taux de FEC le plus couramment utilisé est de $R=1/2$, également appelé niveau de protection d'erreur égale 3A (EEP-3A), ce qui se traduit par une capacité totale de données utilisateurs de 1,152 Mbps par ensemble.

Le système de radiodiffusion DAB est très souple, et peut fournir jusqu'à 64 services, chacun d'entre eux pouvant être défini de manière indépendante en termes de débit binaire du sous-canal, de mode audio, et de la quantité de PAD nécessaires pour transporter des métadonnées telles que les DL et SLS. Il n'existe pas d'ensemble DAB+ type ; de nombreuses variantes existent sur les marchés DAB établis. Par exemple, le marché australien avait à l'origine une configuration de 18 services au même taux de codage de 64 kbps, mais suite à l'évolution des services, elle a dû subir de nombreuses adaptations. Désormais, elle consiste en un mélange de débits binaires dans les sous-canaux pour différents types de contenus audio, comme c'est également le cas en Europe. Nous observons qu'en général, la musique classique, le jazz et la musique folklorique sont diffusés à des débits binaires plus élevés dans les sous-canaux. Cela est dû à la présence plus fréquente de tonalités musicales très pures. Quant à la musique pop et à la parole, elles sont généralement diffusées à des débits binaires plus faibles, en raison de la facilité de codage.

Les systèmes de multiplexage permettent de regrouper la capacité d'un ensemble par fournisseurs de services (FS). Ces derniers peuvent effectuer un contrôle de leur capacité indépendamment des autres fournisseurs. Par exemple, un ensemble peut avoir trois FS, qui ont respectivement une capacité de 256, 256 et 512 kbps. Chaque FS est libre de définir le nombre de services qui seront fournis en utilisant la capacité qui lui a été attribuée, et peut à tout moment modifier la configuration des services, y compris leur nombre et leurs débits binaires.

3. Vue d'ensemble de l'adoption du DAB+

3.1. Le processus

La mise en place du DAB est une étape-clé du processus d'adoption et d'établissement officiels de la radio numérique DAB+. Ce processus se découpe en sept phases distinctes, qui peuvent se chevaucher et interagir de manière significative. L'adoption du DAB+ requiert un large éventail de compétences, au sein d'une équipe pluridisciplinaire. La clé du succès : la collaboration entre les différentes parties prenantes et équipes, toutes contribuant à la mise en œuvre du processus, notamment par les recherches techniques, la conception du système et l'ingénierie de construction, le développement et la production de contenu, la fourniture de produits pour les infrastructures et les récepteurs, les régulateurs et législateurs, le marketing, la gestion et les finances.

Présentation des sept phases :

1. Recherches et enquêtes préliminaires

- Acquérir une bonne compréhension de ce que le DAB+ offre en termes de distribution de contenu, fonctionnalités, analyse de rentabilité, conception et construction (théorie) ;
- La formation continue et la recherche tout au long du processus.

2. Démonstrations

- Expérimenter les transmissions DAB+ pour acquérir une expérience pratique du système afin d'en améliorer la compréhension, d'en élargir les connaissances (ce qui facilite sa planification et sa conception), et également permettre aux parties prenantes de découvrir la radio numérique DAB+ dans un environnement familier ;
- Peut aussi aider à établir une première base d'auditeurs.

3. Adoption officielle

- Dans l'ensemble de l'écosystème radio, s'accorder sur les conditions d'une mise en place réussie du DAB+ et sur l'analyse de rentabilité qui l'accompagne ;
- Par le biais des discussions avec les parties prenantes, faire du DAB+ une norme de radiodiffusion numérique approuvée et officiellement légiférée.

4. Conditions nécessaires à l'établissement du DAB+ et plan d'allotissement

- Besoins en services – combien de services doivent-être prévus dans chaque zone ;
- Besoins en couverture – quelle est la puissance de champ nécessaire pour diffuser du contenu dans chaque zone ;
- Plan d'allotissement – quels sont les blocs de fréquences attribués à chaque zone.

5. Planification et conception du système

- Planifier le réseau DAB+ – services, missions, couverture et interférences
- Concevoir le système qui permettra de distribuer les services, y compris :
 - i. Les systèmes de transmission ;
 - ii. Les systèmes de multiplexage ;

- iii. Les réseaux de communication et de distribution ;
- iv. Le fonctionnement et le suivi.

6. Déploiement

- Construire le système DAB, du studio aux sites de transmission ;
- Développer du contenu additionnel ;
- Mise à disposition de récepteurs – domestiques/portables et automobiles ;
- Campagne marketing de lancement

7. Exploitation

- Exploitation et maintenance des systèmes techniques ;
- Production de contenus (audio et métadonnées) ;
- Campagnes marketing continues ;
- Soutien permanent de l'ensemble de l'industrie.

8. Fermeture du réseau analogique (ASO)

Par le biais de discussions entre les différentes parties prenantes de l'industrie, établir une méthodologie pour passer au DAB+ et fermer le réseau analogique.

Le calendrier général est résumé dans le diagramme de Gantt de la Figure 3-1. En Norvège, l'ensemble du processus a duré 22 ans, de leur première implication dans le développement d'une nouvelle norme en 1995, à l'ASO en 2017.

Aujourd'hui, la durée du processus est généralement plus courte, la norme DAB+ étant déjà bien connue. De plus, les récepteurs et différentes infrastructures sont désormais accessibles à faible coût. Dans l'ensemble, le processus reste similaire à ceux utilisés pour introduire d'autres nouvelles technologies numériques, telles que la télévision ou les téléphones portables.

La durée de chaque phase dépend de la volonté des parties prenantes. Dans certains pays, les premières phases de l'adoption avancent très rapidement. D'autres doivent prolonger les périodes de démonstrations, pour permettre à la législation pour l'adoption officielle d'être débattue. Enfin, certains pays commencent le déploiement dans les zones fortement urbanisées, avant de l'envisager dans les zones rurales.

La vision des parties prenantes, et leur conviction que le DAB+ présente de nombreux avantages pour la société et les entreprises, sont les aspects les plus importants de tout le processus.

La Norvège en est à nouveau un bon exemple, où un choix cornélien s'est présenté aux radiodiffuseurs : rafraîchir un très grand parc d'émetteurs FM, ou faire basculer l'ensemble du pays à la radio numérique. Grâce à des acteurs visionnaires, l'écosystème radio du pays a connu des améliorations significatives : davantage de contenus disponibles, coûts de production réduits, possibilité d'ajouter de nouvelles fonctionnalités numériques pour assurer la viabilité du media.

Calendrier type

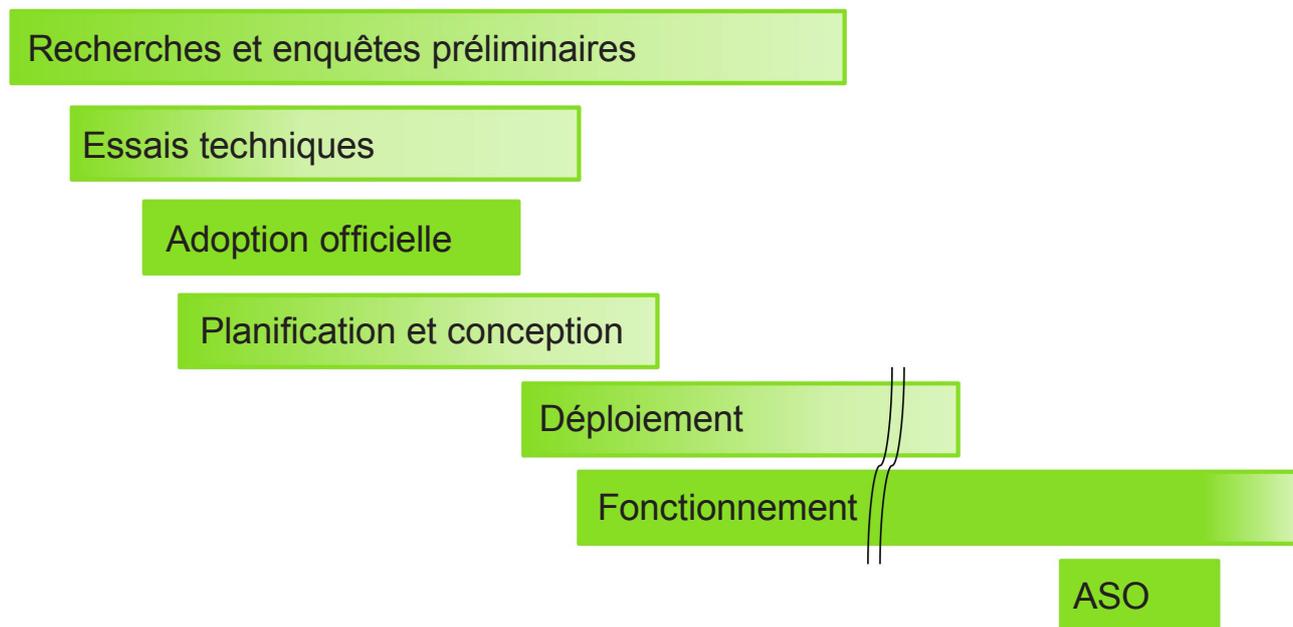


Figure 3-1 : Processus d'adoption du DAB : diagramme de Gantt type

Toutefois, une mise en garde s'impose. Certains acteurs ont du mal à voir les bénéfices à long terme du DAB+ et peinent à s'engager. Ils invoquent que le DAB ne permettra pas d'augmenter le nombre d'auditeurs, que les coûts de développement et d'exploitation sont trop élevés, et que le délai d'amortissement est trop long. Pourtant, de multiples plateformes numériques ont déjà pris des parts d'auditeurs (ou de consommateurs de contenus) à la base analogique existante. Il s'agit notamment des offres multinationales telles que Spotify, Apple Music (et autres), des podcasts ou de la simple diffusion en streaming. L'évolution à long terme de la diffusion par voie numérique garantit avec certitude le déclin de la radio analogique dans de nombreux pays, dans les 10 ou 20 prochaines années ; en effet, selon un rapport du Gouvernement britannique, publié en avril 2022 : « Les projections de Médiatique suggèrent que l'écoute de la FM représentera encore 12 à 14 % de l'écoute en 2030, et 8 à 10 % en 2035. »⁵ Ce déclin s'explique par une forte demande de fonctionnalités « modernes », de types de contenus multiples et à différents coûts. Les pays ne souhaitant pas adopter la radio par diffusion numérique devront passer à la diffusion par IP, et payer le prix exigé par les fournisseurs de réseau tiers. Cela aura pour conséquence de limiter le contrôle qu'ils ont sur la diffusion de leurs contenus.

Les pays qui choisiront de basculer vers le DAB+ profiteront des avantages d'une industrie rentable et dynamique. Nous le constatons notamment en Suisse, où l'ASO a été planifiée pour 2024, et dans d'autres pays où les discussions sur le sujet sont croissantes.

⁵ Source : <https://www.gov.uk/government/publications/digital-radio-and-audio-review/digital-radio-and-audio-review#chapter-3---the-future-of-radio-and-audio-listening-to-devices-used-in-home>

3.2. Accompagnement de WorldDAB

WorldDAB est le forum mondial de l'industrie de la radio numérique DAB. WorldDAB facilite l'adoption et la mise en œuvre de la radio numérique basée sur le DAB, norme adoptée par les diffuseurs en Europe, au Moyen-Orient, en Asie-Pacifique et au-delà.

WorldDAB propose des solutions sur mesure, et prodigue des conseils sur tous les aspects du passage de l'analogique au numérique (législation, licences, démonstrations, construction du réseau, marketing et production de nouveaux contenus radiophoniques numériques).

De plus, le forum organise régulièrement des ateliers et propose un soutien ciblé aux pays désireux d'adopter la radio numérique DAB+. De nombreux ateliers ont été proposés dans des pays non européens, notamment lors du symposium sur la radiodiffusion numérique en Malaisie, ainsi que des ateliers ciblés en Thaïlande, Indonésie, Vietnam, Jordanie, Algérie et Afrique du Sud. Ces ateliers incluaient des démonstrations en direct au cours desquelles une transmission DAB+ de faible intensité était établie, généralement autour des 100 W de puissance apparente rayonnée (P.A.R.). Des essais sur le terrain étaient ensuite effectués pour illustrer les capacités du DAB+.

WorldDAB continue de proposer cet accompagnement à travers le monde. Pour en savoir plus, contactez le Bureau de Projets de WorldDAB : projectoffice@worlddab.org.

WorldDAB continue à faire évoluer les normes du DAB+ en proposant de nouvelles fonctionnalités et capacités, par l'intermédiaire de ses comités et groupes de travail. Tous les aspects de l'écosystème radio sont couverts, de la mise à jour des normes (Comité Technique) à la mise en œuvre dans le domaine automobile (Groupe de Travail Automobile), en veillant à ce que les différentes communautés soient régulièrement informées (Equipe Marketing). Les organisations membres de WorldDAB participent activement à ces forums. Ainsi, elles s'assurent que la radio numérique DAB+ propose toujours des atouts pertinents.

Une description détaillée de l'organisation et de ses activités est consultable au §16.

4. Recherches et enquêtes préliminaires

Cette section détaille les activités généralement entreprises, afin de bien comprendre ce que le DAB+ peut apporter, et comment il s'organise dans les différents secteurs. De nombreuses activités éducatives peuvent être proposées pour informer les parties prenantes et leur permettre d'acquérir les compétences nécessaires à la planification et la mise en œuvre du DAB+ au niveau local. En général, une démonstration de la transmission est effectuée pour illustrer le fonctionnement du système dans la pratique, en plus des démonstrations de la réception, comme vu au paragraphe 5. Même si de nouvelles activités seront toujours proposées pour présenter les dernières fonctionnalités et évolutions du système, une fois les bases posées, chaque pays devrait être en mesure de déterminer quelles sont les activités nécessaires à l'adoption du DAB+ comme norme de radiodiffusion nationale, et ensuite démarrer le processus.

4.1. Susciter l'intérêt des parties prenantes

Quand les radiodiffuseurs et/ou les autorités de régulation commencent à percevoir le DAB+ comme une réelle alternative aux services de diffusion analogique, il est d'usage de discuter des solutions possibles, tant au sein de leurs propres organisations qu'avec les parties prenantes de l'ensemble de l'écosystème radio. Le plus souvent, cette étape aboutit à l'établissement d'un plan d'action pour l'établissement de la radio numérique. Dans certains cas, les parties prenantes sont simplement les services publics de radiodiffusion (SPR), mais dans d'autres, il s'agit d'une combinaison des SPR, des diffuseurs commerciaux et des régulateurs.

Une fois le système DAB+ bien compris, les parties prenantes discutent généralement des prochaines étapes lors d'ateliers. Il s'agit d'un moment critique, suscitant des intérêts particuliers ; par exemple, alors que les SPR souhaitent étendre leurs services au grand public, les opérateurs de radio commerciale peuvent s'opposer à l'introduction de ces nouveaux services, se sentant menacés sur le plan commercial. Il est important d'être à l'écoute de toutes les parties prenantes. Un plan d'action clair doit être défini pour répondre aux attentes de chacun et traiter les différents problèmes identifiés. Pour garantir le succès de l'adoption et de la mise en place du DAB+, il est crucial que les parties prenantes puissent se mettre d'accord.

En général, il est utile de fonder un organisme de promotion du DAB+, soit en tant qu'entité indépendante, soit au sein d'une organisation existante. Citons, par exemple, Digital Radio UK au Royaume-Uni, et DigiMig en Suisse. Cet organisme devra proposer un environnement positif et inclusif, et établir les méthodes de travail qui permettront d'avancer dans le processus.

Au cours de ces premières étapes, les parties prenantes seront généralement constituées du service public, des radiodiffuseurs commerciaux et communautaires, des autorités de régulation, et des départements gouvernementaux concernés.

Il sera nécessaire d'inclure des représentants de l'industrie automobile et du commerce de détail, en particulier au cours des phases de conception, déploiement et exploitation, ainsi que des représentants des fournisseurs de réseau de transmission et de multiplex.

Les réunions entre les parties prenantes devront de préférence se tenir à des intervalles réguliers, selon un calendrier bien défini qui précisera les actions à mener. Il pourra être nécessaire de former des sous-comités couvrant des domaines spécifiques, tels que le commerce, les questions techniques, et le marketing, comme illustré à la Figure 4-1. Chaque partie de cet organisme de promotion du DAB+ sera active à différents moments du processus d'adoption. Les interactions entre les différentes parties seront significatives.

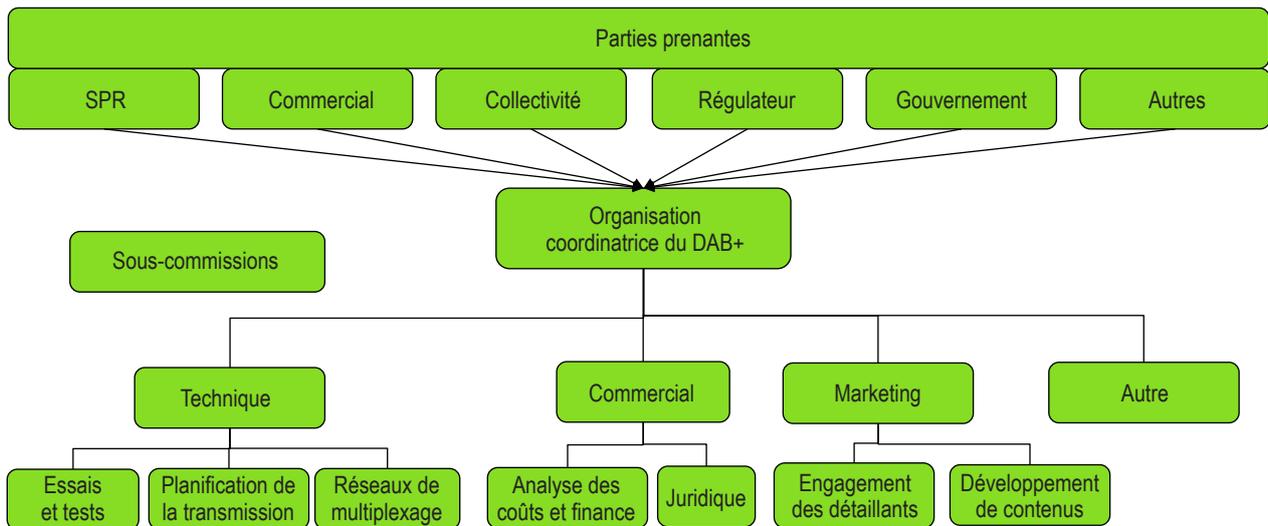


Figure 4-1 : Organisation représentative du DAB+ et implication des parties prenantes

4.2. Formation des parties prenantes

Le programme de formation suivant couvre les aspects essentiels du DAB+, le but étant qu'une étude nationale puisse fournir des informations sur les avantages, les coûts, et les prochaines étapes à franchir. Les ateliers peuvent être adaptés aux besoins précis des participants et se focaliser sur des domaines et intérêts spécifiques. Il est donc possible que certains points ne figurent pas dans la liste ci-dessous.

- a. Atelier / webinar 1 – capacités générales et analyse de rentabilité
 - i. Qu'est-ce que la radio par diffusion numérique ?
 - ii. Les fonctionnalités et avantages
 - iii. Analyse de rentabilité commerciale et technique
 - iv. La procédure d'adoption dans son ensemble
- b. Atelier / webinar 2 – composants de mise en œuvre
 - i. Fonctionnement général du système
 - ii. Systèmes de têtes de réseaux et options
 - iii. Systèmes de transmission et options
 - iv. Atelier / webinar 3 – services et récepteurs
- c. Atelier / webinar 3 – services et récepteurs
 - i. Mise en œuvre du service – débits binaires, métadonnées, fonctionnement hybride
 - ii. Sources des contenus et métadonnées
 - iii. Récepteurs domestiques et portables
 - iv. Récepteurs automobiles
 - v. Approche globale de l'industrie

- d. Atelier / webinar 4 – conception du système, planification des transmissions et de l'allotissement
 - i. Conception et exigences du système, nombre de services et leur location
 - ii. Méthodes de planification de l'allotissement
 - iii. Planification des transmissions – couverture et interférences
 - iv. Le premier programme de formation devra être suivi d'autres activités, au fur et à mesure que le groupe des parties prenantes s'élargira, et que les activités prendront de l'ampleur.

Les premiers à prendre part au processus sont en général les grands radiodiffuseurs, le régulateur / Gouvernement et éventuellement les parties intéressées par la fourniture d'installations de réseau. Plus l'intérêt pour le sujet grandira, plus le groupe s'élargira, pour inclure l'industrie automobile, les fabricants et détaillants de récepteurs, ainsi que d'autres radiodiffuseurs et fournisseurs d'équipements.

La formation continue est généralement dispensée lorsque la demande a été établie, par exemple une fois que les démonstrations ont été lancées ou planifiées et qu'il a été décidé de passer à l'étape suivante.

5. Démonstrations

Les démonstrations impliquent la conception physique, la mise en œuvre et les essais des systèmes et transmissions DAB+, afin de développer les compétences nécessaires à l'adoption, et de permettre aux parties prenantes de faire l'expérience du DAB+ dans leur propre localité. Dans l'idéal, la conception, la construction et les essais sont entrepris par les diffuseurs / acteurs locaux, avec l'aide d'experts internationaux et de fournisseurs d'équipements. Les démonstrations peuvent avoir lieu sur une longue période. Souvent, elles se transforment en opérations permanentes. Elles peuvent être réalisées avec de très faibles puissances, par exemple une P.A.R. (Puissance apparente rayonnée – ERP) de 100 W, ou atteindre une P.A.R. de plusieurs kW. Les différentes activités entreprises durant les démonstrations du DAB+ sont décrites ci-dessous.

5.1. Définition préalable des besoins

En général, les parties prenantes définissent entre elles les exigences nécessaires à la mise en place d'un essai DAB+. Cependant, il n'est pas rare qu'une des parties prenantes en prenne l'initiative. Des décisions importantes doivent être prises en amont sur une série d'aspects :

- a. Quand la démonstration du DAB+ pourra-t-elle avoir lieu, étant donné la disponibilité du spectre ?
- b. Quels sont les financements disponibles, et de quelles sources proviennent-ils ?
- c. Où se tiendra la démonstration ?
- d. Quels seront les services inclus ?
- e. Quels sont les essais et démonstrations prévus ?
- f. Quels sont les objectifs spécifiques à inclure (tels que l'analyse de la couverture) ?
- g. Quels sont les résultats pouvant influencer la prise de décision sur de futures activités ?

5.2. Conception du système

La conception du système de démonstration couvre l'ensemble du système : entrées audio et métadonnées, configuration du système de multiplexage et système de transmission (dont l'émetteur, les filtres et le système d'antenne).

En général, la zone de couverture indicative prévue correspond à celle d'une ville, d'un village, ou d'une zone à faible puissance de transmission. Le choix de la zone de couverture est influencé par le désir qu'ont les parties prenantes d'avancer dans le processus, ou au contraire, de faire preuve de prudence. Certains préféreront examiner les résultats avant de s'engager dans des démarches plus ambitieuses (transmissions plus larges, plus coûteuses).

La couverture attendue est généralement modélisée avant l'approbation des spécifications techniques, afin que les parties prenantes aient une idée de la zone qui recevra le service et fera l'objet d'essais sur le terrain. Dans certains cas, l'équipement peut être ajusté en amont, pour garantir que la couverture englobe des zones spécifiques, telles que le centre ville, le quartier des affaires, ou d'éventuelles zones d'ombres.

5.3. Équipement nécessaire

Le type d'équipement dépend de l'ampleur de la démonstration. De petites démonstrations de moins d'1 kW de P.A.R. ont déjà été entreprises à l'aide d'équipements prêtés. Les quelques équipements auxiliaires et le système d'antenne constituaient alors la principale dépense. Un exemple de système de démonstration à faible puissance est illustré à la Figure 5-1. Les démonstrations de plus grande envergure exigent davantage de puissance. Elles nécessitent généralement des antennes et des systèmes d'alimentation et de filtrage plus importants, et donc plus coûteux. Cependant, elles permettent de tester plus facilement la qualité de la réception dans différentes conditions, et d'obtenir davantage de mesures d'essais qui pourront ensuite être utilisées pour « ajuster » les modèles de couverture. Un exemple de système de démonstration à grande puissance est illustré à la Figure 5-2. Ultérieurement, ces systèmes de démonstration à grande puissance pourront être englobés dans un réseau de transmission permanent.

Le processus de démonstration (des spécifications techniques à la conception et la mise en œuvre) permet d'évaluer le système dans la pratique. Il s'agit d'un atout non négligeable pour les futurs conceptions et déploiements du système.



Figure 5-1 : Exemple de système de démonstration DAB+ à faible puissance



Figure 5-2 : Exemple de système de démonstration DAB+ à forte puissance

5.4. Démonstrations et essais

Les activités prévues lors des démonstrations sont réparties en deux groupes : d'une part les tests de couverture et d'intensité du champ, et d'autre part les essais des différentes fonctionnalités.

L'intensité du champ de couverture est généralement prédite à l'aide d'outils modernes de prévision de la propagation. Ces derniers tiennent compte de modèles numériques de terrains (MNT) très précis et de l'encombrement des bâtiments et du feuillage. Les essais permettent de vérifier les prévisions et d'ajuster les modèles utilisés. C'est particulièrement valable pour les villes avec des immeubles de très grande hauteur, l'intensité du champ pouvant être réduite à cause du phénomène de zones d'ombres. Il s'agit d'un aspect très important des démonstrations.

Durant la phase de planification de l'allotissement, les prévisions aident souvent à déterminer la puissance et les diagrammes de rayonnement des antennes qui permettront d'assurer des services permanents. Dans le cas des villes comportant de nombreux immeubles de grande hauteur, un réseau monofréquence (SFN) composé de plusieurs sites de transmission peut s'avérer nécessaire pour atteindre la couverture voulue. Il est parfois utile d'effectuer des démonstrations sur différents types de terrains. La Figure 5-3 (image du haut) nous montre un exemple de prévision de l'intensité du champ et la Figure 5-3 (image du bas) illustre l'analyse de la corrélation entre l'intensité de champ prédite et l'intensité de champ mesurée le long de la route indiquée sur la Figure 5-3. La palette de couleurs de l'intensité du champ est présentée à la Figure 5-4.

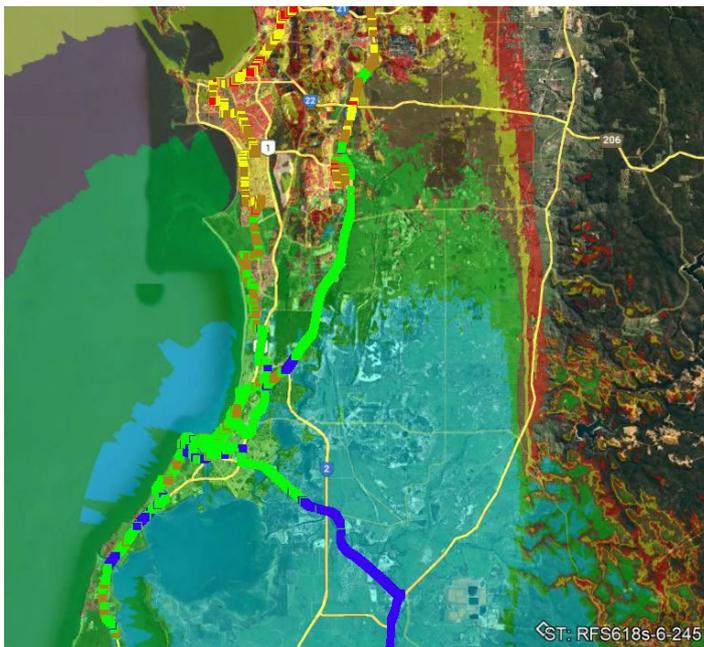
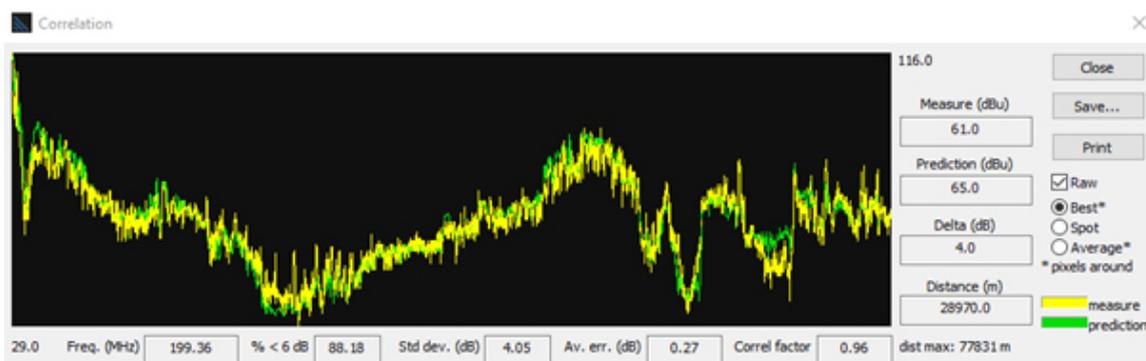


Figure 5-3 : Exemple de prévision de l'intensité du champ, essai sur route (image du haut) et analyse de la précision de la prévision (image du bas)



Les essais en intérieur sont également très utiles. Ils permettent de contrôler l'intensité du champ à l'intérieur des bâtiments et d'évaluer les affaiblissements dû à la pénétration dans les bâtiments. Ainsi, il devient possible d'établir des niveaux de références d'intensités de champs pour différents types de couvertures, par exemples rural/ouvert, banlieue, urbain et urbain dense. Les valeurs utilisées diffèrent selon les pays, à cause des spécificités des terrains, des structures des bâtiments et de la densité urbaine.

>=dBu/OAA	Classe	
45	Véhicule à faibles performances	Red
50	Véhicule	Yellow
54	Suburbain	Brown
60	Urbain	Green
70	Urbain dense	Cyan

Figure 5-4 : Palette de couleurs choisie pour évaluer l'intensité du champ de couverture en Australie

Les essais des différentes fonctionnalités permettent de démontrer les capacités du système. Des récepteurs de toutes sortes peuvent être intégrés aux tests (comme les récepteurs automobiles), ainsi que des démonstrations de la qualité audio des différents types de contenus, la distribution des métadonnées et de fonctionnalités telles que les Notifications, l'Alerte d'Urgence et le Suivi du Service. La radio hybride étant de plus en plus répandue, elle devrait aussi faire l'objet d'une démonstration.

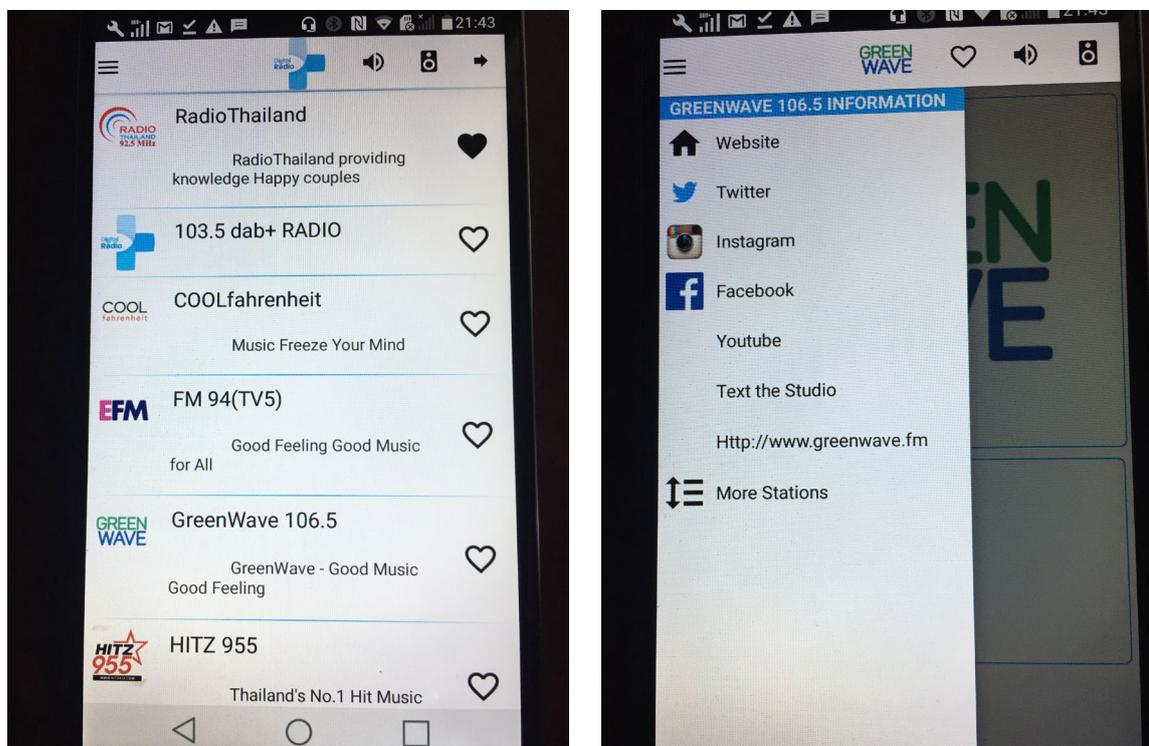


Figure 5-5 : Exemples de métadonnées pour la radio hybride

5.5. Rapport

Les résultats des tests sont généralement compilés dans un rapport que toutes les parties prenantes peuvent examiner. Le rapport peut également inclure des recommandations sur divers aspects du système : les lacunes en matière de couverture, l'utilisation des fonctionnalités et la disponibilité des différents types de récepteurs. La publication du rapport s'accompagne généralement d'un séminaire de présentation, au cours duquel les parties prenantes sont libres de poser des questions sur la démonstration et les performances du système.

Les résultats du programme de formation et des démonstrations sont essentiels à la suite du processus – l'adoption de normes officielles et la planification du système. Bien souvent, les démonstrations se poursuivent après la publication du rapport initial. Cela permet d'effectuer d'autres essais durant les prochaines étapes du processus, et, dans certains cas, d'acquérir de premiers utilisateurs. Ceux-ci sont d'une importance capitale, car ils permettent aux diffuseurs d'obtenir un retour d'expérience.

Le diagramme de Gantt de la Figure 5-6 présente les différentes phases d'enquêtes préliminaires et d'essais techniques.

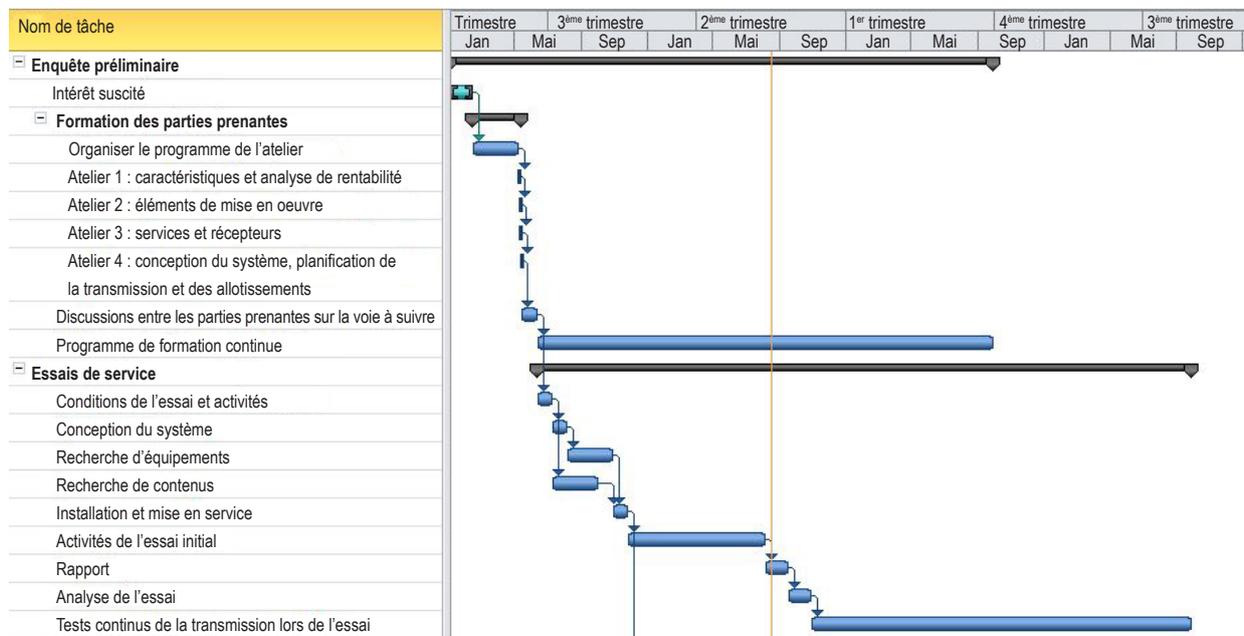


Figure 5-6 : Exemple de diagramme de Gantt pour les Phases 1 et 2

6. Adoption officielle de la norme DAB

Pour faire du DAB une norme nationale de radiodiffusion, il est nécessaire de suivre une procédure officielle en plusieurs étapes. Généralement, cela implique l'octroi de licences pour l'utilisation du spectre des fréquences radio. Pour mener à bien cet objectif, il est essentiel que le régulateur et la majorité des parties prenantes soient convaincus du bien-fondé de la radio numérique DAB+, et que l'ensemble de l'écosystème travaille à la mise en place des conditions commerciales et d'exploitation les plus appropriées pour garantir le futur succès du dispositif.

6.1. Structure et contrôle

Dans la plupart des pays, la structure des autorités de régulation et d'octroi de licences repose sur une approche verticale. Une organisation classique est présentée à la Figure 6-1, avec au sommet, le département gouvernemental responsable, généralement appelé Ministère des Communications et des Technologies de l'Information. Le Ministère est responsable de la mise en place de la législation qui contrôle la distribution et l'utilisation du spectre des fréquences radio. Exemples : En Australie, le Broadcast Services Act (amendé) de 1992, ou au Royaume-Uni, le Communications Act (amendé) de 2003 et le Broadcasting Act (amendé) de 1996. Les lois sont les principaux textes qui définissent l'environnement réglementaire. Elles peuvent être modifiées (via des amendements) pour tenir compte des nouvelles technologies, de l'environnement politique et des évolutions de l'industrie.

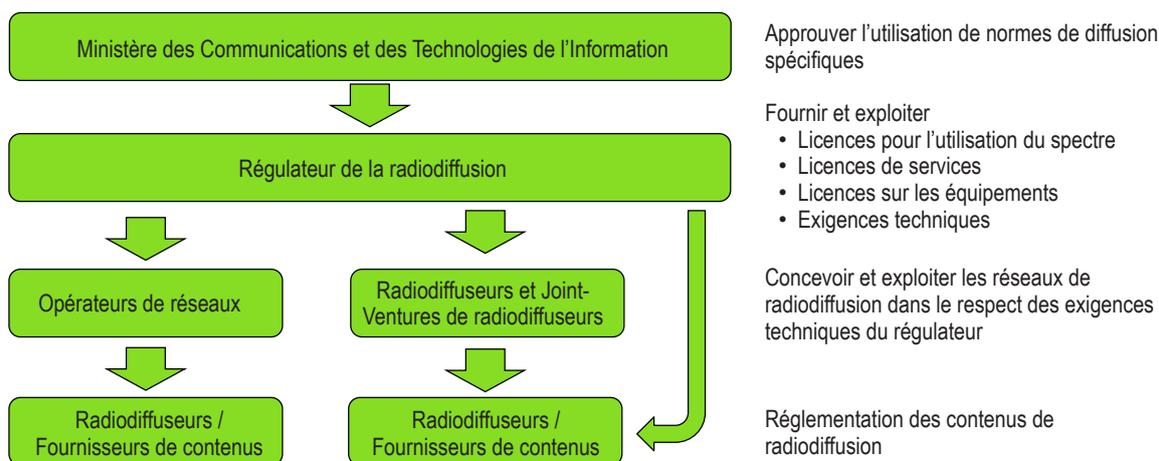


Figure 6-1 : Présentation d'une structure réglementaire typique

6.2. Rôles des différentes parties prenantes

6.2.1. Approches et responsabilités des régulateurs

Les réglementations sont généralement élaborées par « le régulateur ». Il s'agit d'une autorité gouvernementale qui a le pouvoir d'accorder ou de retirer des licences d'utilisation du spectre et des services. Exemples : l'ACMA⁶ en Australie, l'Ofcom⁷ au Royaume-Uni et la NBTC⁸ en Thaïlande. Le régulateur a généralement plusieurs rôles. En plus de la radiodiffusion, il peut intervenir dans les

⁶ L'ACMA est l'autorité australienne des communications et des médias.

⁷ L'Ofcom est le bureau des communications au Royaume-Uni.

⁸ La NBTC est la commission nationale de la radiodiffusion et des télécommunications en Thaïlande.

domaines des télécommunications (téléphonie fixe et mobile, réseaux de données, communications par satellites, etc.), de la sécurité électronique, et, souvent, de la réglementation des contenus. Le régulateur doit veiller à ce que le spectre radio soit utilisé efficacement, et maximise les avantages socio-économiques pour la société, ce qui est primordial pour la gestion et l'utilisation du spectre.

Les régulateurs entreprennent régulièrement des activités de planification de la future utilisation du spectre, compte tenu de l'évolution constante de l'usage des technologies, des demandes publiques et commerciales et des tendances internationales. Souvent, ils publient également des études prévisionnelles qui regroupent les plans actuels et les attentes à court et/ou moyen terme, pour des périodes allant généralement de trois à cinq ans. Bien que cela s'applique à l'ensemble du spectre (c'est-à-dire du courant continu à la lumière), il y a également des considérations à prendre en compte pour la radiodiffusion. L'utilisation du spectre au niveau mondial relève de la compétence de l'Union internationale des Télécommunications (UIT), une organisation des Nations Unies. En revanche, l'usage spécifique de certaines fréquences est du ressort des autorités nationales, qui veillent à ce que les problèmes d'interférences transfrontalières soient traités avec les pays voisins.

En général, les régulateurs s'impliquent dans la planification – ou au moins dans l'examen – des nouvelles transmissions (ou des modifications à apporter aux affectations et installations existantes), afin de s'assurer qu'elles fourniront une couverture adaptée aux besoins sans causer d'interférences excessives avec d'autres services. Ils sont également chargés de définir les lignes directrices opérationnelles pour les transmissions de radiodiffusion, y compris les intensités de champ maximales et minimales, les attentes en matière de couverture et les ratios de protection contre les interférences (PR). Pour le DAB+, ces paramètres de planification technique sont présentés via des recommandations et lignes directrices dans des documents tels que le Tech 3391 de l'UER [1] et le BS.2241 de l'UIT [6]. Alors que ces documents fournissent un certain nombre de recommandations, il est courant de constater que les régulateurs aiment apporter leurs propres ajustements aux paramètres techniques de base⁹, avec pour résultats des intensités de champ médianes minimales requises légèrement différentes selon les classes de services et les types de zones de couverture.

Les régulateurs modernes entreprennent généralement des consultations publiques et des discussions avec des acteurs de l'industrie, pour s'assurer qu'ils comprennent parfaitement les positions des différents secteurs de l'industrie de la radiodiffusion ; sans surprise, les avis divergent souvent. Pour résoudre les situations conflictuelles, les régulateurs mettent parfois en place des comités sectoriels chargés d'examiner les problèmes et de parvenir à des conclusions mutuellement acceptables. Le Comité Australien de Planification de la Radio Numérique, chargé de déterminer comment planifier les attributions de fréquences DAB+ en Australie, est un exemple de ce type de processus. La tâche était ardue, car seuls huit blocs de fréquences DAB+ étaient disponibles pour l'ensemble du pays (de par la disponibilité de seulement deux canaux de télévision de VHF bande III). Pour compliquer encore les choses, les radiodiffuseurs de service public, l'ABC et le SBS, ont exigé d'avoir leur propre ensemble sans partage de blocs de fréquences (ou d'ensembles de multiplex équivalents) avec les radiodiffuseurs commerciaux et communautaires qui partagent leur capacité. Pour répondre à ces différentes problématiques, le comité a fourni un ensemble de principes de planification [7] qui définissent le nombre de blocs de fréquences à fournir aux radiodiffuseurs publics, commerciaux et communautaires, ainsi que les paramètres techniques qui seront utilisés pour déterminer l'attribution des blocs de fréquences aux zones de licence commerciale. Cette approche peut servir d'exemple aux autres pays qui souhaitent trouver des réponses aux conflits interprofessionnels et permettre au secteur de la radiodiffusion d'aller de l'avant.

⁹ Les paramètres techniques de base comprennent l'obtention d'une antenne pour différents types de récepteurs, l'écart-type de variation de l'emplacement, affaiblissements dû à la pénétration dans les bâtiments pour différentes classes d'encombrement, et le bruit électrique artificiel d'origine humaine dans différents environnements.

6.2.2. Rôle des radiodiffuseurs

Bien souvent, les radiodiffuseurs participent activement à l'élaboration de la structure de réglementation et d'octroi de licences. Il est important qu'ils puissent disposer d'un forum leur permettant de faire part de leurs préférences au régulateur. En effet, certains aspects peuvent avoir des répercussions importantes sur les coûts et opérations. Ces domaines comprennent les types de licences délivrées, le niveau de contrôle dont disposent les fournisseurs de services de réseau (par exemple, s'ils possèdent la licence d'utilisation du spectre ou s'ils se contentent de fournir des services de transmission), ainsi que la capacité à fournir des services complémentaires (par exemple, exclusivement numériques).

Un sujet de débat entre les diffuseurs et les fournisseurs de contenu revient régulièrement, à savoir quels radiodiffuseurs devraient être inclus dans les ensembles DAB+ régionaux ou nationaux, et quelle serait la capacité allouée aux radiodiffuseurs existants. Les décisions réglementaires prises à un stade précoce peuvent avoir une incidence sur les choix commerciaux des radiodiffuseurs et des fournisseurs de réseaux, et sur leur niveau d'engagement pour la suite. Parfois, le régulateur et le gouvernement offrent certains avantages aux radiodiffuseurs pour les encourager à participer au processus d'adoption du DAB+ ; ceux-ci seront détaillés au §6.7.6.

6.3. Modèles d'exploitation

Les fournisseurs d'infrastructures opèrent sous le contrôle du régulateur, comme le montre la Figure 6-1. Il existe de nombreux modèles d'exploitation des réseaux DAB+. Ils s'appuient sur la structure d'exploitation commerciale, c'est-à-dire sur les entreprises qui possèdent chaque partie de l'infrastructure. Les modèles typiques sont les suivants :

- Fournisseur de services de réseau – un tiers qui ne fournit pas de contenu assure la majeure partie de l'infrastructure du système DAB+
- Réseau en propre – un radiodiffuseur ou un groupe de radiodiffuseurs possède la majorité de l'infrastructure du système DAB+.

6.3.1. Fournisseurs de services de réseau et transmission

Les fournisseurs de services de réseau sont des entreprises qui fournissent des équipements et des services de transmission et/ou de multiplexage. Ils peuvent être publics ou privés. Le plus souvent, il s'agit d'entreprises privées, du moins en occident. Ils peuvent, mais ce n'est pas toujours le cas, posséder la licence d'utilisation du spectre pour les transmissions, et louer de l'espace d'antennes aux radiodiffuseurs.

Les services de transmission comprennent la fourniture d'émetteurs, l'ouverture des antennes-pylônes, les systèmes d'antennes et l'infrastructure associée. Leur modèle d'exploitation s'articule autour de la fourniture de diffusion d'ensembles DAB+, via un accord spécifiant le niveau de service (SLA). Ce dernier s'appuie sur la P.A.R., le diagramme de rayonnement de l'antenne requis, ainsi que sur les exigences en matière de fiabilité.

Les fournisseurs de réseau de multiplexage assurent l'exploitation des systèmes de multiplexage pour les radiodiffuseurs (éditeurs de contenus). Ils facturent leurs services en fonction de la capacité de multiplexage DAB+ utilisée, et de la fourniture de fonctionnalités de services améliorées, telles que les données associées aux programmes (PAD), le Suivi du Service, les notifications et la radio hybride. Ils peuvent également fournir une connectivité de réseau IP par le biais de leurs propres

réseaux de télécommunications ou de services loués. Leurs tarifs sont généralement compétitifs et à la demande.

Parmi les exemples d'opérateurs de réseaux, on peut citer :

- Arqiva au Royaume-Uni, qui fournit des services de transmission et multiplexage, et détient également¹⁰ la licence d'utilisation du spectre pour les opérateurs commerciaux ; la BBC, qui possède sa propre licence d'utilisation du spectre. Telenor, en Norvège, fonctionne de la même manière.
- TXA et BAI en Australie, qui fournissent seulement des services de transmission, et ne possèdent pas la licence d'utilisation du spectre, et Telstra Broadcast Services en Australie, qui fournit des services de multiplexage, y compris la contribution IP et les réseaux de distribution.

Les fournisseurs de services de réseau et de transmission disposent de connaissances spécialisées, qui leur permettent de veiller à ce que la base technique du DAB soit correctement établie par le régulateur. À cette fin, ils peuvent fournir des données ou commentaires à l'autorité de régulation sur les aspects de planification et d'exploitation, tels que les exigences en matière d'intensité du champ de couverture, en particulier dans les terrains difficiles et les environnements urbains, les rapports de protection pour éviter les interférences, et les besoins opérationnels (le cas échéant).

6.3.2. Réseaux détenus/exploités par les radiodiffuseurs

Les transmissions DAB+ par les radiodiffuseurs sont généralement effectuées soit par le radiodiffuseur de service public, soit par les radiodiffuseurs commerciaux/communautaires via une joint-venture (= société commune à plusieurs entreprises et dont chacune détient le même nombre de parts) ou une structure commerciale équivalente. En Australie, les radiodiffuseurs commerciaux et communautaires ont formé des joint-ventures dans les grandes villes, et quelques grands centres régionaux pour lesquels ils louent les installations et, dans certains cas, des équipements de transmission et de multiplexage aux propriétaires des sites. En revanche, au Vietnam, les transmissions radio sont contrôlées par l'organisme public de radiodiffusion, « The Voice of Vietnam ».

Le small-scale DAB (SS-DAB) ou DAB « à échelle locale », est un autre exemple de réseau détenu/exploité par le diffuseur. Au Royaume-Uni, de nombreux réseaux SS-DAB fournissent des services de radiodiffusion communautaire locale. Ils sont, la plupart du temps, constitués d'un petit nombre de sites de transmission de faible puissance. Ces systèmes sont généralement mis en place à très faible coût et appartiennent à des sociétés de multiplexage qui peuvent être détenues par des radiodiffuseurs.

6.4. Réglementation des contenus

Les diffuseurs (fournisseurs de contenus) doivent produire un contenu conforme à la réglementation du pays en matière de contenu de radiodiffusion. Il peut s'agir de la quantité de contenu local nécessaire, de la quantité de contenu national distribuée (c'est-à-dire le contenu généré dans le pays : musique, actualités ou autres), du type de contenu pour garantir l'adéquation avec les principes éthiques et religieux généraux du pays, ainsi que de la quantité et du type de publicité commerciale.

¹⁰ Il convient de noter que l'expression « détient la licence d'utilisation du spectre » fait référence à l'utilisation exclusive d'une partie spécifique du spectre des fréquences radio sur une période donnée. En réalité, le gouvernement de chaque pays possède le spectre de radiofréquence (RF) et le loue aux utilisateurs dans le cadre du système réglementaire établi.



Figure 6-2 : Studio de radio en direct : on y distingue les panneaux de contrôle et le pupitre. De multiples possibilités sont offertes aux présentateurs et invités¹¹

Quand une licence est accordée par le régulateur pour la diffusion d'un contenu, le radiodiffuseur est tenu d'en respecter les règles. Les exigences en matière de contenu diffèrent selon chaque pays, en raison des différences culturelles et politiques.

Les fournisseurs tiers de services de transmission et de multiplexage ne sont en général pas soumis à la réglementation sur les contenus, car ils n'en sont que les « transporteurs ». Ils doivent cependant fournir des transmissions radio conformes aux exigences et aux restrictions applicables aux licences de transmission et d'équipements. Il en est de même pour les radiodiffuseurs exploitant leur propre système de transmission.

Le rôle des radiodiffuseurs dans le processus de réglementation est essentiel. Ils peuvent fournir de précieux éléments de contexte au régulateur, lui permettant d'aborder le système de radiodiffusion numérique dans son ensemble. Il peut s'agir du nombre de services requis dans chaque zone (cela aura une incidence sur les besoins en spectre), des types de contenus (incidence sur les types de licences), et des autorisations et préférences en matière de couverture et de débordement. Sans ces informations, le régulateur pourrait, par inadvertance, attribuer trop peu de spectre, ou définir des exigences rendant la mise en œuvre trop coûteuse.

6.5. Analyse de rentabilité

L'analyse de rentabilité du DAB présente de nombreuses facettes. Certaines sont communément admises, et d'autres sont sujettes au scepticisme. Lors de l'introduction d'un nouveau système, il est important d'en démontrer les avantages pour les fournisseurs et utilisateurs. Dans le cas du DAB+, de nombreux facteurs sont déterminants, et ont un impact différent selon l'état de la radiodiffusion dans chaque pays. L'analyse de rentabilité du DAB peut-être résumée comme en Figure 6-3, où les cas des auditeurs et de la société relèvent de la responsabilité du régulateur et du gouvernement.

¹¹ Credit : Un studio Capital au siège de Global, à Londres, Royaume-Uni.



Figure 6-3 : Principes de l'analyse de rentabilité

Du point de vue du régulateur, l'utilisation efficace du spectre RF est souvent un élément essentiel de la prise de décision, du fait de l'augmentation de sa valeur. La capacité à fournir au grand public des services supplémentaires est également considérée comme particulièrement importante et bénéfique. Dans de nombreux pays, les bandes FM des grandes villes sont engorgées, au point qu'il n'y a plus de spectre disponible pour de nouveaux services. Cela limite la capacité à fournir des services supplémentaires qui pourraient être bénéfiques pour la société en général :

- Augmentation du nombre de langues : la plupart des sociétés sont multiculturelles. La possibilité de fournir aux auditeurs des informations en plusieurs langues est intéressante, notamment des communications du gouvernement, en particulier en temps de crise.
- Plus d'options de divertissement, que ce soit en proposant davantage de genres musicaux, ou des programmes d'information, de météo et d'actualités supplémentaires.
- Contenu éducatif, en particulier dans les pays avec une faible infrastructure internet ; les cours peuvent être complétés par du contenu transmis en DAB+.
- Services de données, dont le trafic et les informations sur les transports.
- Les Alertes d'Urgence, pour la protection de la population dans des situations critiques telles que des catastrophes naturelles.

S'il a été démontré qu'un plus grand choix de contenus était un facteur essentiel dans la décision du public d'investir dans l'achat d'une radio DAB+, d'autres facteurs, comme la qualité audio supérieure dans les zones de congestion de la FM, et les métadonnées telles que le texte et les images, sont également importants.

Pour les régulateurs, l'évaluation de la quantité de services nécessaires dans une zone est une priorité. La capacité à répondre à l'exigence du nombre de services attendus est directement influencée par le spectre disponible en bande III et par l'efficacité RF du DAB+. Durant la dernière décennie, il a été démontré que l'introduction du DAB+ s'accompagnait généralement d'une augmentation du nombre de services, en général de trois à six fois, et même de sept fois pour les services nationaux, comme illustré à la Figure 6-4. C'est particulièrement valable pour les services publics et les services commerciaux.

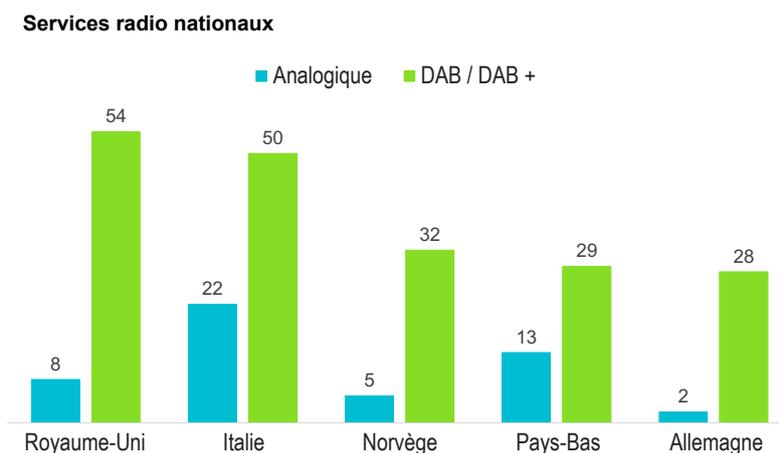


Figure 6-4 : Augmentation du nombre de services radio nationaux dans certains pays¹²

Certains pays possèdent un grand nombre de programmes FM actifs dans une même zone, lesquelles interfèrent les unes avec les autres, provoquant ainsi des limites à la couverture et des difficultés de réception. Le DAB+ permet une couverture plus large, une réception sans interférences, ainsi qu'un plus grand nombre de services dans une localisation donnée.

Sans accès à une diffusion numérique, plus efficace en matière de spectre, il est difficile pour les radiodiffuseurs d'innover et de fournir de nouveaux services tout en restant rentables. Cependant, certains diffuseurs ont le sentiment que fournir un plus grand nombre de services pourrait réduire ou diluer leur audience. Il a été largement démontré que cet argument était faux.

En effet, la concurrence ne vient pas des services de radiodiffusion supplémentaires, mais des géants du streaming numérique tels que Spotify, Apple et Google, qui cherchent à tirer parti des systèmes de diffusion IP pour développer leurs propres activités à l'échelle internationale. En général, les radiodiffuseurs locaux répliquent en mettant en avant leur contenu local et en direct, en particulier les informations et les actualités courantes, mais ce domaine est aujourd'hui également menacé.

La réglementation devrait encourager le développement de l'ère numérique de la radio, comme illustré à la Figure 6-5.

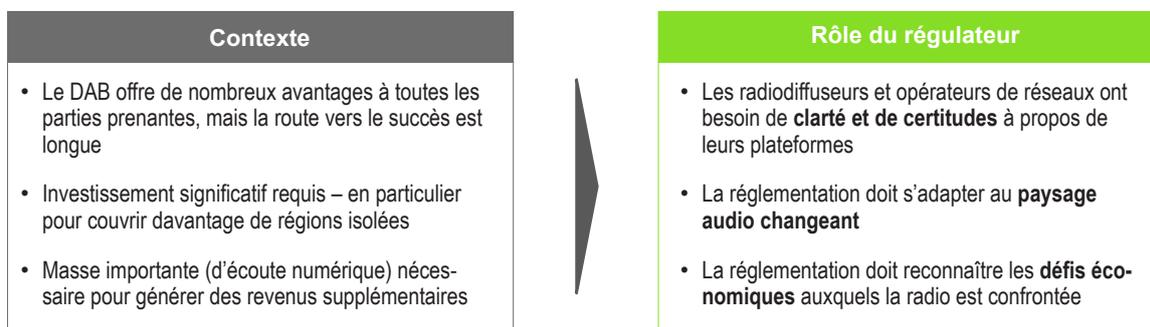


Figure 6-5 : Résumé du rôle de premier plan du régulateur

Pour les radiodiffuseurs, deux principales considérations commerciales doivent être prises en compte : 1) Comment augmenter les revenus ? 2) Comment gérer les coûts ?

¹² Source : WorldDAB 2022

La clé pour augmenter les revenus des radios commerciales réside dans la capacité à toucher un public plus large de manière efficace et rentable : plus d’auditeurs, et donc plus de revenus. C’est pourquoi des sondages sont régulièrement menés auprès des auditeurs, afin de déterminer quelle station ou quel programme touche le plus grand nombre de personnes.

Voyons comment Absolute Radio, au Royaume-Uni, est parvenue à faire croître son audience. Ils se sont lancés dans une stratégie visant à fournir un contenu musical par décennie (musiques des années 70, 80, 90, etc.) et le genre (rock, country, etc.). Au départ fournisseur d’un seul service analogique, ils fournissent aujourd’hui 10 services DAB au Royaume-Uni, ce qui leur a permis de tripler leur audience en 10 ans, passant de 1,7 million (T1 2012) à 5,3 millions (T4 2021). C’est ce qu’on appelle la « stratégie d’extension de la marque », comme illustré à la Figure 6-6. Depuis, de nombreux réseaux radio dans le monde s’en sont inspirés.



Figure 6-6 : Stratégie d’extension de la marque Absolute radio

Une autre possibilité serait d’augmenter la couverture géographique du service. C’est précisément qu’a fait la station London FM LBC (= Leading Britain’s Conversation). LBC a rejoint le multiplex commercial national britannique en 2014 avec une audience de 1,1 million de personnes à Londres. En 2022, le nombre d’auditeurs était 2,5 fois plus élevé, avec 2,6 millions de personnes, comme l’illustre schématiquement la Figure 6-7.



Figure 6-7 : Expansion géographique de LBC

Quant à la question du coût des opérations, il ne fait aucun doute que le DAB est moins coûteux que l'AM ou la FM. De nombreuses études l'ont démontré, ex. [15] et [16]. Selon plusieurs études, le DAB+ aurait un impact écologique positif [18].

Le problème le plus important est sans doute la durée pendant laquelle les services analogiques et numériques sont diffusés simultanément. En Europe, le Code des Communications Électroniques Européen (CCEE)¹³ prévoit que d'ici la fin 2020, tous les véhicules neufs soit capables de recevoir et restituer la radio numérique terrestre. Cette directive s'applique à tous les pays de l'Union Européenne, quel que soit leur niveau de déploiement du DAB. Elle prévoit une expansion continue de la base d'écoute du DAB, et encourage les radiodiffuseurs et pays à envisager l'ASO plus rapidement. Pour en savoir plus sur l'ASO, consulter §11. Une telle initiative dans les pays qui viennent d'adopter le DAB+ permet de disposer d'une base d'auditeurs équipés avant le déploiement du système DAB+.

Tous les radiodiffuseurs sont conscients des menaces qui pèsent sur leur activité. À ce titre, il est essentiel d'évaluer les risques encourus en cas d'absence de mise en œuvre du DAB+, pour garantir leur avenir en tant que fournisseurs de services de radio numérique. C'est particulièrement le cas si l'on considère la montée en puissance des géants multinationaux du streaming numérique, ainsi que la valeur et la diffusion croissantes des métadonnées (logos, images, liens, etc.).¹⁴

En outre, le DAB propose une fonctionnalité d'Alerte d'Urgence qui permet de passer automatiquement du service sélectionné au service d'Alerte d'Urgence, fournissant ainsi des informations d'alerte pour les situations de catastrophe à évolution rapide telles que les feux de brousse, les tsunamis et les inondations.¹⁵

Afin de garantir le succès de la radio numérique, 5 critères – appelés les 5C du fait des terminologies anglaises – sont à prendre en considération, comme illustré à la Figure 6-8. Les régulateurs et les politiques doivent en tenir compte et les différents acteurs de l'industrie radio doivent accepter de collaborer. Les 5C sont :

1. La couverture – essentielle pour démontrer que l'industrie est prête à adopter le DAB+ comme nouvelle génération de services de radiodiffusion. L'augmentation de la couverture favorise l'acquisition d'appareils radio DAB+ et encourage la distribution de nouveaux contenus de manière rentable.
2. Le contenu – est Roi ! L'accès à un nouveau contenu s'avère être le principal facteur d'adoption du DAB+ par les auditeurs.
3. Les récepteurs – nécessaires pour recevoir et restituer du contenu audio et les services de données associés. Ils doivent être largement disponibles, et à des prix abordables : plus il y a d'auditeurs, plus les prix baissent.
4. Les véhicules – à prendre également en considération, de nombreuses personnes y consommant du contenu radio ; dans certains pays, l'écoute en voiture est la plus élevée de toutes. Il est essentiel, pour le succès du déploiement, que les voitures neuves soient équipées du DAB+ de série, et que des dispositifs soient disponibles en après-vente pour les voitures qui n'en sont pas équipées.
5. La communication – l'élément le plus important : elle couvre tous les domaines, des discussions entre régulateurs et diffuseurs jusqu'aux campagnes marketing. La valeur d'une voix commune à tous les radiodiffuseurs ne doit pas être sous-estimée. Il arrive souvent qu'un organisme interprofessionnel soit créé pour encourager les discussions et les orientations politiques.

¹³ Pour plus d'informations, voir la fiche info de WorldDAB : <https://www.worlddab.org/resources/factsheets-reports>

¹⁴ Ex. voir la vidéo d'explication des métadonnées de WorldDAB <https://www.youtube.com/watch?v=f7BqIC2NGLU>

¹⁵ Voir www.worlddab.org pour consulter la fiche info sur les Alertes d'Urgence

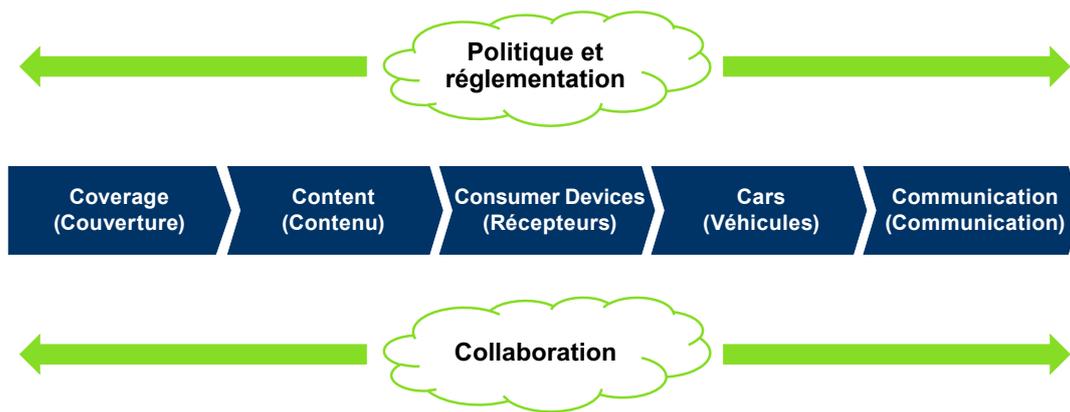


Figure 6-8 : Les 5C

6.6. Conditions de réussite

De nombreux désirs concurrents existent au sein de l'univers radio. De ce fait, il est important d'examiner les conditions qui favoriseront la réussite, et comment les créer. Le régulateur joue un rôle de médiateur avec les radiodiffuseurs, afin de garantir le modèle et les conditions d'exploitation les plus viables dans chaque pays. Ces derniers sont tous différents. Ils ont des approches politiques et socio-économiques qui leur sont propres. Il en va de même pour la réglementation de la radiodiffusion analogique. Dans certains cas, des leçons peuvent être tirées de la numérisation de la télévision (TNT). Toutefois, nous notons que les multiplex de la TNT sont généralement organisés autour d'éditeurs individuels, tandis que les multiplex du DAB contiennent souvent du contenu provenant de plusieurs diffuseurs.

Les principaux domaines à prendre en compte pour garantir la réussite du processus sont les suivants :

- Inciter les radiodiffuseurs à investir
- S'assurer que les opérateurs de multiplex disposent d'un modèle économique efficace
- Veiller à ce que le système économique des radiodiffuseurs soutienne le développement durable du DAB+
- Envisager une réglementation pour accélérer l'adoption du DAB+ dans les véhicules et les foyers

6.6.1. Incitations à l'investissement

Les régulateurs peuvent encourager les radiodiffuseurs à s'engager dans le développement de services et d'infrastructures DAB en leur octroyant des licences.

L'actif le plus précieux des radiodiffuseurs est leur licence FM ou AM existante, qui leur procure des flux de trésorerie positifs à long terme. Dans la plupart des marchés, les licences sont délivrées pour une période fixe, généralement de 10 à 15 ans, sans garantie de renouvellement. Le renouvellement de la licence est souvent évalué en fonction du service fourni par le radiodiffuseur et des éventuelles violations des règles relatives au contenu ou à la diffusion. De plus, il entraîne également des frais.

Les régulateurs peuvent encourager les radiodiffuseurs qui diffusent (au moins) simultanément leur service analogique en DAB+, en prolongeant automatiquement leur licence FM. Ils peuvent également limiter les frais de renouvellement de la licence FM à des frais administratifs, voire les rendre gratuits. De

plus, ils peuvent choisir de ne pas facturer la capacité DAB attribuée à la licence « conjointe FM DAB+ ». Cela élimine le risque de perte de bénéfices futurs et favorise la viabilité à long terme du radiodiffuseur.

Cette approche a pu être observée dans la pratique, au Royaume-Uni, où une nouvelle loi a été votée en décembre 2020. Celle-ci prévoyait le renouvellement automatique des licences analogiques nationales pour 10 ans, à condition que ces services soient diffusés simultanément sur DAB / DAB+. Les frais étaient fixés à un montant de 10 000 livres sterling, sans coût proportionnel aux recettes, ce qui avait pour effet de rendre la radiodiffusion FM moins coûteuse et de permettre de dégager les fonds nécessaires au financement du DAB. Les trois détenteurs de licences nationales se sont montrés favorables à cette approche.

En Australie, les diffuseurs se sont vus proposer une capacité de spectre libre d'un neuvième de multiplex par service AM ou FM, ainsi qu'une période de non-concurrence de sept ans durant laquelle aucun nouveau radiodiffuseur ne pouvait entrer sur le marché.¹⁶

6.6.2. Un modèle économique efficace pour les opérateurs de multiplex

Il existe deux modèles principaux pour l'attribution du spectre et l'exploitation des multiplex. Dans chaque cas, l'opérateur de multiplex détient les droits d'utilisation du spectre :

1. Intégration verticale (deux possibilités) :
 - a. Un seul radiodiffuseur, ou un réseau de radiodiffuseurs, offrant plusieurs services, exploite le multiplex.
 - b. Il existe un partenariat entre les radiodiffuseurs dont les services seront diffusés sur le multiplex.
2. Autonome
 - a. Un organisme indépendant (généralement appelé opérateur de réseau), non producteur de contenu, exploitera le multiplex.

Les deux modèles sont utilisés avec succès. Au Royaume-Uni, l'opérateur de réseau Arqiva fournit des services de radiodiffusion DAB payants pour les services commerciaux. La BBC détient les droits d'utilisation du spectre pour ses services ; cependant, elle sous-traite la distribution à Arqiva.

En Australie, les radiodiffuseurs commerciaux ont formé des joint-ventures qui détiennent les droits d'utilisation du spectre sur la base d'une combinaison de la capacité initiale attribuée et de la capacité supplémentaire achetée. Au départ, les joint-ventures exploitaient leurs propres systèmes de transmission et de multiplexage, et louaient l'espace des tours de transmission. Avec le temps, elles ont évolué vers un modèle de sous-traitance, dans lequel les systèmes de transmission et de multiplexage étaient fournis dans le cadre de contrats à long terme avec l'opérateur de réseau tiers TX Australia.

6.6.3. Soutenir un développement durable

Le DAB+ permet d'accroître l'audience et les recettes tout en améliorant la compétitivité avec les fournisseurs de contenus externes, tels que les services de diffusion en streaming comme Spotify, Apple et Google. La première étape est d'investir dans les infrastructures et nouveaux services.

¹⁶ Cela s'est limité au premier cycle de développement, dans les villes de Sydney, Melbourne, Brisbane, Adélaïde et Perth.

Cependant, construire son audience DAB+ et accroître les recettes prennent du temps. Il faut parfois plusieurs années pour atteindre une masse critique.

Les régulateurs peuvent aider à rentabiliser les coûts de cet investissement en proposant des mesures de soutien, notamment :

- Des conditions de licence plus intéressantes
- Un assouplissement des règles
- Un financement public

Au Royaume-Uni, l'Ofcom veille à ce que la réglementation soit adaptée à l'environnement d'exploitation. Pour cela, ses membres consultent régulièrement les acteurs de l'industrie radio. Au fil du temps, plusieurs modifications ont découlé de ces réunions, parmi lesquelles :¹⁷

- Propriété : En 2011, le gouvernement a supprimé les règles relatives à la détention des services radio.
- Formats : En 2017, les stations de radio commerciales se sont vu accorder plus de liberté pour diffuser les types de contenus qu'elles estimaient être les plus adaptés à leur service.
- Localisation : En 2018, les radiodiffuseurs ont obtenu plus de liberté de décision concernant leur contenu local – lieu de production et nombre d'heures de contenu local spécifique requis par semaine.

Ces règles ont été modifiées pour améliorer l'environnement économique des stations de radio locales, et assurer la pérennité de la diffusion d'informations locales.

Le financement public peut également contribuer à rendre les coûts initiaux du DAB+ plus attractifs. Exemples :

- En Suisse, le gouvernement a accordé un financement aux radiodiffuseurs privés pour subventionner le coût de la transmission en simultané.
- En France, le gouvernement a proposé de cofinancer le marketing du DAB+ par les radiodiffuseurs.
- Au Royaume-Uni, le gouvernement, les radiodiffuseurs publics et privés ont cofinancé le déploiement des multiplex locaux.

6.6.4. Soutien réglementaire

La capacité des radiodiffuseurs à générer des revenus à partir du DAB+ dépend de la taille de leur audience. Le nombre de récepteurs DAB+ que les auditeurs possèdent et utilisent (en voiture ou à domicile) est un facteur déterminant.

Il est important de mettre l'accent sur le marketing. Cela permet d'augmenter le nombre de détaillants présents, ainsi que la variété et la disponibilité des produits ; en France, il s'agit d'une priorité.

Les gouvernements peuvent également accélérer considérablement l'adoption du DAB+ par le biais de réglementations exigeant la réception du DAB+ dans les voitures et les produits domestiques.

¹⁷ Voir <https://www.gov.uk/government/consultations/commercial-radio-deregulation-consultation> ; <https://www.gov.uk/government/publications/digital-radio-and-audio-review/digital-radio-and-audio-review#executive-summary>

Dans l'Union Européenne, le Code des Communications Électroniques Européen (CCEE) a été adopté en décembre 2018 et est entré en vigueur le 21 décembre 2020. Ainsi, toutes les nouvelles voitures de l'UE sont désormais équipées de la fonction DAB+, quel que soit l'état du réseau dans chaque pays de l'UE. Grâce à cette réglementation, le nombre de voitures neuves équipées du DAB+ est désormais proche de 100 %, comme le montre la Figure 6-9.

Par ailleurs, plusieurs pays de l'UE ont mis en place des règles pour les récepteurs radio domestiques. Exemples :

- En Allemagne, toutes les radios capables d'afficher le nom d'une station doivent être numériques (DAB+).
- En Italie, tous les récepteurs doivent être compatibles avec le DAB+.
- En France, toutes les radios capables d'afficher le nom d'une station doivent être numériques (DAB+).

Les exemples ci-dessus fournissent des pistes de réflexion aux pays qui souhaiteraient passer au DAB+. Des réglementations peuvent être prises avant le lancement pour inciter les radiodiffuseurs à investir. L'objectif est d'accélérer l'adoption du DAB+ et d'abandonner l'analogique plus rapidement. Ainsi, l'environnement économique de la radiodiffusion s'en verra amélioré.

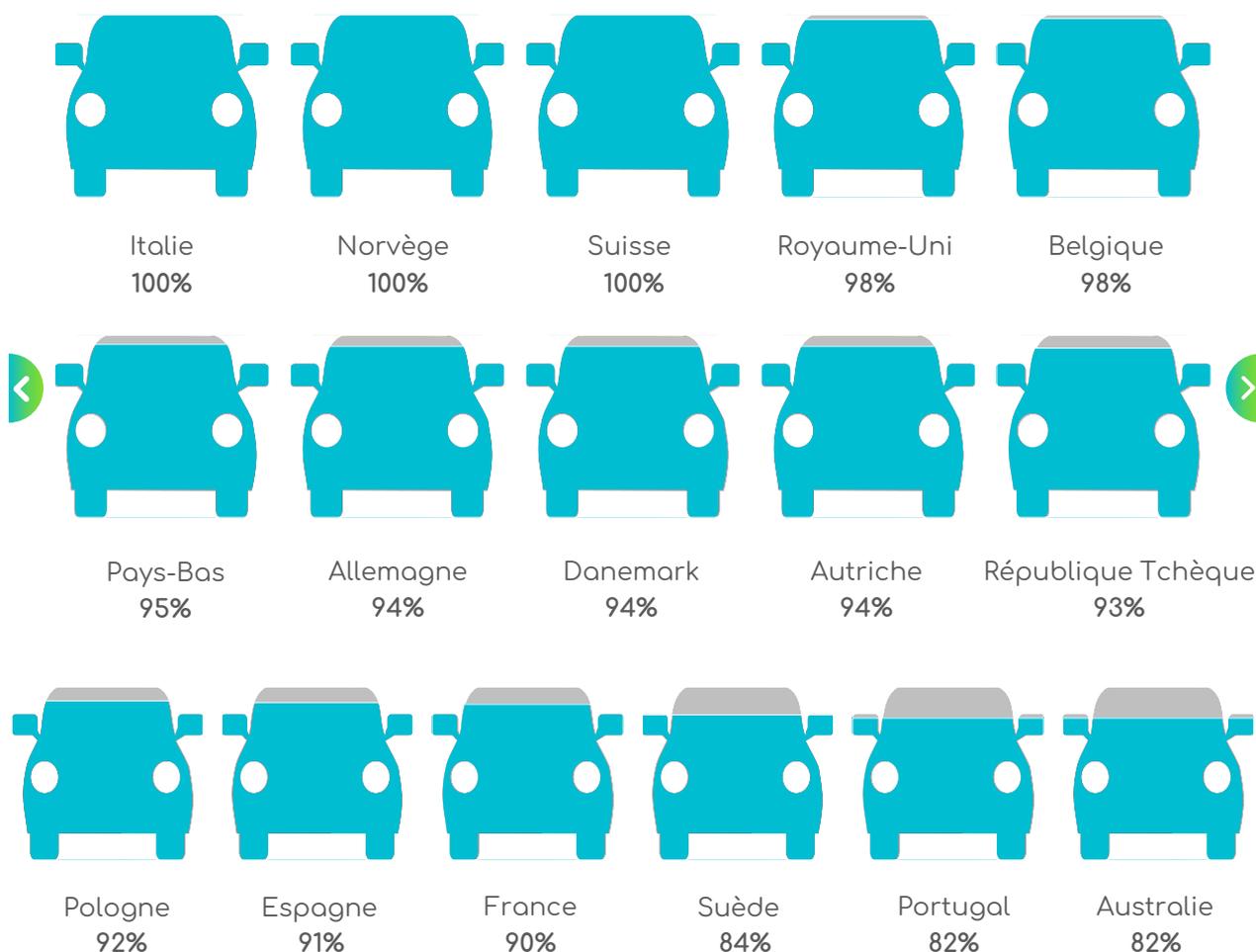


Figure 6-9 : Pourcentage de voitures neuves équipées de récepteurs DAB+ à la fin de 2021

6.7. Réglementation et licences

L'adoption officielle du processus comprend de nombreuses étapes, dont certaines sont liées. Lors de la mise en œuvre du processus d'adoption, toutes les parties prenantes de l'écosystème radio ont un rôle à jouer. La Figure 6-10 présente un exemple de diagramme de Gantt, dont les points sont détaillés ci-dessous. Les périodes allouées à chaque activité sont seulement indicatives.

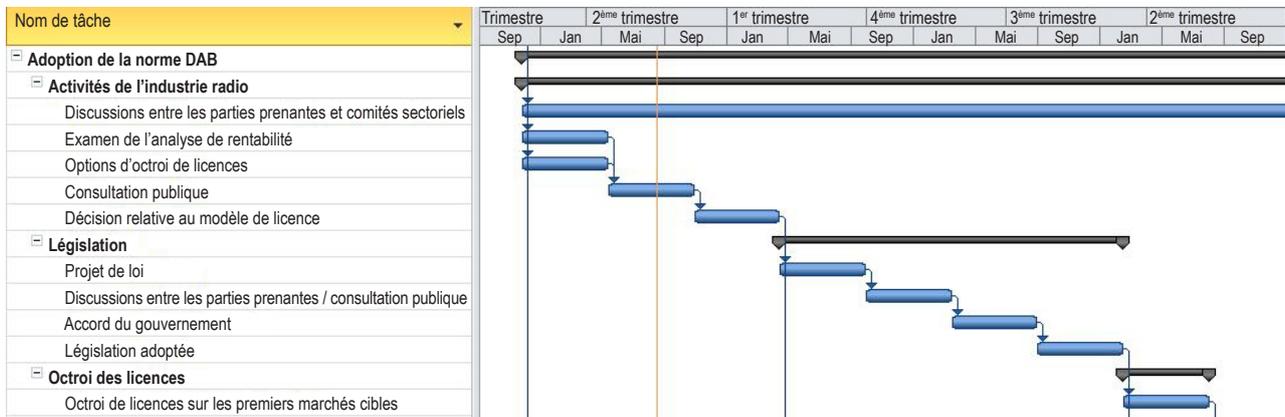


Figure 6-10 : Exemple de diagramme de Gantt pour l'adoption officielle du DAB

6.7.1. Discussions entre parties prenantes et comités sectoriels

Toutes les parties prenantes intéressées peuvent participer à ces discussions. Il n'est pas rare que le régulateur demande aux parties prenantes, y compris aux radiodiffuseurs, de proposer le modèle d'exploitation qu'elles préfèrent, en termes de mise à disposition des transmissions et d'octroi de licences d'utilisation du spectre. Des communications régulières et un processus décisionnel clair et transparent permettent de maintenir le lien entre les radiodiffuseurs, les opérateurs de réseau et le régulateur. Parfois, les radiodiffuseurs forment un comité d'action sectoriel au sein duquel l'ensemble de l'écosystème radio est libre de s'exprimer.

Parvenir à un accord sur la « forme » du système d'octroi de licences et sur le calendrier de mise en œuvre du dispositif est indispensable. Ce processus est fortement influencé par la disponibilité du spectre de la VHF bande III, car un spectre limité restreindra le nombre de services qui peuvent être fournis. Le calendrier de disponibilité du spectre¹⁸ influencera celui du déploiement du DAB, et, dans certains cas, aura un impact sur le temps disponible pour élaborer et mettre en œuvre les politiques d'octroi de licences. Il est important que le régulateur tempère les discussions et divers projets, afin de s'assurer que le grand public profite au maximum de l'introduction de la radiodiffusion numérique et des contenus et fonctionnalités supplémentaires qu'elle propose.

Le comité d'action sectoriel s'assure généralement du succès de la radiodiffusion numérique sur le long terme, et peut même devenir une organisation de soutien à but non lucratif.¹⁹

¹⁸ Ex : en raison du processus d'abandon de la télévision analogique et de la migration vers la bande UHF.

¹⁹ Citons par exemple Digital Radio UK au Royaume-Uni, DigiMig en Suisse, le Digital Technical Advisory Committee (DTAC) et le Digital Radio Planning Committee (DRPC) en Australie, et la Southern African Digital Broadcasting Association (SADIBA) en Afrique du Sud.

6.7.2. Options d'octroi de licences

Plusieurs aspects doivent être pris en considération lors de la formulation d'options en matière d'octroi de licences.

1. Les fondements techniques de la planification

Il s'agit de déterminer quelles transmissions sont acceptables et lesquelles ne le sont pas. Il est important que le DAB+, comme toute autre technologie radio, puisse être reçu dans les zones souhaitées, par exemple les zones de couverture sous licences pour les radiodiffuseurs commerciaux. Pour ce faire, la conception de la transmission doit répondre à des objectifs spécifiques en matière d'intensité de champ dans la zone de couverture. Les publications de l'UER et de l'UIT constituent un bon point de départ pour définir les exigences en matière de planification du réseau. Toutefois, il est courant que les États choisissent eux-mêmes d'adapter les exigences en matière d'intensité de champ en fonction de leurs propres besoins, par exemple en raison des affaiblissements dû à la pénétration dans les bâtiments et des problèmes de bruits artificiel, [1] et [6].

2. Types de licences de radiodiffusion

Il existe un grand nombre de licences différentes. Celles-ci sont liées au type de contenu transmis et au type de radiodiffuseur impliqué. Les « classes » typiques de licences sont les suivantes :

- Les licences de radiodiffusion de service public, qui couvrent souvent une zone étendue ou un pays entier, et peuvent faire l'objet d'une activité commerciale limitée.
- Les radiodiffuseurs commerciaux, qui sont souvent limités à des zones spécifiques, et autorisés à transmettre des contenus commerciaux tels que de la publicité.
- Les radiodiffuseurs communautaires ou associatifs, concentrés sur des zones spécifiques, des groupes locaux ou des types de contenus.
- Les radiodiffuseurs à diffusion ciblée, qui sont souvent limités à des types de contenus très spécifiques (ex : radio axée sur le sport), et qui ont généralement des zones de couverture limitées.
- Les autres types de radiodiffusion, tels que les services internationaux ou par abonnement.

Les licences de radiodiffusion commerciale

Les licences de radiodiffusion de service public

Les licences de radiodiffusion de service communautaire

Les licences de radiodiffusion de service à diffusion ciblée

Les licences de radiodiffusion à faible puissance

Tous ces types de licences ont leurs propres définitions juridiques, établies par le Ministère et l'autorité de régulation.

Chacune dispose de ses propres attributions, restrictions et coûts définis par la législation. Le nombre de services disponibles dans une zone découle du mélange de ces différentes catégories. Le type de licence a également une influence sur la probabilité d'ajout de services DAB+ supplémentaires. Nous constatons que les services publics multiplient généralement

leur nombre de services par deux ou trois, les radiodiffuseurs commerciaux par quatre à six (ou plus) et les radiodiffuseurs communautaires par moins de deux. Le DAB+ a donc une grande valeur pour la radiodiffusion commerciale. Dans certains pays, les nouveaux services proposés suite à l'introduction du DAB+ peuvent venir de nouveaux entrants sur le marché, plutôt que de l'expansion des services des réseaux existants.

3. Délais et coûts

Chaque type de licence entraîne un coût différent, notamment en fonction de la nature du radiodiffuseur. Toutefois, dans la plupart des pays, les licences DAB sont soit associées aux licences AM ou FM existantes, soit assorties d'une faible redevance destinée essentiellement à couvrir les frais administratifs. Chaque licence possède ses propres règles de fonctionnement, généralement établies par la loi sur les services de radiodiffusion²⁰ de chaque pays, qui exige du radiodiffuseur qu'il se conforme aux règles de contenus et de transmissions pour conserver sa licence d'exploitation.

4. Couverture

Un pourcentage minimum de la population de la zone à couvrir est souvent exigé par le régulateur, et éventuellement un pourcentage de la zone géographique concernée par la licence et/ou des routes spécifiques, telles que les autoroutes principales.

5. Contenu

Le contenu que les radiodiffuseurs sont autorisés à diffuser présente deux aspects fondamentaux : le type de contenu sous licence, par exemple la publicité commerciale, mais aussi le contenu lui-même en termes de « normes sociales ». Ainsi, nous constatons que les exigences en matière de contenu varient d'un pays à l'autre du fait de la religion, de la politique, de la langue et du contenu en lui-même (par exemple, sur les limites à poser quant au contenu potentiellement blasphématoire).

Certains pays imposent également la diffusion d'une certaine quantité de contenu local pour s'assurer que les industries locales soient soutenues ; en particulier dans les domaines de la musique et de l'information.

6.7.3. Types de licences réglementaires

Plusieurs types de licences peuvent être octroyés en fonction des activités concernées.

Licence pour la production de contenus

Une licence pour produire du contenu radiophonique : plus communément appelée licence de radiodiffusion. Elle définit quel contenu peut ou non être diffusé. Par exemple, une licence de contenu commercial permet la diffusion de publicités, alors qu'une licence de diffusion ciblée n'autorise que certains types de contenus, tels que le sport ou la religion. Dans tous les cas, il existe des règles générales pour le contenu dont le langage pourrait heurter les auditeurs (ex : blasphèmes, certains contenus politiques comme la propagande extrémiste).

²⁰ Ex : la loi sur les services de radiodiffusion en Australie, 1992 : <https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00042>

Licence d'accès au spectre

Une licence permettant de diffuser des contenus dans une bande de fréquence spécifique : dans le cas du DAB, il s'agit d'un bloc de fréquences. Ce dernier peut être partagé avec d'autres radiodiffuseurs, l'accès pouvant alors spécifier au diffuseur sa capacité au sein de l'ensemble qui lui est attribué. Les fournisseurs de réseau de transmission qui détiennent la licence du bloc de fréquences du spectre attribuent la capacité aux radiodiffuseurs en fonction de la demande et des accords commerciaux associés.

Licence sur les équipements

Il s'agit d'une licence permettant de posséder et d'exploiter des équipements de transmission, tels que des émetteurs.

Licence sur la transmission

Il est ici question de réguler les transmissions. Cette licence comporte des clauses quant à la puissance maximale (et souvent minimale) qui peut être délivrée dans chaque direction, notamment par le biais d'une exigence relative au diagramme de rayonnement. Par exemple, il est courant de limiter la puissance de transmission dans certaines directions à un niveau inférieur à la puissance maximale attribuée, afin de protéger les autres transmissions contre les interférences.

Chaque pays dispose de sa propre version de ces types de licences et, dans certains cas, des combinaisons sont possibles.

Lors de la consultation publique, le régulateur tient compte des remarques émises par les parties prenantes, et élabore la trame et les bases techniques des licences, afin qu'elles offrent les meilleurs avantages à la fois au public et au secteur de la radiodiffusion, y compris les SPR.

En général, alors que le régulateur élabore la base technique et formule des recommandations sur les types de licences et les contraintes associées, le Ministère, quant à lui, est chargé de la législation proprement dite.

6.7.4. Consultation publique

Suite aux discussions entre le Ministère, le régulateur et les parties prenantes de l'écosystème radio, une consultation publique est en général organisée, bien qu'elle ne soit pas obligatoire. Le régulateur y présente ses recommandations et options pour un modèle de licence, et y recueille l'avis des parties prenantes.

Les radiodiffuseurs et autres parties prenantes peuvent formuler officiellement les options qu'ils préfèrent et expliquer pourquoi elles sont bénéfiques pour eux et la communauté.

Dans certains cas, les consultations publiques peuvent être complétées par des auditions publiques, des briefings et des groupes de travail de l'industrie.

6.7.5. Législation

Une fois que le régulateur aura développé un système d'octroi de licences satisfaisant, il le présentera au département gouvernemental concerné. Ce dernier sera alors en charge d'élaborer la législation qui permettra au DAB d'être officiellement autorisé et déployé.

Il n'est pas rare que cette législation prenne quelques itérations pour passer des projets initiaux au document final. Celui-ci doit être approuvé par le système politique avant d'être promulgué. Il peut ensuite être officiellement utilisé pour octroyer et gérer les licences.

6.7.6. Octroi de licences pour les premiers marchés sélectionnés et mesures incitatives

Une fois la législation officiellement adoptée, le régulateur est habilité à délivrer des licences. Ces premières licences peuvent être attribuées dans le cadre d'un système préétabli, ou acquises par le biais d'une procédure de sélection durant laquelle le type de contenu et d'autres facteurs sont évalués.

Dans certains pays, des avantages peuvent être accordés aux radiodiffuseurs pour les encourager à mettre en place des services de radiodiffusion DAB, et également à ceux qui ont investi dans le développement de systèmes DAB pour les protéger d'une concurrence prématurée. Ces mesures peuvent s'avérer utiles quand il n'y a pas (ou peu) de récepteurs sur le marché, et que le marché des auditeurs doit encore être établi, ce qui peut prendre plusieurs années. Heureusement, grâce aux dispositions du CCEE²¹, de nombreux modèles de voitures sont désormais équipés de récepteurs DAB de série, et peuvent ensuite affluer dans d'autres pays.

En général, les mesures incitatives prennent la forme d'attributions préférentielles du spectre, par exemples : la capacité d'un ensemble DAB attribuée sur base des transmissions analogiques existantes,²² des redevances initiales minimales voire inexistantes, des périodes de non-concurrence durant lesquelles aucun nouveau radiodiffuseur commercial ne peut s'établir, ou des incitations financières telles que l'exonération de la redevance pour les services analogiques pour ceux qui investissent dans l'infrastructure DAB+ et/ou le développement de nouveaux services.

²¹ Voir <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L1972>

²² Ex : en Australie, les radiodiffuseurs AM/FM existants se sont vu attribuer un neuvième de la capacité de l'ensemble pour chaque service AM/FM existant.

7. Conditions nécessaires à l'établissement du DAB+ et plan d'allotissement

La définition des exigences nécessaires au déploiement d'un nouveau système de diffusion radio peut parfois s'avérer complexe. Il est essentiel que les parties prenantes soient pleinement engagées dans le processus et que toutes fassent preuve de souplesse.

7.1. Conditions préalables

Les conditions préalables au lancement du processus de planification sont les suivantes :

- L'industrie de la radiodiffusion souhaite mettre en place le DAB+
- Le régulateur est disposé à développer (ou a déjà développé) un cadre pour les licences
- Tout ou partie du spectre VHF bande III est (ou sera) disponible

L'ensemble du processus à entreprendre est illustré à la Figure 7-1. Il commence par la détermination des besoins en services et se termine par l'achèvement du plan d'allotissement.

L'objectif est de définir le plan d'allotissement qui permettra d'obtenir les meilleurs résultats à long terme pour le pays. Le processus est généralement itératif et les exigences devront parfois être affinées sur une base géographique. Par exemple, le nombre de services pouvant être distribués dans une zone spécifique sera influencé par le spectre disponible, les exigences de couverture, et à terme par la base technique qui définira l'intensité du champ de couverture et les rapports de protection contre les interférences.

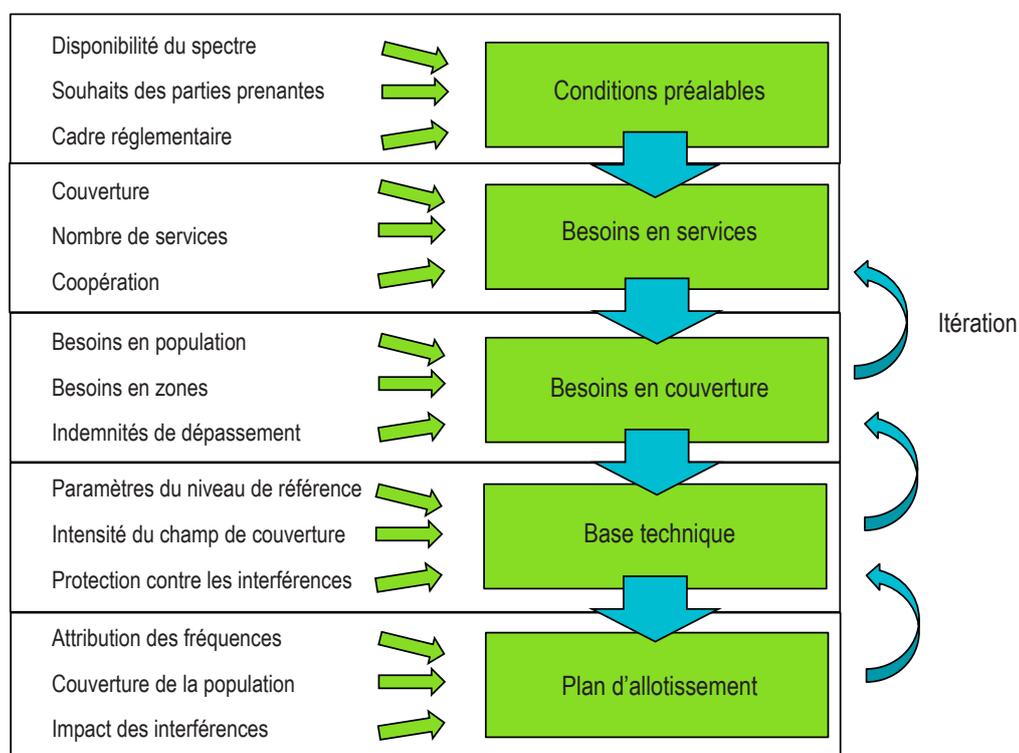


Figure 7-1 : Étapes de la planification des besoins

Dans certains cas, le déroulement du processus sera soumis à des contraintes existantes, par exemple lorsque plusieurs sites de transmission opérationnels fournissent déjà des services DAB+ au public. Ce phénomène a pu être observé en Australie, où le plan d'allotissement a été entrepris alors que les plus grandes villes avaient déjà mis en place le DAB+ depuis plusieurs années.

7.2. Planification des services

Le point de départ de la planification du système DAB+ est de faire l'inventaire du nombre de services qui existent déjà, et des attentes en matière de nouveaux services. Au cours des 20 dernières années, le développement du DAB+ en Europe a montré que là où le spectre était disponible, les services suivaient. Il en a résulté une augmentation considérable du nombre de services disponibles pour le public. Dans les pays ayant mis en place le DAB+ depuis longtemps, on constate généralement une augmentation de trois à six fois par rapport au nombre de services analogiques pré-DAB+. C'est pourquoi il est important de prendre en compte la numérisation des services existants ainsi que les nouveaux services à venir dans les exigences de planification.

Les services sont planifiés en fonction de leur zone de couverture. Les services nationaux sont fournis avec constance dans l'ensemble d'un pays, les services régionaux couvrent une partie importante du pays, et les services locaux fournissent du contenu localement. Souvent, le nombre de services nationaux, régionaux et locaux proposés dans une zone est similaire, comme illustré dans le tableau 7-1, qui tire ses données du site web <https://www.wohnort.org/dab/>. Nous constatons que chaque région dispose d'un nombre important de services (plus de 60 chacune), Londres étant en tête avec un total de 126 services proposés. Les services par zones semblent équilibrés ; toutefois, il est important de noter qu'en raison de sa petite taille et de la répartition homogène de sa population, le Royaume-Uni présente un grand nombre de services nationaux. En Australie, c'est l'inverse qui est constaté, du fait de sa taille importante et de la répartition de la population dans les centres urbains.

Localisation	Types de services		
	National	Régional	Local
Sydney	11	30	33
Londres	57	47	22
Bristol	57	12	20
Munich	27	22	20
Oslo	17	20	23

Tableau 7-1 : Exemple du nombre de services dans une zone

Les services sont également divisés en fonction du contenu et des types de licences, où l'on retrouve souvent les services publics, des radiodiffuseurs commerciaux et des radiodiffuseurs communautaires/associatifs.

En général, la couverture par zone est divisée en plusieurs couches : nationale, régionale et locale. La couche régionale comprend plusieurs zones locales, et la nationale couvre toutes les zones régionales et, dans de nombreux cas, la majeure partie du pays. La Figure 7-2 nous montre les 34 zones de licences commerciales de l'État de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie. Les zones de licences communautaires ont tendance à être plus petites et plus axées sur les communautés distinctes ; cependant, certaines d'entre elles peuvent être identiques aux zones de licences commerciales, en particulier dans les grandes villes. Les zones de couverture des services publics sont généralement régionales et englobent plusieurs zones de licences commerciales.

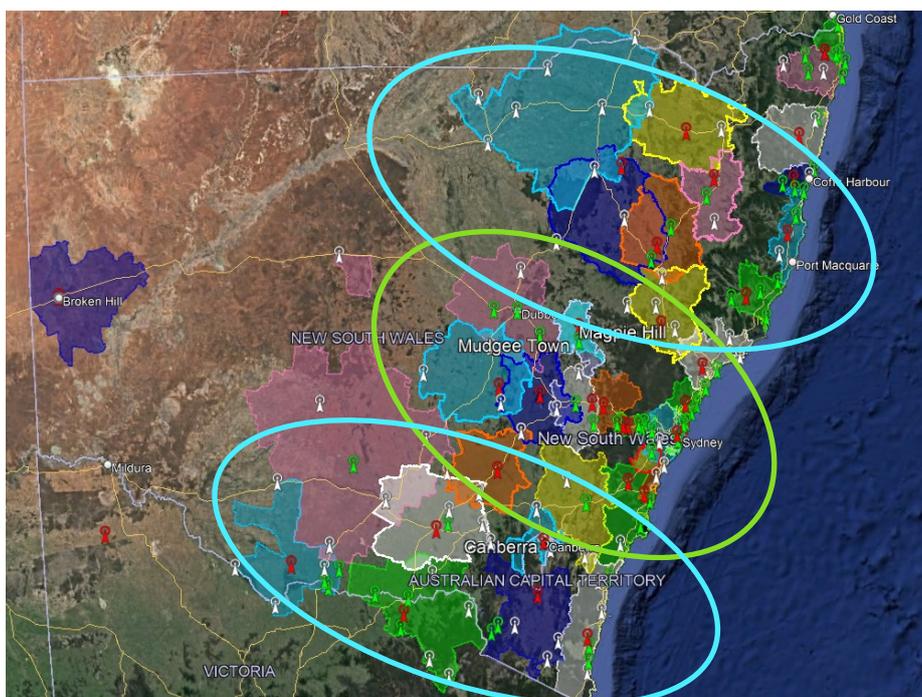


Figure 7-2 : Licences commerciales dans l'État de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie.

7.3. Besoins en couverture

Les régulateurs peuvent demander aux fournisseurs de contenus de respecter des objectifs de couverture. Le plus souvent, il s'agira d'atteindre un pourcentage donné de personnes pouvant recevoir le DAB+, et un pourcentage de la superficie du pays où le DAB+ peut être reçu à des niveaux de services spécifiques. L'objectif est de remplir les obligations en matière de Service et d'Accès Universels (SAU), qui garantissent que personne n'est désavantagé. Le déploiement à l'échelle nationale se fait généralement par étapes, sur plusieurs années ; par exemple en Tunisie, dont la phase de déploiement est illustrée à la Figure 7-3. Nous y constatons une période prolongée de démonstrations et essais pour laquelle des services ont été établis dans la capitale de Tunis, suivie d'un plan de déploiement national en quatre phases, dont la date d'achèvement a été fixée au troisième trimestre 2023.

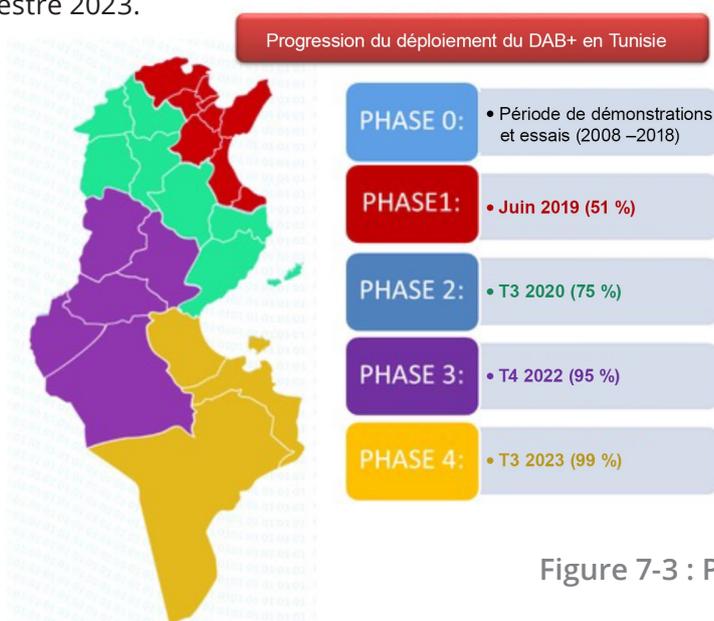


Figure 7-3 : Progression du déploiement du DAB+ en Tunisie²³

²³ Source : <https://www.worlddab.org/countries/tunisia>

Bien que la couverture soit un paramètre essentiel à prendre en compte lors de la planification des réseaux DAB+, il est tout aussi important de contrôler le niveau des interférences, pour pouvoir garantir un niveau de service adéquat.

La plupart des pays partagent des frontières terrestres ou maritimes avec d'autres. Une coordination transfrontalière est alors nécessaire pour veiller à ce que les niveaux d'interférences transfrontalières restent acceptables. La réglementation de l'UIT sur les radiocommunications [25] fournit des orientations sur les processus recommandés.

7.4. Besoins en spectre

Le DAB+ opère dans le spectre de la VHF bande III – de 174 à 230 MHz (et jusqu'à 240 MHz dans certains pays) –, traditionnellement utilisé pour la télévision analogique (ATV). L'élimination de l'ATV de cette bande, et son remplacement par la DTV (= télévision numérique) dans les bandes UHF permettent d'utiliser la bande III pour le DAB+. Cette dernière a fait l'objet d'une autorisation et d'une planification approfondie pour le DAB+ en Europe, à la fin des années 1990 et au début des années 2000. En 2006, la conférence de planification GE06 de l'UIT a entrepris une planification poussée dans les bandes III (VHF) et IV et V (UHF) pour la Région 1, et certaines parties de la Région 3. Cela incluait l'Europe, l'Afrique et le Moyen-Orient, mais pas l'Asie-Pacifique. Pour plus d'informations, voir [24].

La bande III VHF fournit 32 blocs de fréquences DAB, du bloc 5A avec une fréquence centrale de 174,928 MHz au bloc 12D qui est à 229,072 MHz. Dans certains pays, l'extension de la bande III dans le Canal 13 est également disponible de 13A (230,784 MHz) à 13F (239,200 MHz), bien que ce canal soit le plus souvent utilisé pour les communications militaires et ne soit pas largement mis en œuvre. Chaque bloc de fréquences fournit une bande passante de 1,712 MHz pour un signal de 1,536 MHz, de sorte que la bande de garde entre les blocs de fréquences adjacents est de 176 kHz et nécessite des filtres post-émetteurs, généralement à cavités mécaniques, pour garantir que l'interférence du canal adjacent (ACI) n'entraîne pas de perte de performance. Tous les détails sont consultables dans le document relatif à la norme DAB EN 300 401 [2].

La conversion de l'ATV en DTV est toujours en cours. Certains pays doivent toujours se lancer dans sa mise en œuvre, tandis que d'autres l'ont installée mais n'ont pas encore fermé tous les réseaux analogiques. Le processus de planification du DAB+ peut démarrer avant que le spectre de la Bande III ne soit disponible pour des services permanents, mais une date de disponibilité est néanmoins nécessaire. La date de disponibilité du spectre, ou même le début de l'ASO, constituent les premières dates cibles pour le déploiement d'un système permanent.

Le DAB+ peut être mis en place avant l'arrêt de la télévision analogique. Toutefois, en raison de ratios de protection élevés (PR), la puissance du DAB+ devra peut-être être réduite par rapport aux niveaux prévus pour la P.A.R (ERP). Cela permettra d'utiliser les systèmes pour des activités de démonstration et de formation, et d'en augmenter ensuite la puissance lorsque les services ATV adjacents seront désactivés.

Dans certains pays, le spectre de la bande III sera également utilisé pour la DTV, par exemple en Australie et en Afrique du Sud, en raison de sa capacité à transmettre des signaux sur de plus longues distances que les bandes UHF pour la même P.A.R. Cela nécessitera de planifier le partage du spectre, afin de déterminer combien de blocs de fréquences seront disponibles pour le DAB+ dans l'ensemble du pays. Comme nous l'avons vu en Australie et en Afrique du Sud, le minimum requis pour garantir une gamme de services régionaux de qualité est de deux canaux TV ou de huit blocs de fréquences DAB. Quand une coordination transfrontalière est requise, une certaine flexibilité dans le choix des blocs de fréquences est nécessaire.

7.5. Base technique

Il est très important que les intensités de champs utilisées pour la planification dans différents scénarios de réception soient adaptées à la planification du DAB+ dans le pays. Comme le montre la Figure 7-4, il existe des variations dans les objectifs d'intensités de champs médians minimum requis pour différents scénarios de réception dans différents pays européens. Cela est dû aux variations dans les « paramètres du niveau de base » utilisés pour calculer l'intensité de champ de la couverture cible. Les équations physiques sont bien connues et des exemples de calculs sont présentés dans le document Tech 3391 de l'UER. [1]. Voici quelques exemples de variations :

- Affaiblissements dû à la pénétration dans les bâtiments : le niveau de perte d'entrée d'un bâtiment dépend du type de bâtiment et des matériaux utilisés pour sa construction. Les ondes radio sont davantage atténuées par le béton armé que par le bois. Pour assurer une bonne réception à l'intérieur, les zones dominées par des immeubles de grande hauteur auront besoin d'une intensité de champ externe plus élevée que les maisons en bois.
- Bruit artificiel (d'origine humaine) : du fait de l'augmentation du nombre d'appareils électroniques, le niveau de bruit d'origine humaine est plus élevé dans les zones urbaines denses que dans les zones rurales. Le bruit d'origine humaine (MMN) impacte la sensibilité des récepteurs et est souvent plus élevé dans les zones comportant une grande quantité d'équipements électroniques, tels que des studios radio, des bureaux ou des sites industriels.
- Caractéristiques des antennes des véhicules : ces antennes ont évolué, passant des antennes fouets montées sur le toit à celles qui sont sérigraphiées. Les premières présentent de bonnes caractéristiques de gain omnidirectionnel ; les autres présentent un gain plus faible, et un diagramme de rayonnement souvent non-omnidirectionnel. L'esthétique générale des véhicules modernes est devenue plus importante que leurs performances radio. Certains pays ont choisi de baisser les valeurs de gain des antennes de véhicules. Ainsi, il sera plus facile d'atteindre les niveaux de réception requis.

Déterminer des valeurs correctes pour tous ces paramètres est essentiel pour garantir des probabilités de réception adéquates dans les environnements à couvrir.

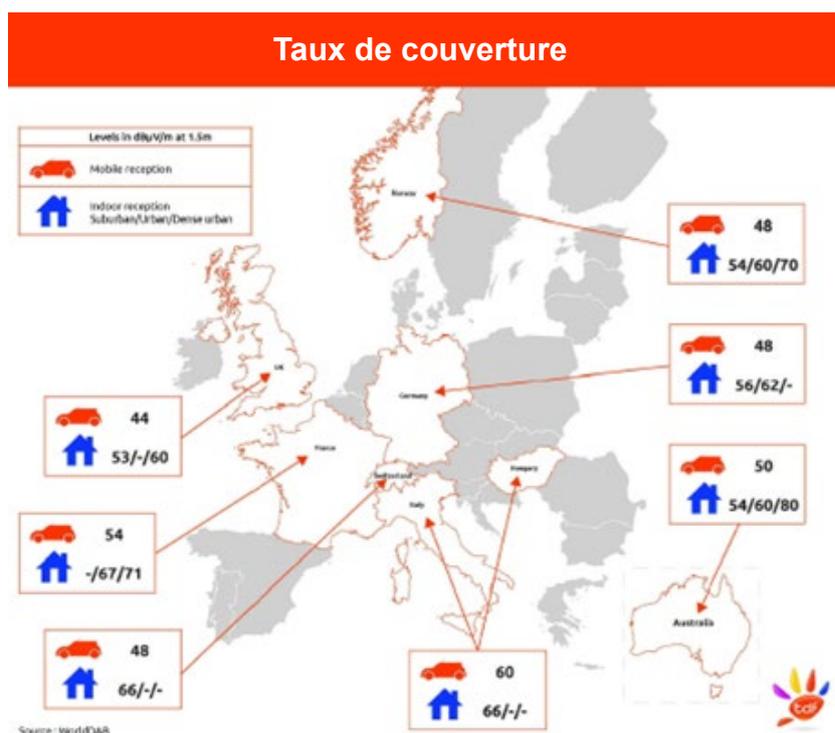


Figure 7-4 : Exemples d'objectifs d'intensités de champs, Source : Jerome Hirigoyen, TDF

Il est également important de choisir des valeurs appropriées pour les ratios de protection (PR), tant pour les interférences du co-canal (CCI) que pour celles du canal adjacent (ACI). A noter que ces enjeux sont en général bien compris, et que les valeurs utilisées sont assez universelles (voir Tech 3391 de l'UER [1]).

La question de la qualité minimale du service doit également être posée. La plupart des pays permettent au marché de décider des caractéristiques du service à fournir par le biais d'une approche fondée sur la réaction des auditeurs : si la qualité d'un service est trop médiocre, les gens ne l'écouteront pas et sa viabilité sera donc remise en question. C'est davantage le cas pour les radiodiffuseurs commerciaux que pour les services publics, qui mettent plutôt l'accent sur la qualité. Toutefois, certains pays préfèrent définir une qualité minimale par des débits binaires minimaux et une capacité de correction d'erreur directe (FEC). Par exemple, la Slovénie a défini des exigences minimales en matière de fourniture de sous-canaux, à savoir un débit binaire de 48 kbps et une FEC = EEP-3A pour les services stéréo.

Les services peuvent être fournis à des débits binaires faibles, par exemple 32 kbps. Cependant, la qualité de la reproduction audio est parfois assez médiocre pour certains types de contenus. Par exemple, bien que les nouveaux véhicules aient tendance à avoir d'excellents systèmes audio, la délivrance de certains sons musicaux purs comme la musique classique, le jazz, la musique folklorique ou certains styles modernes peut être dégradée.

7.6. Plan d'allotissement

Le plan d'allotissement consiste à décider quels sont les blocs de fréquences qui seront disponibles dans chaque zone à couvrir. Le processus prend en compte le nombre de services requis dans une zone et détermine ensuite quels sont les « meilleurs » blocs de fréquences pour chaque zone. Dans ce cas, le terme « meilleur » renvoie au nombre maximum de blocs de fréquences assignables avec le minimum d'interférences (généralement CCI). La complexité du processus dépend du nombre de services disponibles, sachant que le nombre de services DAB+ est généralement trois à six fois supérieur au nombre de services analogiques existants. Elle dépend également de la taille des zones à couvrir. Les ensembles de petites zones sont plus complexes, en raison de la portée des signaux provenant d'autres zones qui causent des CCI.

7.6.1 Rôle du régulateur

Les régulateurs sont responsables d'un grand nombre d'aspects techniques, et octroient les licences qui permettent de concevoir et d'exploiter les systèmes radio. Ils attribuent les fréquences aux zones de diffusion (allotissement), et aux appareils de transmission (assignation). Voir le Règlement des Radiocommunications de l'UIT [25], Volume 1 Articles, points 1.16 à 1.18 pour les définitions officielles.

Comme vu au §7.4, la conférence GE06 [24] a donné lieu à l'attribution et/ou l'assignation de fréquences pour la radiodiffusion dans l'ensemble de la Région 1. Elle a également défini un ensemble de procédures à utiliser au cas où il serait nécessaire d'effectuer des modifications, des ajouts, ou de mettre en place une coordination transfrontalière.

Étant donné qu'il n'y a pas eu de conférence de coordination de l'UIT pour la Région 3, la planification actuelle du DAB+ se fait pays par pays, et la coordination transfrontalière se gère directement entre les régulateurs des pays concernés, qui doivent se mettre d'accord sur le processus de planification de l'allotissement (généralement basé sur les recommandations de l'UIT). La complexité de ce processus dépend de la demande de services, qui, le plus souvent, est tributaire de la population

et des zones de radio régionales, ainsi que de la quantité de spectre de la bande III nécessaire ou disponible. La bande III ayant été largement utilisée dans le passé pour la télévision analogique, il est possible que des accords transfrontaliers sur les canaux existent encore.

Quand le spectre n'est pas limité et que la demande de services est faible, le plan d'allotissement peut souvent être effectué manuellement. Si la demande est modérée et que le volume de spectre est raisonnable, il peut être nécessaire d'opter pour des méthodes de planification automatisées. Si la demande de services est élevée mais que le spectre disponible est faible, des problèmes d'interférences entraîneront une limitation du nombre de services et/ou des zones desservies. La complexité de la planification de l'allotissement est illustrée par un diagramme à la Figure 7-5.

Degré de difficulté

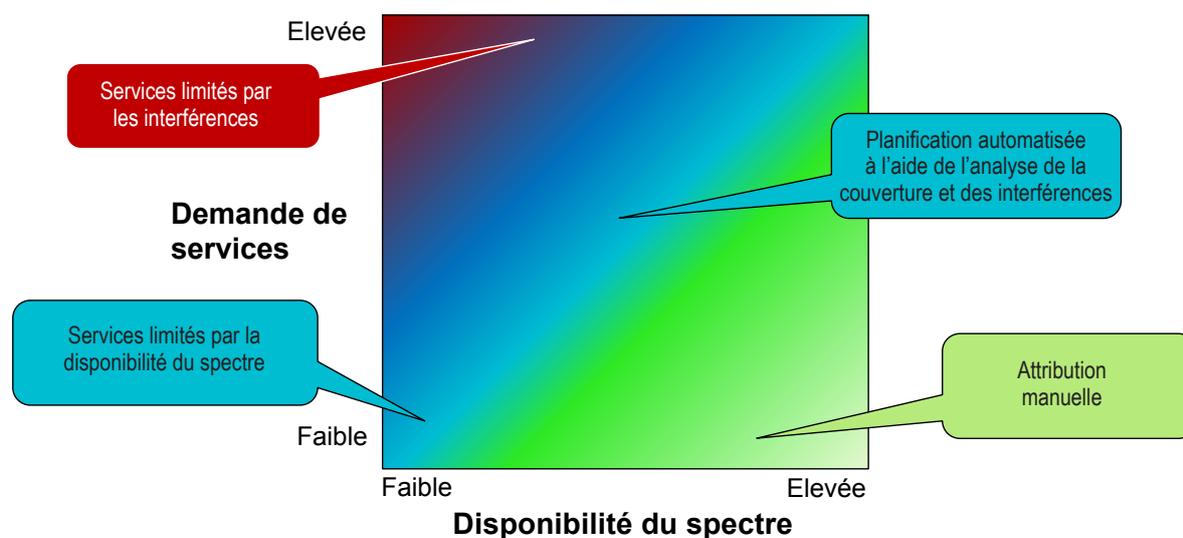


Figure 7-5 : Complexité de la planification de l'allotissement

7.6.2. Principes de planification

L'approche du plan d'allotissement doit être convenue entre les principales parties prenantes, généralement les radiodiffuseurs et le régulateur. Cela permet de garantir une approche commune à tous les types de radiodiffuseurs. C'est particulièrement important lorsque le spectre est rare et/ou que la demande est élevée. Voir également le document UIT-R BT.2140-12 [26], section 4.2.

Le comité de planification de la radio numérique²⁴ a développé un ensemble de principes de planification en raison de la disponibilité de seulement huit blocs de fréquences dans tout le pays, et de la demande de deux blocs pour chaque zone de licence de radio commerciale ; un pour les SPR et un autre pour les radiodiffuseurs commerciaux et communautaires. Les principes de planification peuvent être résumés comme suit :

1 – Approche générale de la planification

- Planifier tous les domaines avant la mise en œuvre, afin de garantir des opportunités équilibrées pour les premiers et les derniers arrivés.

²⁴ Le comité de planification de la radio numérique était un comité interprofessionnel composé de représentants de l'ACMA, de la CRA, de l'ABC, de la SBS, de la CBAA et du ministère des communications.

2 – Approche par allotissement des fréquences planifié

- Définir et s'accorder sur la quantité de spectre à mettre à disposition de chaque secteur de radiodiffusion.
- Il peut être nécessaire de limiter les puissances de transmission initiales du site principal afin de garantir une solution d'ensemble.

3 – Regroupement des zones de licences

- Lorsque des licences ont été octroyées aux diffuseurs commerciaux et communautaires pour la couverture de zones spécifiques, il peut être nécessaire d'en combiner certaines pour obtenir un plan d'ensemble réaliste.

4 – Choix du site d'émission

- Dans la mesure du possible, il est préférable d'utiliser les sites existants. Cela permet de minimiser les coûts et les risques d'interférences entre le DAB+ et toute DTV utilisant la VHF bande III.

5 – Paramètres de planification des fréquences radio

- Sélectionner les paramètres appropriés au pays dans chaque classe de réception.
- Il s'agit notamment de l'intensité minimale du champ de couverture à protéger, des CCI et des ratios de protection contre les interférences dans les canaux adjacents.

Cela peut nécessiter quelques essais et expérimentations, surtout en ce qui concerne les gains et diagrammes de rayonnement des antennes de véhicules, les affaiblissements dus à la pénétration dans les bâtiments et le bruit artificiel d'origine humaine dans les villes.

Les principes de planification doivent aboutir à un processus d'allotissement équilibré. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer le niveau d'interférence maximal qu'une cellule de la zone de couverture est autorisée à causer à une autre cellule (en termes de personnes affectées). Ce niveau prend généralement la forme d'un pourcentage de la population de la cellule subissant des interférences, par exemple pas plus de 5 %, en espérant que le plan d'allotissement final puisse aboutir à une valeur encore inférieure pour toutes les cellules. La prise en compte des besoins en couverture est généralement considérée comme secondaire, car il est toujours possible d'ajouter des émetteurs de faible puissance par la suite. La procédure générale est la suivante :

1. L'équipe des parties prenantes définit les P.A.R. de référence et les diagrammes de rayonnement des antennes (HRP/VRP) pour chaque cellule.
 - a. Un seul site d'émission principal par cellule est prévu, avec une P.A.R. classique de 5 à 10 kW. Les zones éloignées et très denses peuvent faire l'objet de quelques exceptions. La P.A.R. doit être suffisamment faible pour permettre l'attribution des fréquences dans toutes les zones de couverture.²⁵
 - b. En général, le diagramme de rayonnement horizontal (= HRP) de l'antenne est omnidirectionnel, et l'inclinaison vers le bas du diagramme de rayonnement vertical (= VRP) est de 0°.

²⁵ Voir [26] section 4.2.2, qui comprend également l'utilisation de SFN avec des émetteurs multiples. Toutefois, cela peut rendre le processus plus complexe et plus long, et si la cellule est dominée par une seule transmission HPHT, cela n'entraînera souvent aucune différence significative dans les fréquences attribuées.

- c. Les antennes sont souvent placées sur des sites de transmission radio existants, la hauteur du pylône étant la même que celle des antennes TV analogiques précédentes ou existantes.
 - d. À ce stade, nous ne nous intéressons pas encore aux systèmes d'émissions en eux-mêmes, mais uniquement à la puissance rayonnée et au diagramme de rayonnement.
2. Pour un ensemble de puissances assignées, calculer l'intensité du champ de la couverture pour toutes les zones utilisant la même fréquence.
 - a. En général, la fréquence centrale de la bande de fréquences disponibles.
 3. Déterminer les CCI entre les sites.
 - a. Dans la planification initiale, les CCI constituent une préoccupation majeure, alors que les ACI sont secondaires.
 - b. La CCI s'évalue par rapport au nombre de personnes dans une cellule concernée qui perdront la réception en raison d'interférences (= le signal non désiré est supérieur au signal désiré) dans la zone perturbée par une valeur supérieure au rapport de protection contre les CCI.
 4. Attribuer des fréquences à chaque zone.
 - a. Il s'agit généralement d'une approche cellulaire dans laquelle les assignations des co-canaux sont séparées par une distance maximale. Cela peut se faire manuellement, ou de façon automatisée.
 - b. L'attribution de ces fréquences devrait permettre de minimiser le nombre de personnes subissant des interférences.
 5. Si la population perturbée dans chaque cellule est supérieure à la cible, il faut alors réduire ou ajuster la P.A.R. et le HRP des sites qui causent le plus d'interférences.
 - a. Les sites situés à une altitude plus élevée rayonneront sur de plus longues distances, en raison de zones de couverture en visibilité directe plus vastes.
 - b. Les sites principaux problématiques peuvent nécessiter une réduction significative de leur puissance et l'ajout de répéteurs de faible puissance pour assurer une couverture adéquate de la zone.
 - c. Reprendre à partir de l'étape 2, où la couverture et les interférences sont réévaluées pour les sites dont la P.A.R. ou le HRP ont été modifiés.
 - d. Si l'interférence de départ est trop importante, il peut être nécessaire de réduire la plupart ou la totalité des P.A.R. du site.

Ce processus peut s'avérer assez complexe, lorsqu'il existe un grand nombre de cellules individuelles dans la zone de couverture. Il est parfois impossible de sélectionner manuellement l'ensemble des assignations de fréquences qui respectent les limites d'interférences locales.

La planification de l'allotissement peut être légèrement facilitée à condition de respecter quelques règles :

- Limiter le nombre de cellules dans la zone à planifier afin de limiter le nombre de combinaisons possibles.
- Utiliser des pixels de grande taille lors des simulations de couvertures et d'interférences, par exemple 100 m × 100 m ou plus.
 - L'impact des échos parasites dû aux obstacles sur l'analyse initiale sera faible.
 - Une analyse à plus haute résolution peut être effectuée pour des cas spécifiques, quand le plan d'allotissement commence à converger vers une solution complète, c'est-à-dire quand toutes les cellules ont des interférences inférieures à l'objectif fixé, lorsqu'elles utilisent un ensemble sélectionné de blocs de fréquences attribués.
- Certaines cellules peuvent avoir des fréquences pré-assignées, par exemple des cellules qui ont déjà été planifiées/mises en œuvre ou dans un ensemble de cellules adjacentes, que ce soit à l'intérieur d'un pays ou au-delà des frontières.
- Ne pas attribuer la même fréquence dans des blocs adjacents ; prévoir au moins une cellule intermédiaire entre les cellules au canal commun.

Une fois l'allotissement planifié avec succès, la couverture dans chaque cellule peut être évaluée et ajustée par un réglage fin de la P.A.R., du HRP et du VRP et par l'ajout éventuel de sites répéteurs de faible puissance pour le SFN (réseau à fréquence unique), afin de garantir qu'au fil du temps, les objectifs de couverture de la population et de la zone puissent être respectés.

8. Planification et conception du système

Ce chapitre couvre la conception du système DAB+, en mettant l'accent sur la conception du réseau, et celle du système de transmission. Dans les deux cas, les conceptions s'axent sur la satisfaction des exigences établies lors de la phase de planification, à un coût minimal.

La mise en place de nouveaux services venant s'ajouter aux services analogiques numérisés est traitée dans §9 Déploiement.

8.1. Conception de la transmission

Les besoins en matière de services et de couverture par zone ont été définis au cours de la phase de planification. Un plan d'allotissement en a découlé : ce dernier spécifie les blocs de fréquences pouvant être utilisés dans chaque zone, et permet d'établir une première conception de la transmission.

8.1.1. Outils et méthodologie

La conception de la transmission implique généralement l'utilisation d'outils de prévision de la propagation qui peuvent calculer l'intensité estimée du champ à l'intérieur d'un pixel de couverture, ce dernier faisant partie d'un modèle numérique du terrain (MNT).

La couverture prévue est basée sur les paramètres de transmission du (des) site(s) qui ont été déterminés lors du processus de planification de l'allotissement, ou modifiés par la suite si nécessaire. Le plan d'allotissement a été entrepris à l'aide de ces outils. Les paramètres du site de transmission sont les suivants :

- L'emplacement du site, généralement spécifié en latitude et en longitude selon un système de référence spécifique
- P.A.R. en kW
- HRP et VRP de l'antenne, bien que dans certains cas, un masque de diagramme de rayonnement²⁶ soit utilisé comme scénario de couverture optimal²⁷
- Hauteur de l'antenne, la hauteur du centre de l'antenne au-dessus du niveau du sol (AGL)
- La fréquence d'exploitation

Plusieurs modèles de propagation peuvent être utilisés, la plupart d'entre eux provenant de l'UIT. Les modèles empiriques de l'UIT tels que la recommandation P.1546 étaient à l'origine utilisés pour la planification, et servent aujourd'hui encore de base à la coordination transfrontalière. Toutefois, pour la prévision de la couverture, il est plus courant d'utiliser des modèles déterministes car ils sont plus précis.

Bien que les interférences et la coordination soient toujours effectuées en utilisant une antenne de réception de 10 mètres de haut, il est aujourd'hui plus courant d'utiliser une antenne de seulement 1,5 mètres de haut pour la couverture de réception, car elle est plus représentative des conditions réelles d'utilisation, tant pour les voitures que pour l'usage personnel.

²⁶ Ces masques sont souvent précisés par les organismes de réglementation ; ils peuvent être utilisés quand aucun HRP ou VRP n'est spécifié.

²⁷ Et, par conséquent, aussi comme scénario de CCI le plus pessimiste.

Les méthodes empiriques décrites dans la recommandation P.1546 du secteur des radiocommunications de l'UIT (= UIT-R) [9] se basent sur des mesures de propagation selon un éventail de conditions, avec interpolation et extrapolation. Le but est de prévoir un ensemble d'intensités de champs de couvertures en fonction de la distance de propagation, en prenant notamment en considération la hauteur de l'antenne, la fréquence, le pourcentage de temps et le caractère terrestre ou maritime (chaud ou froid) du chemin de propagation. Des corrections pour tenir compte du dégagement du terrain et des échos parasites dû à l'encombrement²⁸ sont également prévues. Cette méthode est destinée à être utilisée sur les circuits radio troposphériques. Un exemple de courbe d'affaiblissement de la propagation est illustré à la Figure 8-1.

6

Rec. ITU-R P.1546-6

FIGURE 1
100 MHz, land path, 50% time

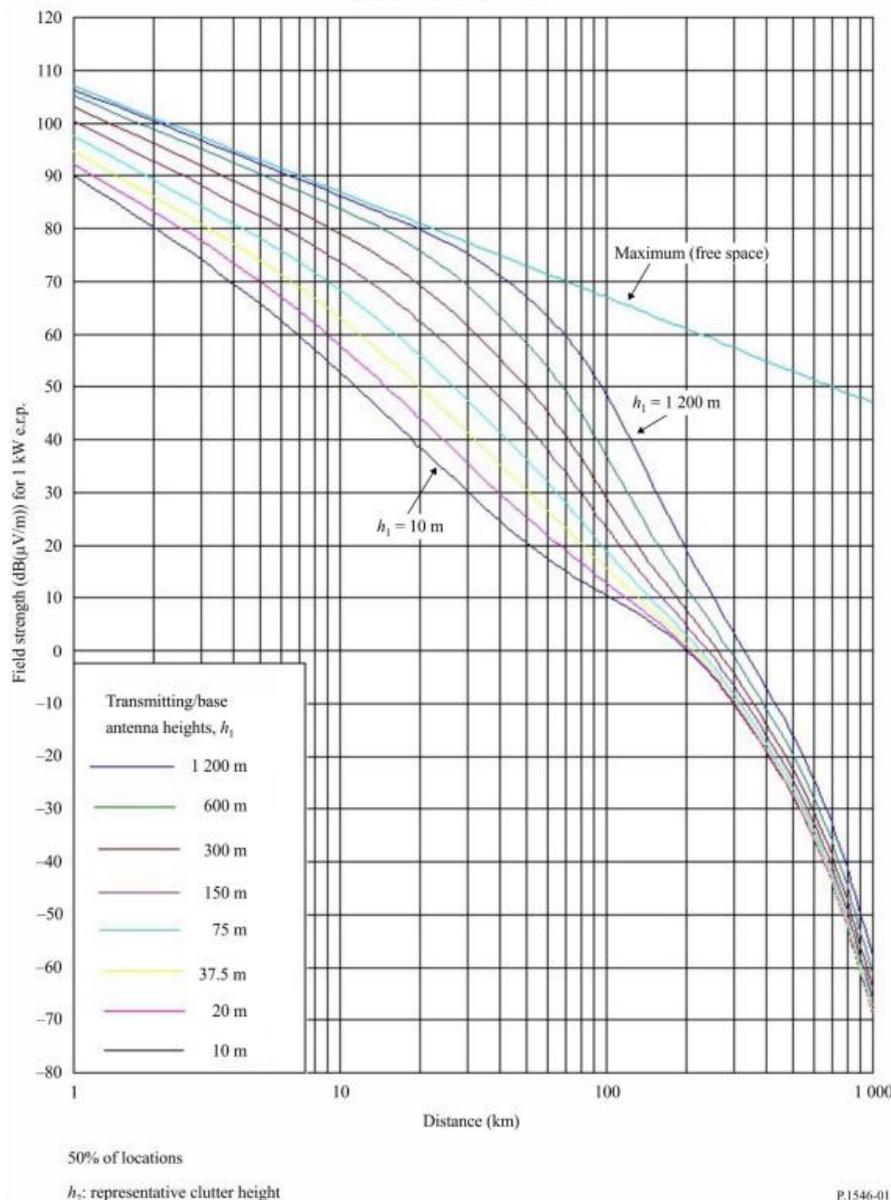


Figure 8-1 : Exemple de courbes de prédiction de l'intensité du champ, d'après la recommandation P.1546 de l'UIT-R

²⁸ Le terme « encombrement » générant des échos parasites se réfère aux objets situés au sol entre l'émetteur et le récepteur, tels que les arbres/forêts de différentes hauteurs ou les bâtiments de différentes hauteurs. Le détail de l'encombrement est particulièrement important lorsque le récepteur est situé dans l'ombre de l'émetteur à cause de ces objets.

Si le modèle décrit dans la recommandation P.1546 se base sur des mesures empiriques, il ne fournit pas toujours une estimation suffisamment précise de l'intensité du champ, en particulier pour des terrains complexes ou soumis à des échos parasites. Les outils modernes de prévision de la propagation utilisent des méthodes déterministes dans lesquelles la propagation entre l'émetteur et un pixel MNT²⁹ est calculée individuellement, en tenant compte de la perte de trajectoire et de la diffraction sur et autour des objets parasites, tels que les bâtiments. Ces méthodes déterministes sont souvent appelées méthodes de « traçage de rayons » (ray-tracing), car la prévision globale de l'intensité du champ dans une zone étendue est basée sur un ensemble de chemins de propagation vers des pixels MNT individuels.

L'UIT propose un certain nombre de modèles à utiliser pour la prévision déterministe de la couverture, notamment les recommandations P.525 [10], P.526 [11] et P.1812 [12]. Ces recommandations peuvent être utilisées telles quelles dans les outils d'analyse de la propagation ou être combinées à d'autres méthodes, telles que les méthodes de diffraction de Deygout ou de Bullington.

À l'origine, la hauteur du récepteur était fixée à 10 mètres du fait de l'utilisation d'antennes de toit pour la radio et la télévision. L'utilisation de modèles déterministes a permis d'obtenir des résultats plus précis à une hauteur de réception de 1,5 mètres (ou à d'autres hauteurs si nécessaire).

La prévision de la propagation est un outil qui nous permet d'avoir une meilleure compréhension de la couverture attendue d'une transmission proposée ou existante. Ce niveau de précision garantit que la prévision de couverture obtenue puisse être utilisée en toute confiance pour une série d'objectifs, tels que la connaissance de la population couverte/non couverte, ou l'analyse des problèmes d'interférence et de débordement. Afin de garantir la précision de la prévision, nous ajustons généralement le modèle à l'aide des données mesurées de l'intensité du champ, comme vu au §5.4.

Un exemple de ce procédé a été entrepris lors des essais DAB+ de la NBTC à Bangkok.³⁰ Des mesures poussées du champ ont été effectuées et les résultats ont été utilisés pour ajuster le modèle du point de vue des pertes dues à l'encombrement et la diffraction. L'écho parasite à Bangkok était particulièrement important, la ville comptant environ 30 gratte-ciels d'une hauteur de plus de 200 mètres dans le quartier des affaires, plus hauts que la tour de transmission elle-même (185 mètres). La Figure 8-2 présente une visualisation 3D des bâtiments réalisée avec Google Earth, et donne un aperçu de l'étendue de l'encombrement des bâtiments, en particulier sur la route N Sathon. Les résultats de la prévision de couverture sont visibles en Figure 8-3 et utilisent la même palette d'intensités de champs que dans la Figure 5-4. L'encombrement du quartier des affaires est détaillé en Figure 8-5 ; les classes d'encombrement et les hauteurs supposées le sont en Figure 8-6. Les résultats de la Figure 8-3 illustrent l'impact causé par les bâtiments de grande hauteur sur la couverture. Les lignes d'ombres émanant du sud-est de la ville sont confirmées par les données des essais sur le terrain.

Les résultats des prévisions de couverture et des essais sur le terrain fournissent des informations précieuses sur les zones qui seront couvertes avec des intensités de champs adéquates, ainsi que sur celles qui peuvent être compromises par les difficultés du terrain ou les ombres causées par l'encombrement. Grâce à ces différentes informations, le concepteur du système pourra déterminer quelles solutions garantiront une couverture appropriée. Il peut s'agir d'une augmentation de la P.A.R., de HRP/VRP alternatifs ou de répéteurs SFN.

²⁹ Un pixel MNT est la plus petite surface carrée d'une carte numérique de terrain. La taille classique des pixels utilisés pour prévoir l'intensité du champ de couverture est comprise entre 20 et 100 mètres. Des pixels plus petits permettent une représentation plus précise de l'encombrement et se traduisent généralement par des prédictions plus précises.

³⁰ Les résultats nous ont été transmis par la Commission nationale de la radiodiffusion et des télécommunications de Thaïlande (NBTC).

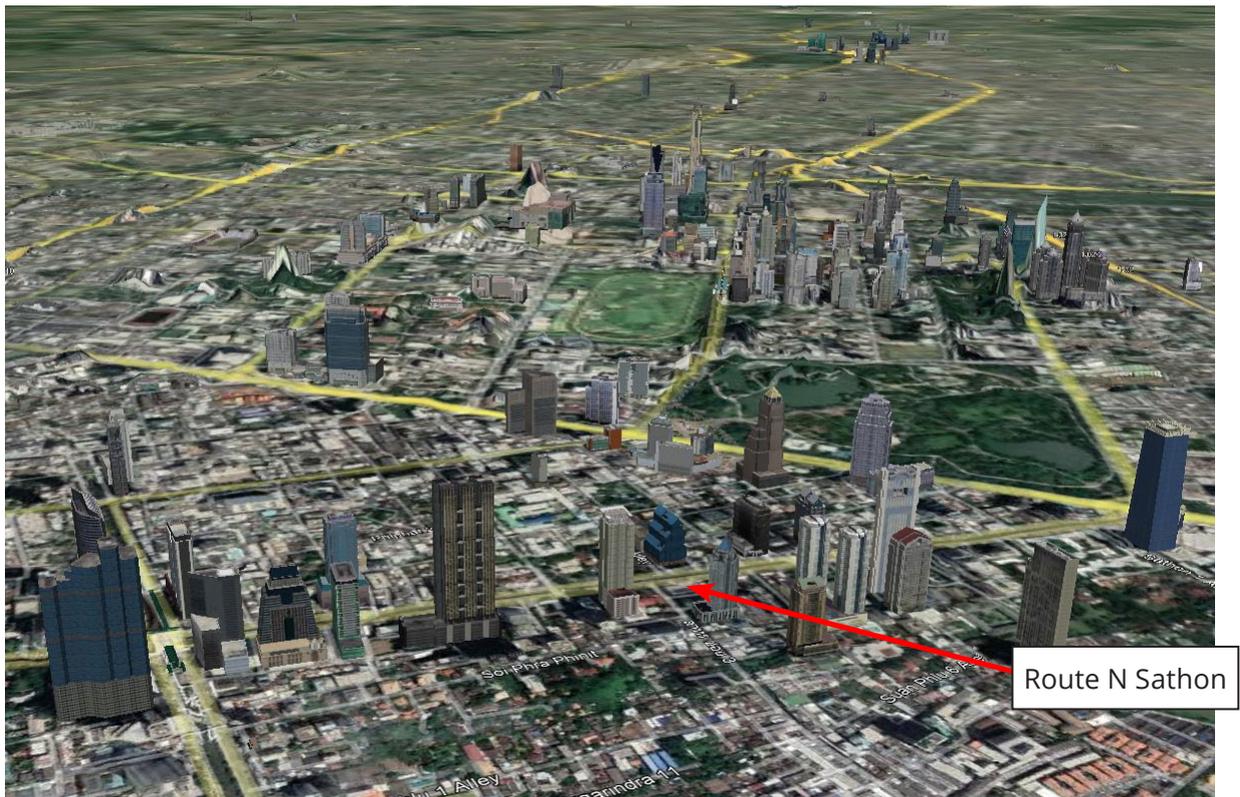


Figure 8-2 : Vue Google Earth des immeubles du quartier des affaires de Bangkok en 2019



Figure 8-3 : Exemple de prévision de couverture à Bangkok durant les essais de 2019, et résultats des tests

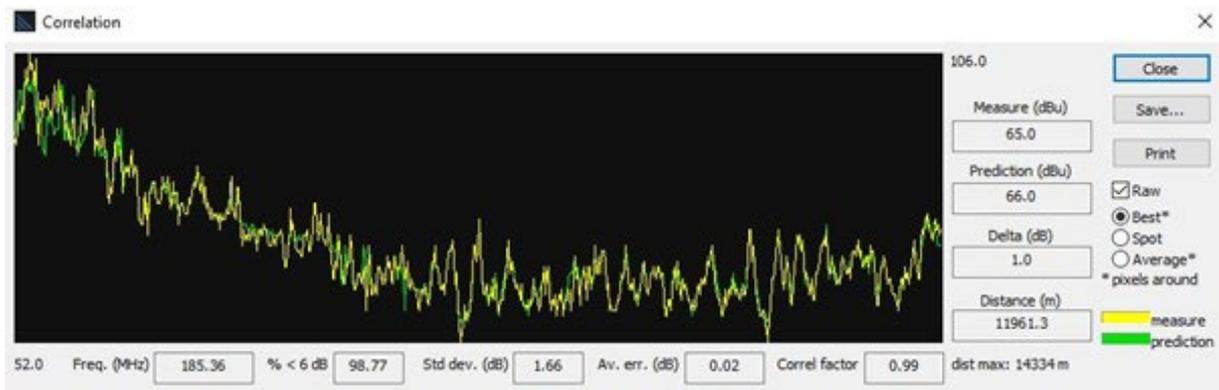


Figure 8-4 : Analyse de corrélation des données de l'essai au sud du quartier des affaires de Bangkok



Figure 8-5 : Carte de l'encombrement au quartier des affaires de Bangkok

Code d'encombrement	Nom	dB/km - Attén. (dB)		Hauteur d'encombrement
0	Ouvert	0,0	0,0	0
1	Urbain extrême	0,0	0,0	200
2	Suburbain	0,0	0,0	8
3	Urbain	0,0	0,0	15
4	Urbain dense	0,0	0,0	30
5	Forêt	0,0	0,0	12
6	Hydro	0,0	0,0	0
7	Urbain élevé	0,0	0,0	50
8	Parc / bois	0,0	0,0	4
9 *	Urbain très élevé	0,0	0,0	100
10	Ferroviaire	0,0	0,0	0
11	Route	0,0	0,0	0
12	Aéroport	0,0	0,0	0
13	Port	0,0	0,0	0
14	Rural ouvert	0,0	0,0	0
15 *	Urbain maxi élevé	0,0	0,0	150

Figure 8-6 : Classes d'encombrement utilisées à Bangkok

8.1.2. Optimisation du plan d'allotissement initial

Dans le processus de planification de l'allotissement, le plan de transmission comprend la sélection nominale des sites de transmission à utiliser dans une zone, ainsi que leurs caractéristiques de puissance et de diagramme de rayonnement de l'antenne. Ces caractéristiques peuvent être assez classiques, notamment en ce qui concerne la P.A.R. et les diagrammes de rayonnement des antennes, pour simplifier le processus de planification de l'allotissement. C'est particulièrement le cas lorsqu'il y a de nombreuses zones de licences à prendre en compte. Déterminer quels sont les meilleurs blocs de fréquences pour chaque zone est une étape complexe, encore plus si la zone est dense.

Quand le plan d'allotissement est entrepris sur une base nominale, la couverture n'est souvent pas optimale, et comporte des zones de faible couverture. Dans de nombreux cas, la puissance de transmission nominale initiale et les diagrammes de rayonnement des antennes peuvent être ajustés pour permettre une couverture plus appropriée, généralement en augmentant la P.A.R. et la hauteur de l'antenne, ainsi qu'en optimisant le HRP et le VRP.

L'optimisation des caractéristiques de l'antenne est souvent cruciale pour assurer un débordement minimal dans les zones de licences commerciales adjacentes, ainsi que pour minimiser les CCI avec les zones de licences utilisant le même bloc de fréquences.

Le processus d'établissement de nouvelles caractéristiques de transmission est généralement supervisé par une procédure de demande auprès du régulateur. Ce dernier définit le niveau de débordement autorisé et les limites d'interférences CCI (souvent en termes de populations ou de pourcentage de populations concernées). Ces paramètres peuvent varier d'une zone à l'autre et être basés sur la distribution de la population dans les zones candidates. Les situations d'interférences et de débordements sur le réseau FM existant sont susceptibles de servir de guides.

Il est très probable que ce processus ne soit utilisé que pour les sites principaux d'une zone de licence, lorsque ceux-ci ont des P.A.R. de 5 kW ou plus. Les sites de transmission destinés à combler les lacunes dans la couverture des émetteurs principaux sont généralement de faible puissance, par exemple <1 kW, et ont peu d'impact, sauf dans les cas où les zones de licences sont petites et étroitement connectées, ou lorsque le site de plus faible puissance est proche de la limite d'une zone.

8.1.3. Sélection des sites

En général, le site de transmission principal d'une zone de licence est déjà déterminé par les transmissions FM ou DTV actuelles de grande puissance. Elles sont généralement situées au point physique le plus élevé, proches de la population à desservir (par exemple la ville à desservir), ou dans un endroit qui offre une vue dominante sur la zone environnante.

Dans certains cas, le fournisseur de transmissions DAB peut avoir le choix entre plusieurs sites dans la zone à couvrir. Ce scénario est idéal, car il fournit une base concurrentielle qui permet de réduire considérablement le coût de la location du site. Dans certains cas, ces sites multiples peuvent se trouver sur le même sommet.

Les sites de moindre puissance destinés à combler les lacunes des sites principaux peuvent être similaires aux sites de répéteurs DTV et FM pour les mêmes raisons. Cependant, nous savons par expérience que la couverture dans les grandes villes peut être considérablement affectée par les grands immeubles et qu'il est souvent nécessaire d'utiliser des réseaux monofréquence relativement puissants pour assurer une couverture appropriée. Il arrive souvent que l'utilisation de plusieurs sites de moyenne puissance permette d'obtenir une meilleure couverture qu'un seul site de grande puissance.

Si de nouveaux sites non équipés sont à privilégier, leur construction devra prendre en compte :

- l'accès à la route
- les exigences en matière de hauteur des pylônes, y compris les autres systèmes de distribution tels que la TNT et la téléphonie cellulaire
- l'alimentation électrique, tant la distribution principale que l'alimentation de secours du groupe électrogène local
- les exigences en matière d'opérations d'urgence, par exemple en cas de températures inférieures à zéro ou de blizzard, de vents violents ou de cyclones et de risque d'incendie
- l'accès IP, tel qu'une connectivité fibre ou micro-ondes simple ou redondante
- le coût global de la construction et de l'exploitation

8.1.4. Conception de la transmission

Une fois les sites de transmission sélectionnés, la conception de la transmission peut être entreprise en fonction de la répartition de la population dans la zone à couvrir, et des limites de débordements et d'interférences. Par exemple, si le site principal est situé au centre de la ville à couvrir, une polarisation horizontale omnidirectionnelle (HRP) peut être utilisée. Toutefois, c'est rarement le cas, de nombreuses villes étant adjacentes à des terrains élevés ou à des montagnes. La transmission HRP sera alors souvent orientée dans une direction particulière.

Le choix du HRP est également influencé par l'utilisation d'un réseau monofréquence pour couvrir la zone. Cela peut s'avérer utile si la zone de couverture présente de nombreux obstacles de terrain, comme des collines, des montagnes élevées ou de grands bâtiments à plusieurs étages. Lors de la conception d'un réseau monofréquence destiné à couvrir une ville, plusieurs itérations d'analyse de la couverture peuvent être nécessaires pour garantir la meilleure solution en termes de couverture et de coût. L'utilisation d'autres sites en complément du site principal permet d'améliorer la couverture. Cependant, il est préférable de minimiser le nombre de sites afin de réduire les dépenses d'investissement et d'exploitation.



Figure 8-7 : L'antenne de transmission DAB+ à Bangkok

Lors de la conception, il faut tenir compte à la fois des débordements dans les zones de licences voisines et des interférences avec les zones plus éloignées mais sur un même canal, comme indiqué dans §8.1.2.

La polarisation vertical (VRP) de l'antenne peut également servir à limiter les débordements et les interférences en appliquant une inclinaison vers le bas. Cependant, il est plus courant d'avoir la même inclinaison sur tous les côtés de l'antenne. Cette option n'est donc pas souvent utilisée.

Un exemple de système d'antenne est illustré à la Figure 8-7. L'antenne dipôle originale à quatre baies est en-dessous de la nouvelle antenne à huit baies et quatre panneaux qui a été installée suite aux essais effectués lors de la démonstration du DAB+ à Bangkok. En effet, ces derniers ont mis en évidence un certain nombre de problèmes. En plus des déficiences de couverture constatées à la fois dans et derrière le quartier des affaires (au sud-est), des pertes arrière significatives ont également été à déplorer vers le nord-ouest, en raison du gain arrière de l'antenne dipôle et de l'ombre causée par la tour elle-même. Le nouveau système d'antenne, associé à une augmentation de la P.A.R. de près de 3 dB, corrige en grande partie ces déficiences.

Il est fréquent que le régulateur exige que l'antenne de transmission réponde à des caractéristiques de rayonnement horizontal spécifiques afin de minimiser les interférences avec d'autres émissions. L'opérateur du site peut également façonner le HRP et le VRP pour en maximiser l'efficacité, et éviter d'émettre des rayons dans des zones non peuplées ou en pleine mer. Un exemple est donné à la Figure 8-8, où le HRP correspond au masque de diagramme de rayonnement requis.

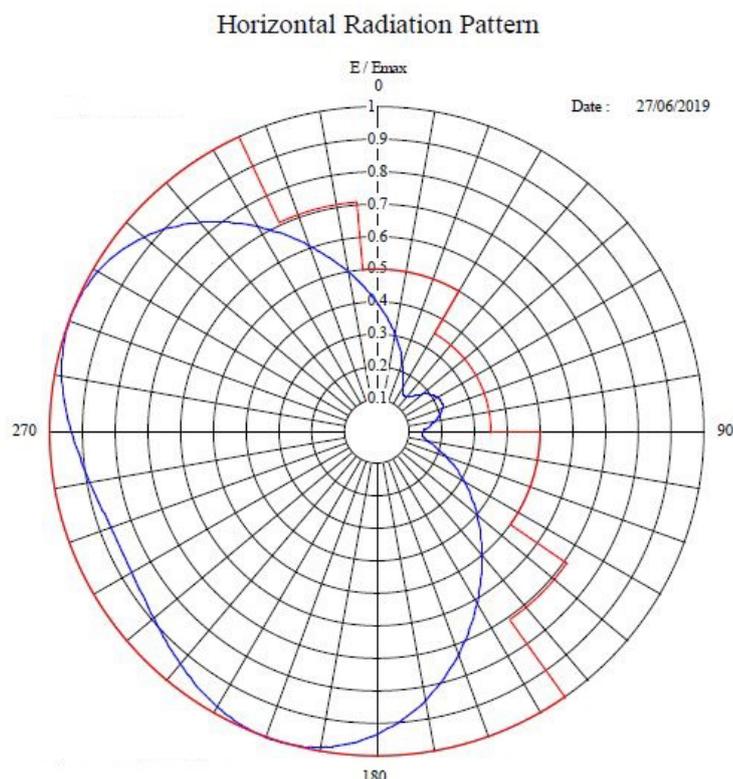


Figure 8-8 : Un HRP façonné (bleu) qui dirige la puissance de transmission à l'intérieur d'un masque de limite de rayonnement requis (rouge).

8.1.5. Compromis entre la taille de l'antenne et la puissance de transmission

Le coût du système de transmission représente souvent un pourcentage élevé de l'ensemble des dépenses d'investissement et d'exploitation. Nous souhaitons minimiser le coût global de possession (TCO) du système de transmission pendant toute sa durée de vie. En règle générale, le système d'antenne a une durée de vie de plus de 20 ans, tandis que celle de l'émetteur lui-même est comprise entre 10 et 20 ans.

Les dépenses d'investissement dépendent de la taille de l'antenne, c'est-à-dire du nombre de baies verticales et du nombre de panneaux par baie, les HRP omnidirectionnels (OD) utilisant généralement quatre côtés. Il est souhaitable de définir précisément la taille de l'antenne qui minimisera le TCO. Le coût total du système découlera du nombre de panneaux et de leurs câbles d'alimentation.

Ce coût peut être échangé avec celui du système d'émetteur, sachant que pour une P.A.R. spécifique, la puissance requise (kW RMS) peut être réduite en augmentant le gain du système d'antenne et donc le nombre de baies. Réduire au maximum la puissance de l'émetteur permet alors d'obtenir le coût d'électricité le plus bas pendant toute la durée de vie du système.

L'analyse ci-dessous nous montre le TCO pour des P.A.R. de 5, 10, 20 et 50 kW dans le cas d'un seul ensemble sans redondance, et dans le cas de deux ensembles avec une redondance des émetteurs de 2 + 1. Le TCO est exprimé en euros par an. Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Perte de l'alimentation / du combineur = 1 dB
- Quatre panneaux par baie, comme dans le cas d'un HRP omnidirectionnel
- Coût de l'ouverture de la tour par baie = 10 000 € par an
- Coût de l'énergie = 0,15 € / kWh
- Période d'amortissement des systèmes Tx et d'antenne = 20 ans (durée de vie approximative des deux équipements)
- Les coûts des systèmes Tx et d'antenne se basent sur les prix de l'offre européenne au début de 2022.

En examinant la Figure 8-9, nous constatons que le TCO minimum pour une transmission unique non redondante dépend fortement de la P.A.R. globale. Le TCO minimum pour 50 kW nécessite trois baies, deux pour 20 kW et une seule pour 10 et 5 kW. Cela indique que le coût est davantage déterminé par les dépenses d'exploitation de l'ouverture de l'antenne. La pente du TCO pour des nombres de baies plus élevés diminue à mesure que le coût diminue, deux baies étant optimales pour 5, 10 et 20 kW, si le coût de l'ouverture d'une baie unique est ramené à 5 000 € par an.

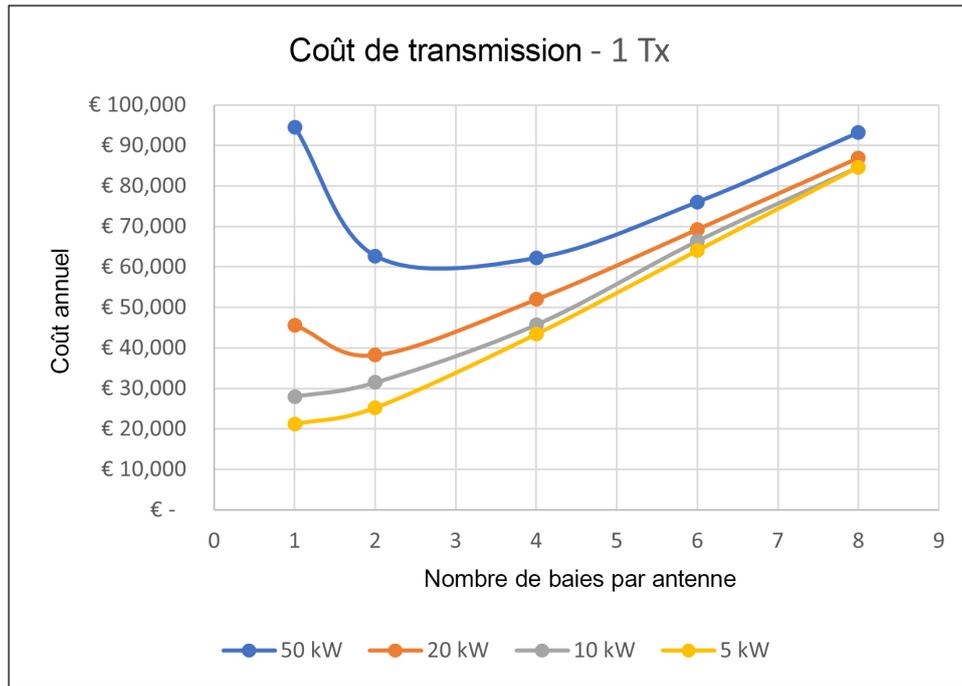


Figure 8-9 : Coûts de transmission - 1 Tx

Le cas de deux ensembles avec une redondance de 2+1 est illustré à la Figure 8-10. Ici, le coût est davantage déterminé par le coût de l'émetteur en lui-même, puisque le nombre d'émetteurs est passé à trois, mais que la même antenne est utilisée pour les deux ensembles. Dans ce cas, le TCO minimum pour 50 kW nécessite huit baies, quatre pour 20 kW et 10 kW, et deux pour 5 kW. En résumé, si plus d'un ensemble est mis en œuvre, l'utilisation d'un plus grand nombre de baies par antenne permet généralement d'obtenir un TCO inférieur.

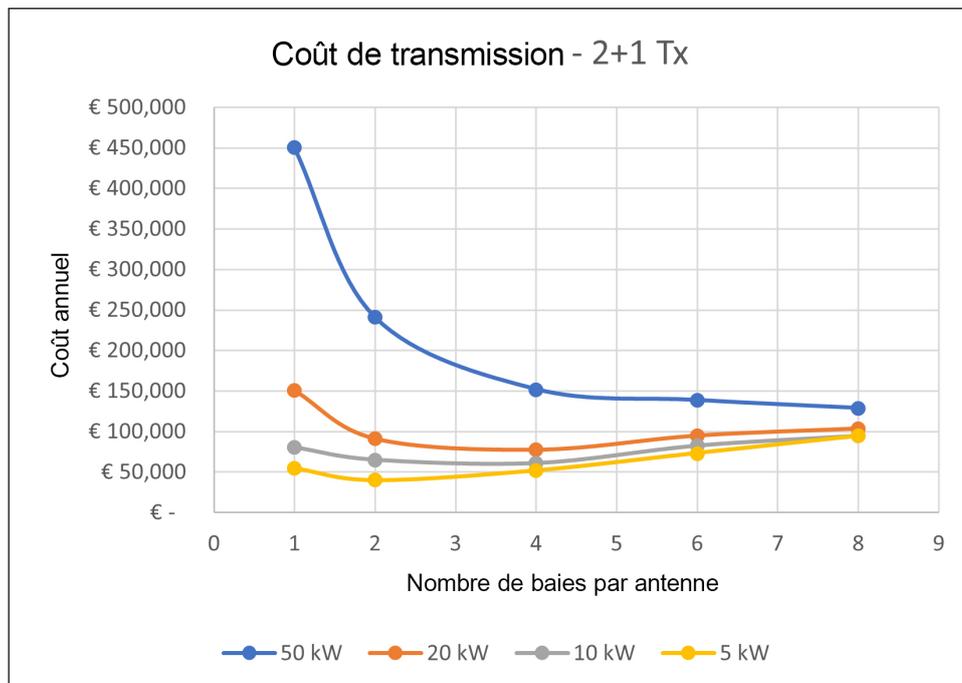


Figure 8-10 : Coûts de transmission annuels - 2 + 1Tx

L'avantage des plus grandes antennes est encore plus évident si l'on compare le rapport des coûts par ensemble présenté dans la Figure 8-11. Il suffit ici de diviser le coût du cas 2+1 par deux pour obtenir le coût par ensemble, puis de le diviser par le coût d'un seul émetteur, comme illustré à la Figure 8-9. Les courbes montrent que le coût de transmission pour deux ensembles tend asymptotiquement vers 0,5, c'est-à-dire la moitié du coût par ensemble pour un seul ensemble, à mesure que le nombre de baies d'antennes augmente.

Dans l'ensemble, il est clair que l'utilisation d'antennes plus grandes se traduit généralement par un TCO moins élevé. Cependant, les sites de faible puissance requièrent une certaine vigilance pour garantir un bon équilibre des coûts et une configuration optimale. Ces sites sont plus susceptibles d'être des sites de répéteurs, avec de potentielles restrictions sur les systèmes d'antennes pouvant être montés sur les pylônes existants.

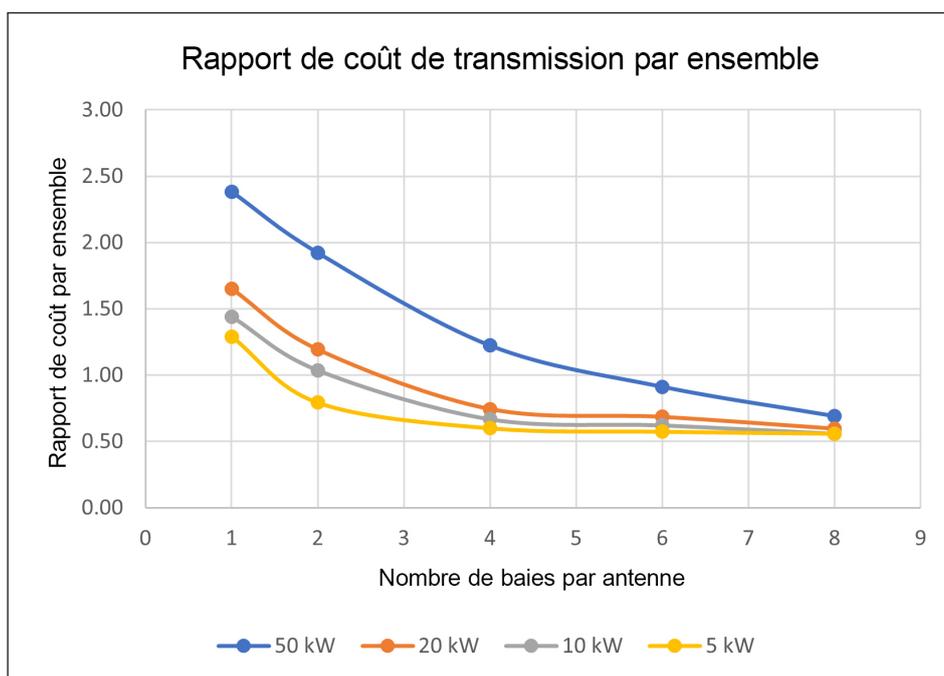


Figure 8-11 : Rapport de coût par ensemble

8.1.6. Utilisation de réseaux monofréquence

La conception du système de multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) pour le DAB+ permet la mise en œuvre de réseaux monofréquence (SFN) à grande échelle. Il s'agit d'une caractéristique essentielle des réseaux DAB+, qui offre une grande efficacité spectrale, car tous les émetteurs d'une zone de couverture peuvent utiliser la même fréquence, alors que les réseaux FM analogiques sont contraints à une architecture de réseaux multifréquences avec répéteurs (MFN).

Les SFN sont capables de couvrir de vastes zones régionales, voire des pays entiers. Pour ce faire, la conception des réseaux doit respecter les règles de séparation des sites de transmission. Cela permet de garantir que les émetteurs au sein du réseau ne fournissent pas une puissance de signal supérieure à celle autorisée en dehors de l'Intervalle de Garde de l'OFDM. L'Intervalle de Garde pour le DAB+ est de 246 μ S, ce qui se traduit par un espacement maximal des émetteurs de 73,8 km.

L'autre élément essentiel d'un SFN est l'obligation d'émettre un signal identique à partir de chacun de ses sites. Par conséquent, un SFN fournit le même contenu à l'ensemble d'une zone. Il n'est donc pas possible de proposer des services différents à une partie du réseau SFN.

Les SFN sont couramment utilisés dans le cadre de la conception d'un réseau MFN. Ce dernier doit pouvoir fournir différents contenus/services dans différentes zones, comme par exemple des zones de licences adjacentes. Dans chaque zone de licence, on trouve généralement un ou plusieurs sites de grande puissance, complétés par des sites de moindre puissance. Ces derniers offrent le même contenu que le(s) site(s) principal(aux).

Les SFN sont généralement mis en œuvre en utilisant la distribution par EDI à chaque émetteur, à partir du même multiplexeur, via une infrastructure IP telle que la fibre ou les micro-ondes. Pour les sites de moindre puissance, généralement moins de 300 W de P.A.R., il est possible d'utiliser des répéteurs OCR (« On-Channel Repeaters »). Ces répéteurs reçoivent leurs données à l'aide d'une antenne directionnelle, puis les amplifient pour les retransmettre afin de couvrir une zone locale. Pour permettre le fonctionnement à des puissances telles que 300 W, la séparation des antennes de réception/transmission et l'utilisation de techniques d'annulation de l'écho numérique limiteront les problèmes de rétroaction. Vu les délais d'aller-retour et les temps de traitement de l'équipement, la distance maximale entre les OCR et le site de l'émetteur principal est plus faible. Dans certains cas, elle peut être réduite à environ la moitié de la valeur maximale de 73,8 km et est souvent liée au terrain et/ou à l'encombrement.

Les réseaux monofréquence pour les zones étendues sont souvent utilisés pour fournir des services nationaux. C'est le cas en Italie, où de vastes zones à portée presque nationale reçoivent le même contenu, comme illustré à la Figure 8-12.



Figure 8-12 : Les SFN à portée nationale en Italie³¹

³¹ Image fournie par Hanns Walter, DAB Italia

8.1.7. Émetteurs principaux

De nombreux aspects doivent être pris en considération lors de la conception du système de transmission principal.

La redondance de l'émetteur : les systèmes de transmission modernes disposent d'une très bonne redondance N+1, ce qui permet de minimiser le coût des émetteurs lors de la livraison de plusieurs ensembles. Les unités de contrôle peuvent reconfigurer l'émetteur redondant pour qu'il ait la même configuration que l'unité défaillante, et le faire fonctionner à pleine puissance en quelques secondes. Cela permet de s'affranchir de la redondance 1+1 en ne nécessitant qu'un seul émetteur redondant pour N ensembles, comme illustré à la Figure 8-13.

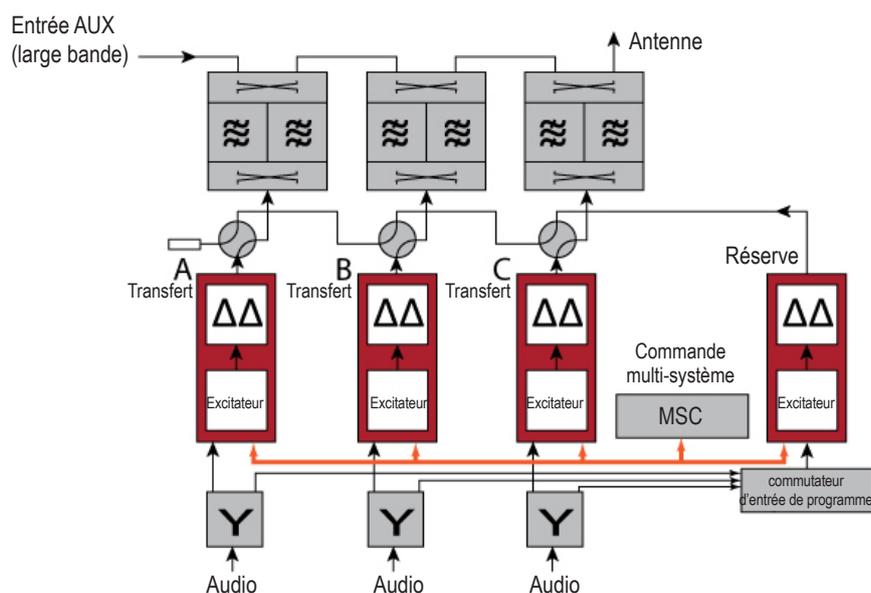


Figure 8-13 : Exemple de configuration de redondance N+1³²

La redondance des flux IP : les architectures des réseaux modernes sont entièrement basées sur l'IP. Les flux ETI sont distribués par EDI (ETI sur IP) [4] ; la surveillance est assurée par un protocole SNMP, et le contrôle par des protocoles TCP/IP. La question est maintenant de savoir comment protéger l'IP entrante contre les défaillances de la distribution. Cela peut se faire en fournissant des connexions IP redondantes, via des connexions IP séparées dans des sites séparés, et en assurant leur distribution par des systèmes variés (fibre optique, micro-ondes et satellite). Il est important de garantir une indépendance maximale, notamment en installant des routeurs et des commutateurs distincts sur chaque alimentation, ainsi qu'en utilisant des voies d'acheminement distinctes (ex : la fibre principale NE DOIT PAS être placée dans le même conduit et sur la même voie que la fibre redondante).

La redondance des systèmes d'alimentation : des systèmes d'alimentation fiables permettent aux installations de radiodiffusion de continuer à fonctionner malgré des conditions extrêmes. L'alimentation en électricité peut être compromise en cas de catastrophe naturelle, et le site doit alors être en mesure de produire de l'électricité localement. Le dispositif de secours est généralement un groupe électrogène pouvant fournir suffisamment d'énergie pour tous les systèmes du site pendant plusieurs jours, et fonctionnant au diesel. Pour les sites critiques, des groupes électrogènes redondants peuvent être fournis. Des protocoles de démarrage et de tests réguliers permettent de contrôler leur bon état de fonctionnement.

³² Source : Gates Air : <https://www.gatesair.com/products/transmit-radio/dab-transmitters/maxiva-vaxte-with-powersmart-plus>

8.1.8. Systèmes de surveillance, de contrôle et auxiliaires

Il est essentiel de toujours connaître l'état de fonctionnement des équipements du site de transmission. Cela se fait souvent par l'intermédiaire de systèmes de contrôle et de surveillance à distance basés sur le protocole SNMP, dans un centre d'exploitation du réseau (NOC). Dans la plupart des cas, un NOC responsable d'un ou de plusieurs grands réseaux de radiodiffusion sera opérationnel 24h/24 et 7j/7, même si les sites d'émission proprement dits ne le sont pas. En général, les sites les plus importants ne sont dotés en personnel que pendant la journée pour les changements de système et des opérations de maintenance. En cas de défaillance d'un composant, il est donc probable que l'opérateur du NOC détecte le problème avant le personnel du site local. La nuit, le personnel du NOC peut être amené à commuter les systèmes « manuellement » et à faire fonctionner les groupes électrogènes à distance en cas de problème majeur, tel qu'une panne d'alimentation électrique.

Cela signifie que pour garantir la fiabilité ou la continuité du service, qui est généralement de 99,96 % (= trois heures par an hors service), la capacité des systèmes de surveillance et de contrôle est essentielle à la performance globale du système, d'où la nécessité de diversifier les flux IP vers les sites de transmission.

Les systèmes auxiliaires jouent également un rôle clé, en particulier dans les conditions extrêmes. En effet, quel que soit le climat, des systèmes de contrôle de la température sont nécessaires, tant pour le personnel que pour l'équipement. Le système de surveillance et de contrôle à distance surveille les « signes vitaux » du site ainsi que l'équipement en détails.

8.2. Conception du réseau

La conception du réseau commence avec l'emplacement des sites de transmission, principaux et secondaires, et des studios de production de contenus des radiodiffuseurs. L'objectif de la conception du réseau est de minimiser le TCO de l'infrastructure du système de multiplexage et des réseaux de communication (de contribution et de distribution). Les coûts des systèmes de multiplexage sont dominés par les coûts initiaux d'investissement, tandis que les coûts des réseaux de communication sont souvent dominés par les coûts d'exploitation. En général, le TCO est calculé sur la période d'exploitation prévue du système de multiplexage, par exemple 10 ans. À l'issue de cette période, l'équipement de multiplexage est souvent considéré comme obsolète, en raison du saut technologique qui s'est opéré (ex : amélioration du hardware, du logiciel d'assistance, et réduction des coûts).

8.2.1. Systèmes de multiplexage

Le système de multiplexage est le cœur de tout le système DAB. Il combine le contenu audio des radiodiffuseurs avec les informations PAD et autres métadonnées, et produit un flux de données multiplexé temporellement encapsulé au format « Ensemble Transport Interface » (ETI) pour l'acheminement vers les sites de transmission et autres sites de distribution.

Les systèmes de multiplexage modernes sont générés par des logiciels et fonctionnent généralement sur des plateformes de serveurs informatiques standard, souvent hébergés dans un environnement de machine virtuelle (VM).

Un exemple de schéma de fonctionnement est illustré à la Figure 8-14. Les sources audio et PAD sont représentées à gauche, en orange. Ces sources sont généralement des systèmes de diffusion audio et PAD qui transmettent le contenu audio à l'encodeur DAB+. Le format audio peut être

analogique, numérique AES ou, plus couramment, Audio over IP (AoIP) basé sur l'AES67. Les PAD sont souvent collectées par un serveur PAD et transmises au multiplexeur ou à l'encodeur audio, pour être ensuite intégrées dans la composante X-PAD du flux audio.

Le système de multiplexage reçoit l'audio encodé DAB+ ainsi que les PAD des différentes sources et les assemble en un ensemble de services. Ces derniers sont ensuite assignés à des sous-canaux dans le signal à transmettre. Le flux ETI qui en résulte comprend également le canal d'information rapide (FIC) qui contient les informations de configuration nécessaires pour permettre au récepteur de comprendre la structure du flux ETI et son contenu. Ces informations de configuration incluent des paramètres tels que le sous-canal attribué, le label du service, le débit binaire du sous-canal et la quantité réservée au X-PAD, les paramètres de codage audio, etc... Tous les détails du système se trouvent dans la norme DAB principale [2], le codage audio DAB+ étant défini en [3]. Le flux ETI produit par le système de multiplexage est généralement encapsulé dans un flux IP à l'aide des méthodes définies en [4].

Le DAB peut également fournir des services de données d'une manière similaire, le plus souvent en utilisant un mode de transmission par paquets amélioré. Ces services peuvent inclure l'EPG, le TPEG et une série d'autres services de données, y compris des applications personnalisées.

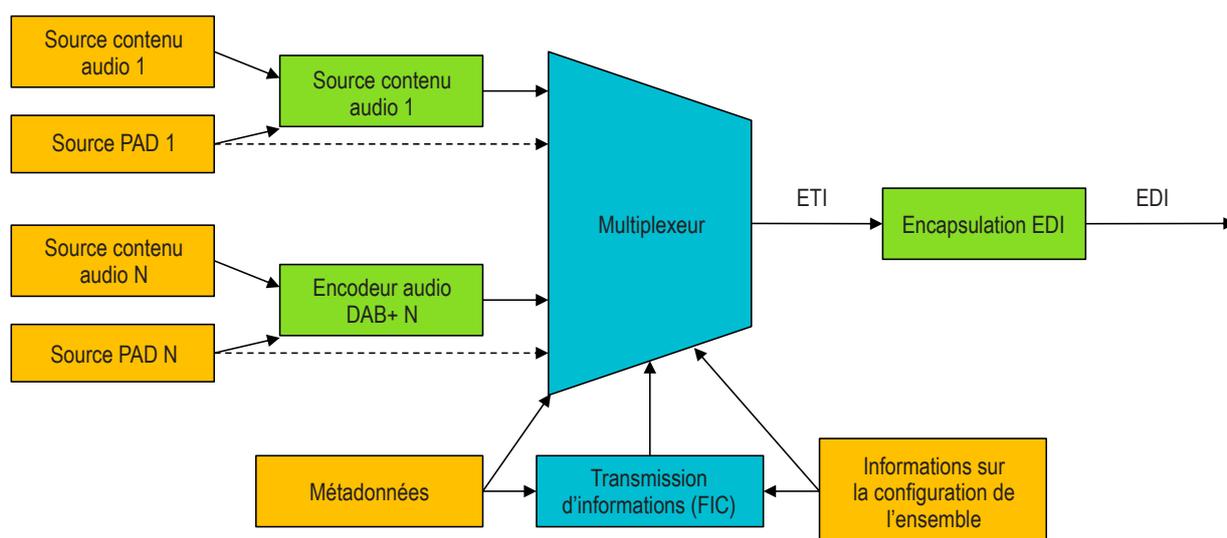


Figure 8-14 : Composants de base du système de multiplexage

Les systèmes de codage et de multiplexage DAB+ sont fournis par plusieurs fabricants de systèmes d'infrastructures commerciales. Une large gamme de formats est proposée, allant du matériel personnalisé aux plateformes de serveurs informatiques standard, avec ou sans machine virtuelle, jusqu'aux implémentations basées sur le cloud.

Pour garantir un degré élevé de disponibilité, les systèmes de multiplexage sont généralement construits comme des systèmes redondants 1+1. Le système principal et le système redondant de multiplexage sont hébergés sur une plateforme physique différente et alimentés par des systèmes IP et d'alimentation différents. Pour plus de détails, consulter §8.2.5 ci-dessous.

Les systèmes de serveurs PAD sont généralement fournis en tant que systèmes logiciels distincts, mais peuvent être hébergés sur la même plateforme que le système de multiplexage.

Les encodeurs audio peuvent également être hébergés sur la même plateforme de serveur, généralement en utilisant l'AoIP pour une distribution audio la plus rentable possible. Sinon, ils peuvent être hébergés sur des plateformes distinctes et souvent éloignées, en particulier lorsque le système de multiplexage dessert plusieurs radiodiffuseurs.

8.2.2. Architecture du réseau

Les réseaux de multiplexage comportent généralement un réseau de contribution qui achemine l'audio et les PAD des studios vers le multiplexeur, ainsi qu'un réseau de distribution qui achemine le flux ETI / EDI résultant vers les sites de transmission. La Figure 8-15 donne un exemple d'utilisation de réseaux en étoile pour les réseaux de contribution et de distribution. Ce type de réseau sert souvent à couvrir une zone spécifique, qu'il s'agisse d'une zone de licence régionale ou d'un réseau national.

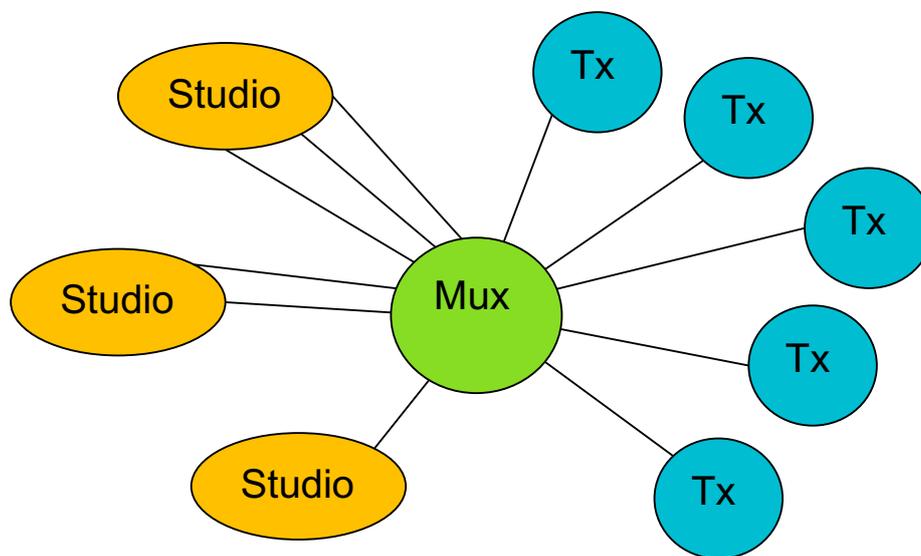


Figure 8-15 : Exemple de réseau en étoile

Lorsqu'il fonctionne sur plusieurs zones de couverture ayant leur propre contenu local, le réseau de contribution peut être maillé ou partiellement maillé. Le contenu d'un studio au sein d'une zone peut parfois être utilisé dans d'autres zones, comme l'illustre la Figure 8-16 ; c'est notamment le cas quand le contenu national est produit dans différents endroits. Les liens entre les contenus de la zone de couverture transversale sont représentés en rouge, des réseaux de studios (en orange clair) jusqu'à chaque multiplexeur individuel. Cette approche conduit à de nombreux liens de contribution, dont le nombre croît à mesure que le nombre de zones augmente. La Figure 8-17 présente une alternative où les studios sont interconnectés, et où le studio situé dans la zone de couverture fournit du contenu au multiplexeur local. Cette approche permet de réduire le nombre de liens individuels et d'économiser des coûts de contribution au réseau.

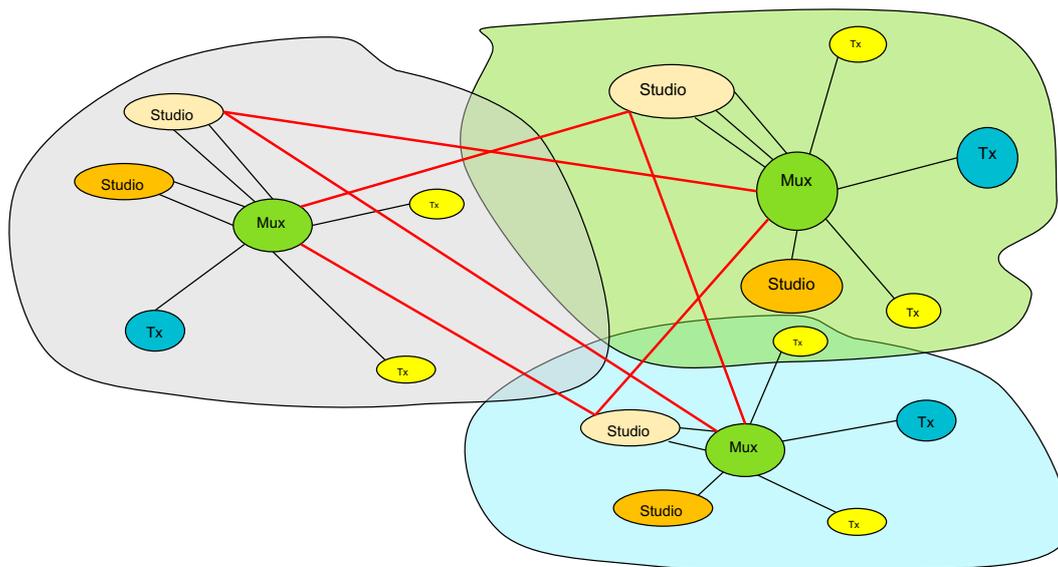


Figure 8-16 : Contribution à la zone de couverture via une distribution directe au multiplexeur

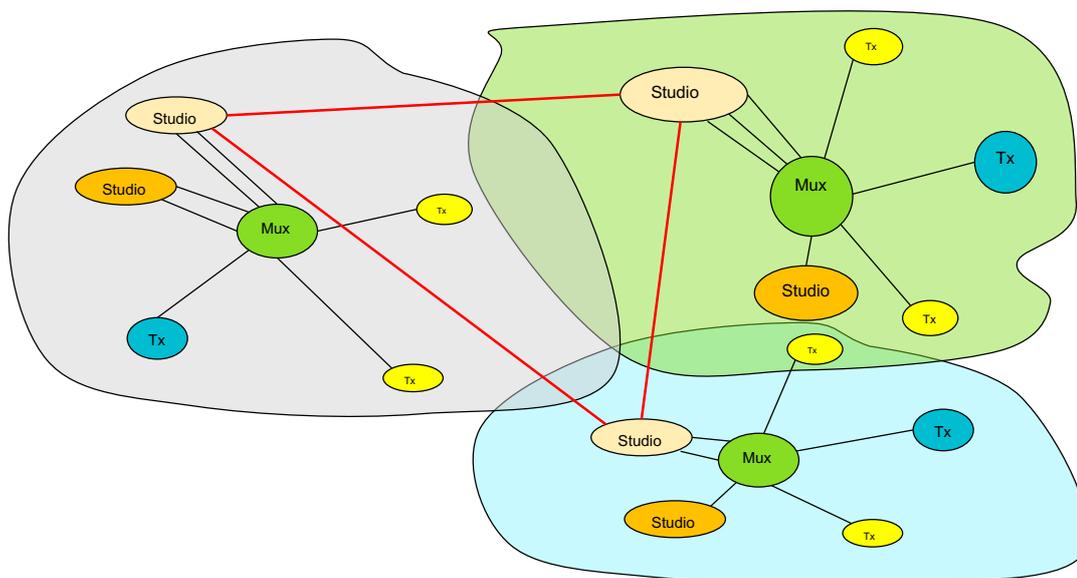


Figure 8-17 : Contribution à la zone de couverture via une distribution de contenu inter-studios

Dans certains cas, rassembler tous les systèmes de multiplexage et d'encodage sur un seul site d'exploitation peut se révéler plus simple et plus économique. Un tel réseau présente généralement une architecture en étoile, dans laquelle les sources audio et PAD sont acheminées vers le site central de multiplexage, qui distribue ensuite les flux EDI aux sites de transmission, comme illustré à la Figure 8-15. La principale préoccupation liée à cette approche est le coût des liens de contribution et de distribution, qui peuvent s'étendre sur tout un pays.

Toutefois, il ne s'agit pas toujours d'un problème majeur, en particulier pour les radiodiffuseurs qui proposent également des services de télévision. C'est le cas de nombreux radiodiffuseurs de service public (ex : BBC, ABC). En général, les liaisons pour le DAB nécessitent une capacité plus faible que celles requises pour distribuer les flux de télévision, souvent vers les mêmes sites de transmission. La capacité utilisée se trouve essentiellement dans la capacité de réserve des liaisons à grande capacité (souvent, un réseau à base de fibres optiques). Par conséquent, la contribution et la distribution du DAB ne coûtent pas grand-chose, voire rien du tout.

À l'autre extrémité de l'échelle, on trouve les transmissions régionales commerciales et communautaires qui desservent la population des zones rurales et régionales. Dans ce cas, il est souvent plus économique de placer le multiplexeur sur le site de l'émetteur principal et d'utiliser des liaisons micro-ondes peu coûteuses pour acheminer le contenu audio et PAD vers ce site. Le multiplexeur peut alors se connecter directement à l'émetteur via un réseau IP basé sur le site.

Les systèmes de radiodiffusion par satellite peuvent constituer une méthode de distribution très rentable. Les réseaux de contribution et de distribution ont une capacité élevée dans une direction et, dans le cas de la distribution EDI, dans une seule direction, avec une correction d'erreur appliquée au flux EDI et à d'autres couches d'encapsulation. C'est particulièrement le cas pour la distribution nationale ou à grande échelle. Par exemple, le DVB-S2 [8] peut être utilisé pour distribuer des flux EDI encapsulés sur des liaisons satellite. Le réseau prévu pour l'Algérie en est un bon exemple : le contenu du studio central réalisé à Alger peut être transmis à plusieurs dizaines de sites d'émission dans tout le pays en utilisant seulement quelques MHz de capacité satellitaire.

Si nous nous sommes concentrés sur la diffusion du contenu primaire, il ne faut pas oublier que les réseaux DAB+ nécessitent également une surveillance et un contrôle opérationnel. Cela se fait par le biais de réseaux bidirectionnels qui sont souvent basés sur le protocole TCP/IP. Le fonctionnement et le contrôle sont menés par les interfaces web des équipements, tandis que la surveillance est assurée principalement par des systèmes de gestion de réseau basés sur le protocole SNMP. Le système de gestion du réseau est chargé d'observer l'état des équipements de l'ensemble du réseau, notamment : les encodeurs, l'état et les performances du hardware, les équipements de réseau, les multiplexeurs et services de PAD, ainsi que les équipements du site d'émission. Ces derniers incluent les émetteurs, les moniteurs de puissance et les commutateurs d'antennes, les moniteurs EDI et de transmission de signaux, et les systèmes auxiliaires tels que l'alimentation, la climatisation et les équipements de réseau IP.

Le volume de trafic dans la gestion du réseau peut être important (jusqu'à plusieurs Mbps). Il est donc utile de dimensionner ces systèmes avec soin, en prenant en compte l'impact des pannes de système – qui peuvent provoquer une augmentation du trafic de contrôle vers de multiples systèmes –, ainsi que la surveillance des dispositifs individuels via des interfaces web.

8.2.3 Small-scale DAB, ou DAB « à échelle locale »

Le Small-scale DAB (SS-DAB) consiste en une mise en œuvre très peu coûteuse d'un multiplex et d'une transmission DAB+ pour fournir une couverture DAB+ à une petite zone, généralement d'un rayon de 2 à 4 km. Les services proposés sont souvent des radios communautaires/associatives locales existantes, mais il n'est pas rare que de nouveaux services soient créés.

Le SS-DAB est né du développement d'un logiciel open source pour la mise en œuvre de fonctionnalités de multiplexage et d'encodage, par le Centre de Recherche sur les Communications (CRC) au Canada. Il a ensuite été utilisé en Suisse vers 2012, pour illustrer des exemples de transmissions, puis défendu par Rashid Mustapha de l'Ofcom (Royaume-Uni) en 2013, comme un moyen de fournir

des services de radio DAB communautaire à faible coût [22]. Depuis, le concept a été largement soutenu au Royaume-Uni et dans d'autres pays européens. En 2022, un troisième cycle d'octroi de licences SS-DAB a été entrepris au Royaume-Uni.

Les systèmes de multiplexage et d'encodage SS-DAB sont généralement construits à l'aide des logiciels open source de l'organisme Opendigitalradio.org. Ce dernier soutient le développement de logiciels en fournissant des ODR-mmbTools.³³ Les ODR-mmbTools comprennent des logiciels pour le multiplexage, l'encodage audio et les services PAD, ainsi que la modulation des signaux, et sont fournis via l'outil GitHub.³⁴

Le logiciel fonctionne sous le système d'exploitation Linux, sur des PC ou des plateformes informatiques standard. Le système de transmission est généralement composé d'une unité matérielle de radio logicielle, telle qu'une unité USRP Ettus,³⁵ pour effectuer la modulation, le codage et la conversion RF, ainsi que d'un convertisseur ascendant et d'un amplificateur de puissance RF peu coûteux. Un masque filtrant RF DAB peut également être nécessaire pour garantir une largeur de bande de signal rayonné appropriée. Les antennes sont généralement peu coûteuses et ont une P.A.R. maximale de 100 à 200 W, le plus souvent de type dipôle ou colinéaire.

Un exemple de mise en œuvre peut être observé au Royaume-Uni, dans les localités de Tynemouth et South Shields, qui font partie de l'agglomération de Newcastle upon Tyne, comme indiqué dans le document de l'Ofcom [23]. La zone de couverture est illustrée à la Figure 8-18 et correspond à une population d'environ 270 000 personnes. L'exploitation est assurée par MuxOne.³⁶ Des sociétés communautaires similaires ont été créées pour fournir ce type de services à travers le Royaume-Uni.

Bien que la mise en œuvre du SS-DAB soit peu coûteuse par rapport aux systèmes de classe commerciale, elle n'est pas sans contraintes :

- Pour garantir un faible coût de fonctionnement, les services fournis sont souvent à faible débit, par exemple 32 kbps DAB+ à EEP-3A, ce qui peut compromettre la qualité de certains sons
- Les systèmes ne sont généralement pas redondants, et par conséquent, les ruptures de continuité de services dus à des défaillances du système sont plus fréquents que pour les systèmes de classe commerciale
- L'emplacement de la transmission n'est pas toujours optimal, les sites à faible coût étant préférés. La hauteur de l'antenne peut donc être inférieure à celle souhaitée. Les sites classiques comprennent des bâtiments tels que des tours ou des châteaux d'eau.
- Bien qu'il s'agisse d'un domaine en développement, il existe peu de logiciels de surveillance des systèmes pour en assurer le contrôle et l'entretien.

Cette forme de radiodiffusion prend de l'ampleur, avec des exploitations au Royaume-Uni, en Suisse, en Italie, aux Pays-Bas, au Danemark, et bientôt d'autres. Pour plus d'informations, consulter les présentations de WorldDAB à l'IBC2022.³⁷

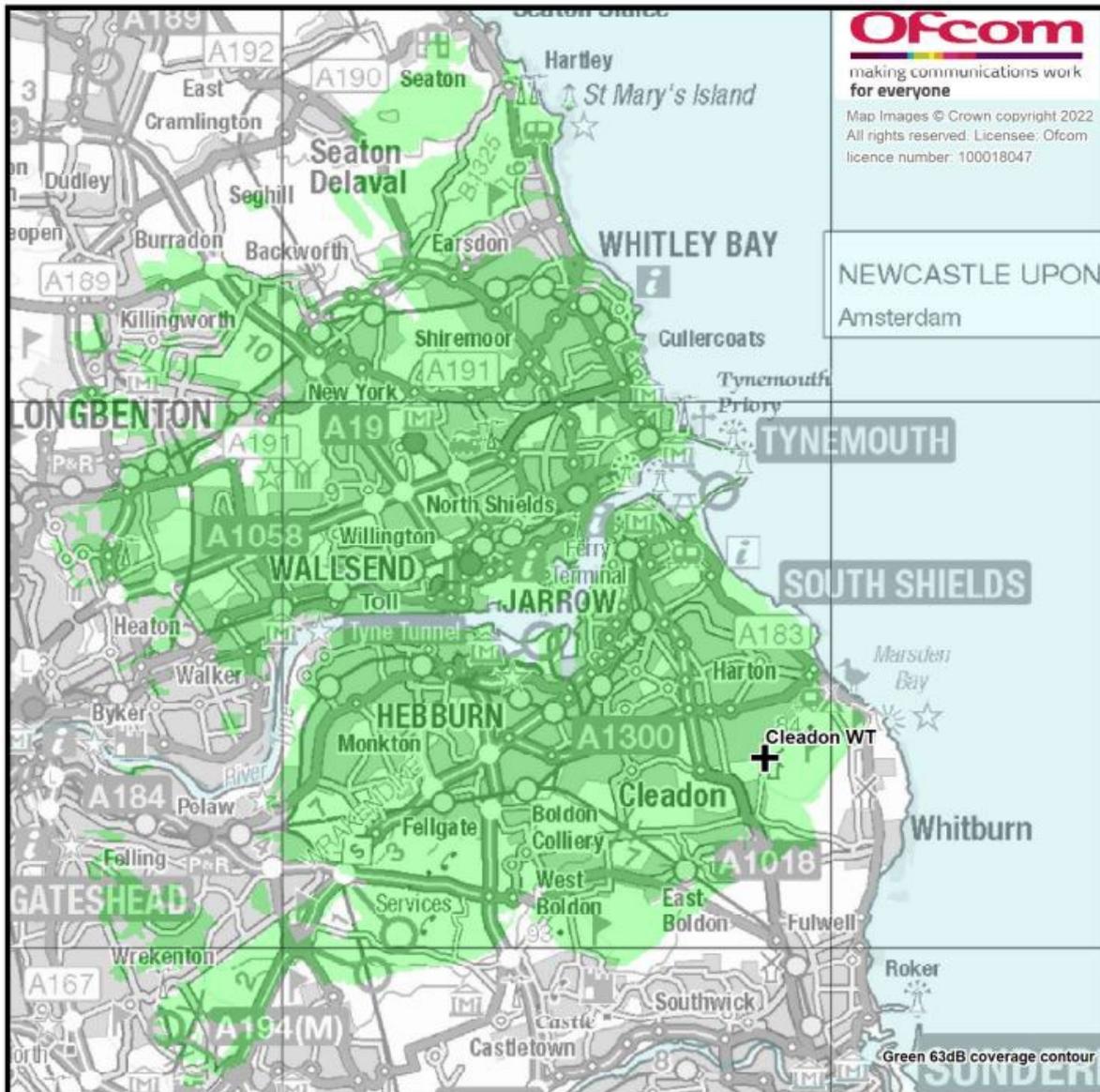
³³ Voir <https://www.opendigitalradio.org/>

³⁴ Voir <https://github.com/Opendigitalradio>

³⁵ Voir <https://www.ettus.com/>

³⁶ Voir <https://www.muxone.uk/>

³⁷ Voir www.worlddab.org



Tynemouth and South Shields small-scale DAB - predicted coverage - February 2022

Figure 8-18 : Prévision de couverture pour Tynemouth et South Shields

8.2.4. Radio hybride

La radio hybride consiste à diffuser des contenus aux auditeurs en utilisant à la fois la radiodiffusion et la connectivité IP. En règle générale, la diffusion DAB fournit le contenu audio et quelques métadonnées limit es. La liaison IP, quant à elle, fournit des métadonnées avanc es : logo de la station, images SLS (diapositives), slogans, informations sur les services, liaisons de services IP et informations de géolocalisation.   l'avenir, ces services seront étendus à l'analyse du comportement des auditeurs et à la radio personnalis e.

RadioDNS³⁸ est un organisme qui fournit des services radio hybrides, dans le respect de la norme mondiale [13]. Les Figures 8-19 et Figure 8-20 présentent une vue d'ensemble du fonctionnement de la radio hybride et du contenu proposé. Plusieurs organisations priv es sont également en concurrence pour la fourniture de services radio hybrides dans les véhicules.

³⁸ Voir www.radiodns.org

Si les services radio hybrides ne sont pas encore très répandus dans les installations domestiques, l'ajout croissant de la connectivité IP, notamment par le biais du Wi-Fi, pourrait changer la donne à l'avenir.

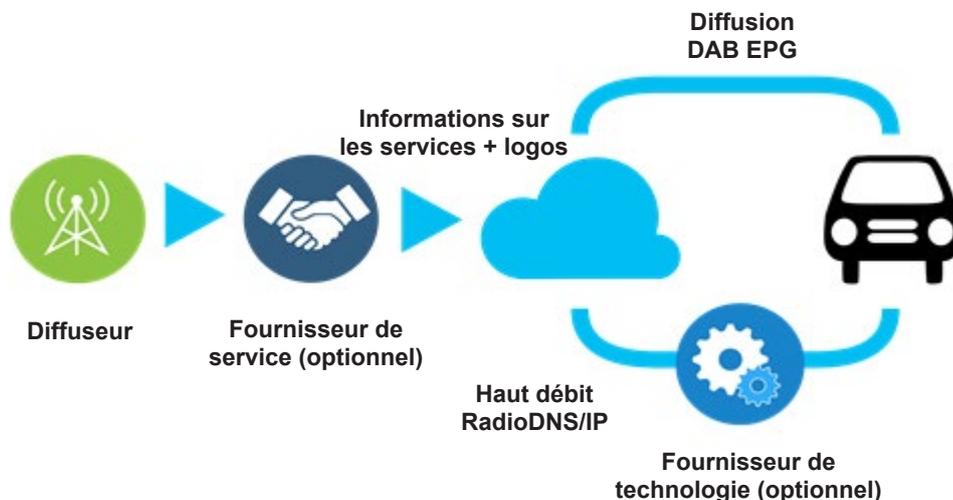


Figure 8-19 : Radio hybride³⁹

 <p>Contenu visuel</p> <p>Contenu de haute qualité visuelle, conçu pour s'adapter à l'écran de l'auditeur, synchronisé à l'audio ; photos des artistes, titres des actualités, surveillance du trafic, cartes météo et plus.</p>	 <p>Informations sur les stations</p> <p>Informations précises sur les stations ; noms, logos, slogans, informations sur les programmes, et assistants vocaux.</p>	 <p>Suivi du service</p> <p>Bascule facile entre la diffusion radio et le streaming, pour garder l'auditeur plus longtemps. Les préréglages permettent de trouver la bonne station de radio, quel que soit l'endroit.</p>
 <p>Contenu ciblé</p> <p>Diffusion de contenu spécifique aux auditeurs, mélangeant la diffusion audio en direct et le contenu ciblé. Recommander des contenus audio à la demande pertinents auxquels les auditeurs peuvent facilement accéder ou s'abonner.</p>	 <p>Analyses</p> <p>Mieux comprendre l'écoute radio dans les voitures connectées. Obtenir des informations comparables à celles des journaux diffusés en streaming et les analyser.</p>	 <p>Support technique</p> <p>Mise en oeuvre facilitée. Guides de mise en oeuvre des fonctionnalités de RadioDNS étape par étape.</p>

Figure 8-20 : Vue d'ensemble des services proposés par RadioDNS⁴⁰

³⁹ Source : https://radiodns.org/wp-content/uploads/2020/04/StationLogosDoc_FINAL_2019.pdf

⁴⁰ Source : <https://radiodns.org/>

8.2.5. Systèmes auxiliaires

Les réseaux de multiplexage DAB et les systèmes de transmission nécessitent une série de systèmes auxiliaires pour les soutenir :

- Systèmes de surveillance et de gestion du réseau (NMS), pour surveiller et contrôler le réseau.
- Des systèmes IP, pour fournir une connectivité IP à travers le réseau. Les liaisons IP étant des points de défaillance simples, elles sont souvent redondantes dans les systèmes critiques.
- L'alimentation principale et les systèmes d’Alimentation Sans Interruption (ASI ou UPS) garantissent que l’équipement du réseau soit toujours alimenté en électricité. Il s’agit souvent de groupes électrogènes de secours, à la fois sur les sites de transmission et des studios.
- Des systèmes de climatisation, pour garantir que les équipements et le personnel bénéficient d’un environnement de travail adéquat. Certains de ces systèmes doivent fonctionner dans des environnements extrêmes (montagnes enneigées, régions désertiques arides et chaudes).

Un exemple de conception de la redondance de l’IP et du système électrique est présenté à la Figure 8-21.

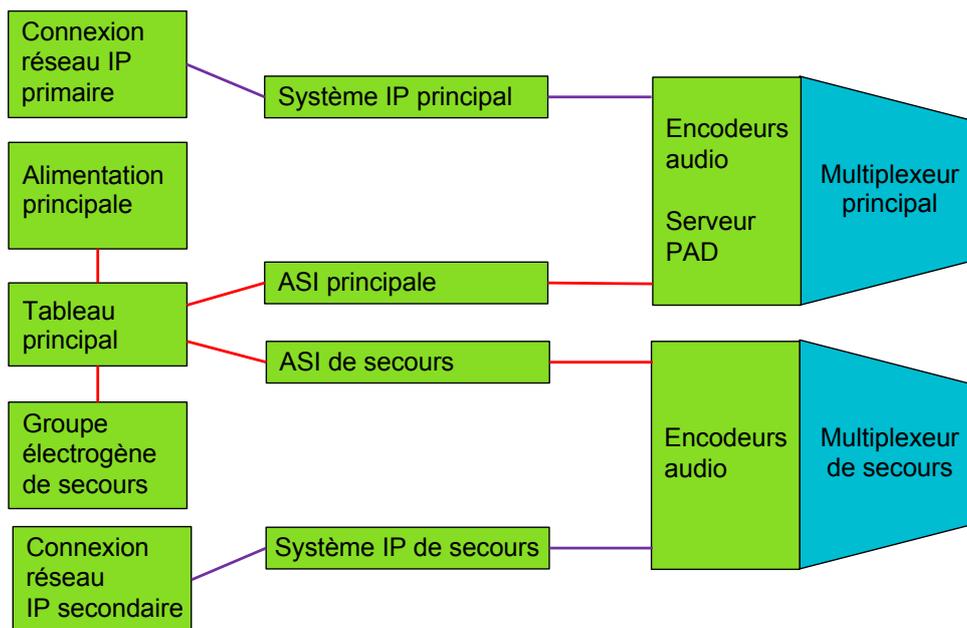


Figure 8-21 : Exemple de multiplexeurs principaux et de secours, de systèmes d'alimentation auxiliaires et de systèmes IP

8.3. Autres considérations

Les tunnels routiers sont utilisés depuis de nombreuses années pour relier les régions montagneuses, par exemple dans les Alpes européennes et en Norvège. Ils sont devenus monnaie courante dans de nombreuses villes, et permettent de réduire la durée des trajets dans les zones où les grands axes routiers sont difficilement praticables. C'est particulièrement le cas dans les grandes villes.



Figure 8-22 : Exemple d'infrastructure dans un tunnel routier comprenant la distribution d'électricité, l'éclairage et les communications via des systèmes coaxiaux rayonnants⁴¹

Des solutions DAB+ ont été mis au point pour assurer une diffusion radio fluide dans les tunnels, qui permet aux conducteurs d'écouter leur service préféré sans interruption pendant leur trajet.

Ces systèmes jouent également un rôle important en matière de sécurité, grâce à leur capacité à fournir des interruptions sonores pour les informations d'urgence.

Aujourd'hui, on trouve ce type d'infrastructure dans toute l'Europe et en Australie. Le diagramme de la Figure 8-23 nous présente le système de Paneda.

⁴¹ Source : Paneda : <https://paneda.no/products/break-in-systems-for-tunnels/>

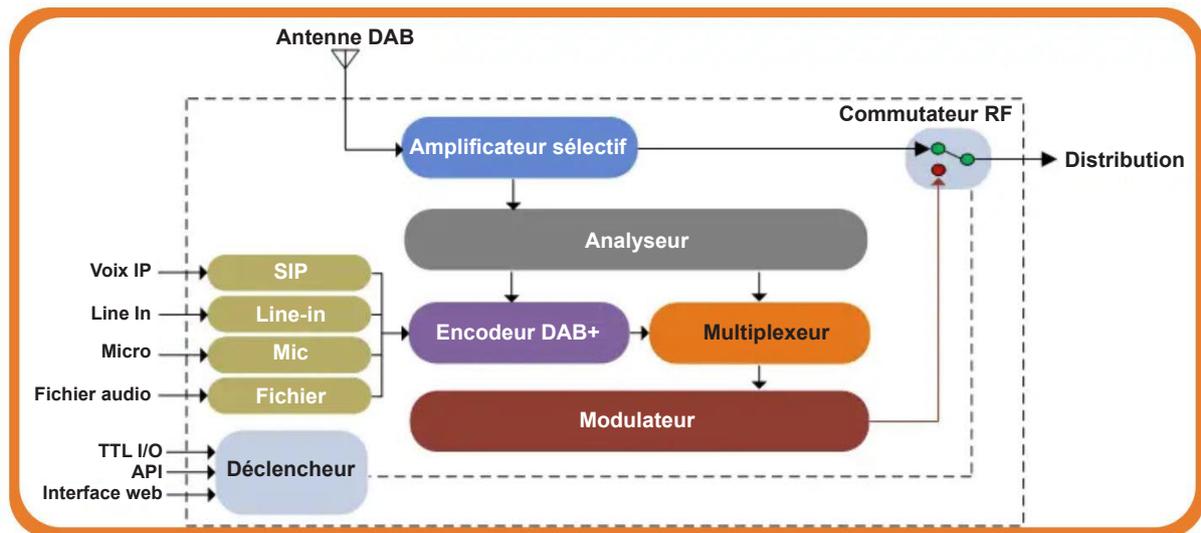


Figure 8-23 : Schéma fonctionnel du système d'interruption d'urgence du tunnel de Paneda⁴¹

Dans certains pays, la diffusion de contenu radio aux marins est également une considération importante. En Norvège, par exemple, la diffusion d'émissions de radio en DAB+ est obligatoire en mer, pour que les navires puissent recevoir les informations, les alertes météo/sécurité, et les divertissements. Ceci est réalisé à l'encontre de la conception standard avec une puissance délivrée en mer généralement limitée, afin de réduire la puissance globale nécessaire à la couverture d'une zone terrestre ciblée.

8.4. Exemples de mise en œuvre

Des exemples de mise en œuvre du DAB dans différents contextes sont présentés ci-dessous. Lors de la conception du réseau de transmission, il est particulièrement important de tenir compte de l'impact du terrain et de l'encombrement des bâtiments (en particulier les hauts bâtiments).

8.4.1. Londres, Royaume-Uni

Londres, au Royaume-Uni, est couverte par plusieurs sites de transmission utilisant un SFN. Selon RAJAR,⁴² en mai 2022, 41 % de toutes les écoutes radio au Royaume-Uni se faisaient via le DAB, 69 % des ménages étant équipés d'un récepteur DAB. À Londres, la couverture de la radio numérique DAB atteint presque 100 % de la population et des routes.

Selon les informations fournies par l'Ofcom [20], les détails concernant le site de l'émetteur pour le multiplex « London 1 CE » sont indiqués dans le Tableau 8-1. La colonne « Puissance » indique la puissance de l'émetteur et non la P.A.R. de transmission. Londres possède deux émetteurs principaux : Croydon (5 kW) et Wrotham (4.5 kW) ; quatre émetteurs de moyenne puissance : Alexandra Palace (0.8 kW), Bluebell Hill (1.0 kW), Guildford (1.0 kW) et Reigate (1.3 kW) ; ainsi que neuf autres sites à faible puissance. La P.A.R. du site de Croydon est de 33.55 kW,⁴³ indiquant un gain du système d'antenne de 8,3 dB. Chaque site a un objectif propre, comme la couverture d'une zone étendue à partir de sites tels que Croydon, ou la couverture ciblée à High Wycombe.

⁴² <https://www.worlddab.org/countries/united-kingdom>

⁴³ Voir <https://www.radiodns.uk/transmitters/tq332696>

Nom du site	Référence nationale	Hauteur du site (m)	Hauteur de l'antenne (m)	Puissance (kW)	Antenne & Angle
Alexandra Palace	TQ 296 900	92 m	100 m	0,8	Dipôles
Bluebell Hill	TQ 757 613	193 m	41 m	1,0	Panneaux
BT Tower	TQ 292 819	27 m	192 m	0,8	Dipôles à 340°
Caterham Old Park Wood	TQ 335 533	226 m	48 m	0,14	Dipôles à 10°
Croydon	TQ 332 696	114 m	128 m	5,0	Panneaux
Guildford	SU 974 486	142 m	39 m	1,0	Dipôles sur panneaux FM
High Wycombe	SU 856 942	156 m	53 m	0,01	Yagis à 0° & 180°
Hungry Hill	SU 824 490	179 m	50 m	0,08	Dipôles à 350°
Kenley	TQ 329 592	152 m	38 m	0,008	Colinéaire
Leatherhead Stoke d'Abernon	TQ 135 590	60 m	51 m	0,01	Dipôles à 160°
Maidenhead Hyde Farm	SU 850 840	85 m	32 m	0,08	Dipôles à 220°
Pimlico	TL 088 045	137 m	69 m	0,40	Panneaux
Pin Green	TL 249 256	133 m	28 m	0,06	Dipôles à 300°
Reigate	TQ 256 521	234 m	51 m	1,3	Dipôles sur panneaux FM
Wrotham	TQ 595 604	219 m	150 m	4,5	Dipôles à 318°
Zouches Farm	TL 044 210	207 m	62 m	0,5	Dipôles à 160°

Tableau 8-1 : Émetteurs utilisés pour le multiplex numérique « London 1 » sur le bloc de fréquences 12C

La couverture intérieure prévue pour 95 % des emplacements est présentée à la Figure 8-24, et la couverture mobile prévue pour 99 % des emplacements est présentée à la Figure 8-25. Il est à noter que l'Ofcom ne fournit pas les intensités de champs de référence pour l'une ou l'autre de ces prévisions dans le document. Cependant, elles devraient correspondre aux données de la Figure 7-4, qui indique 53 dB μ V/m pour la réception en intérieur et 44 dB μ V/m pour la réception mobile.

L'utilisation d'un SFN dans la région de Londres offre une très bonne couverture à la fois pour les zones étendues et pour les zones spécifiques dont la réception peut être brouillée, par exemple à High Wycombe (problèmes de terrain), ou dans le centre de Londres (ombre causée par les immeubles) ; les émissions de la British Telecom Tower représentent une aide précieuse.

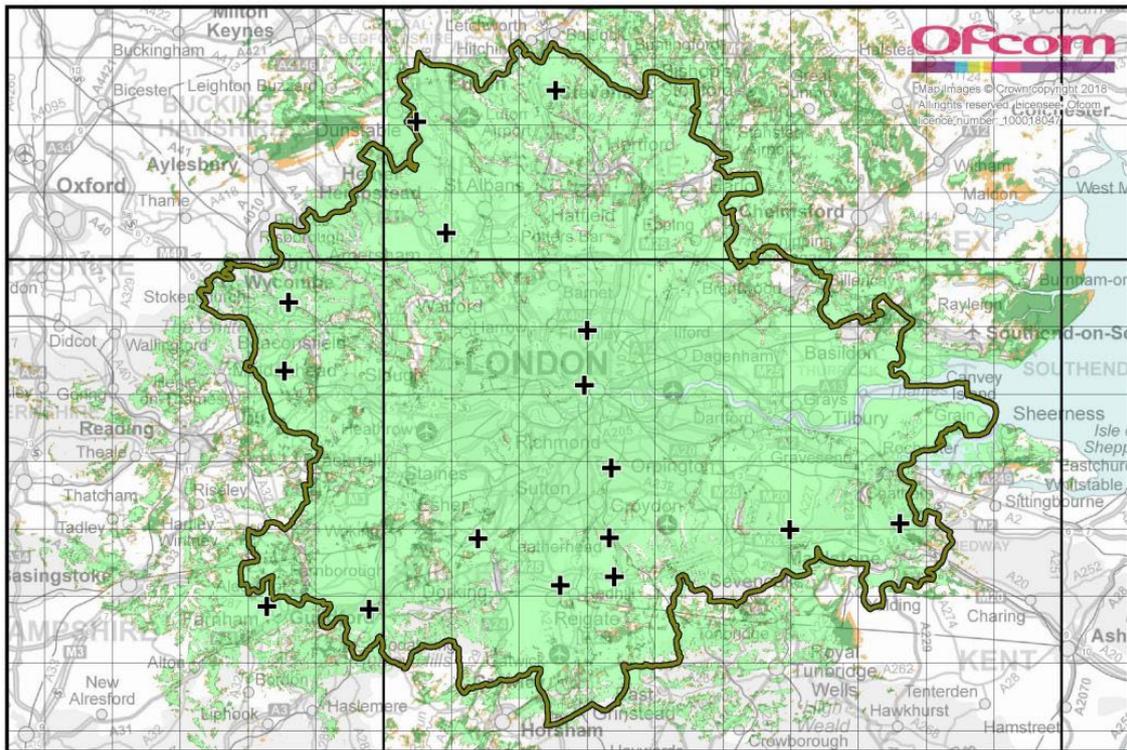


Figure 8-24 : Multiplex DAB local « London 1 » (CE Digital), couverture intérieure, conditions normales de propagation.

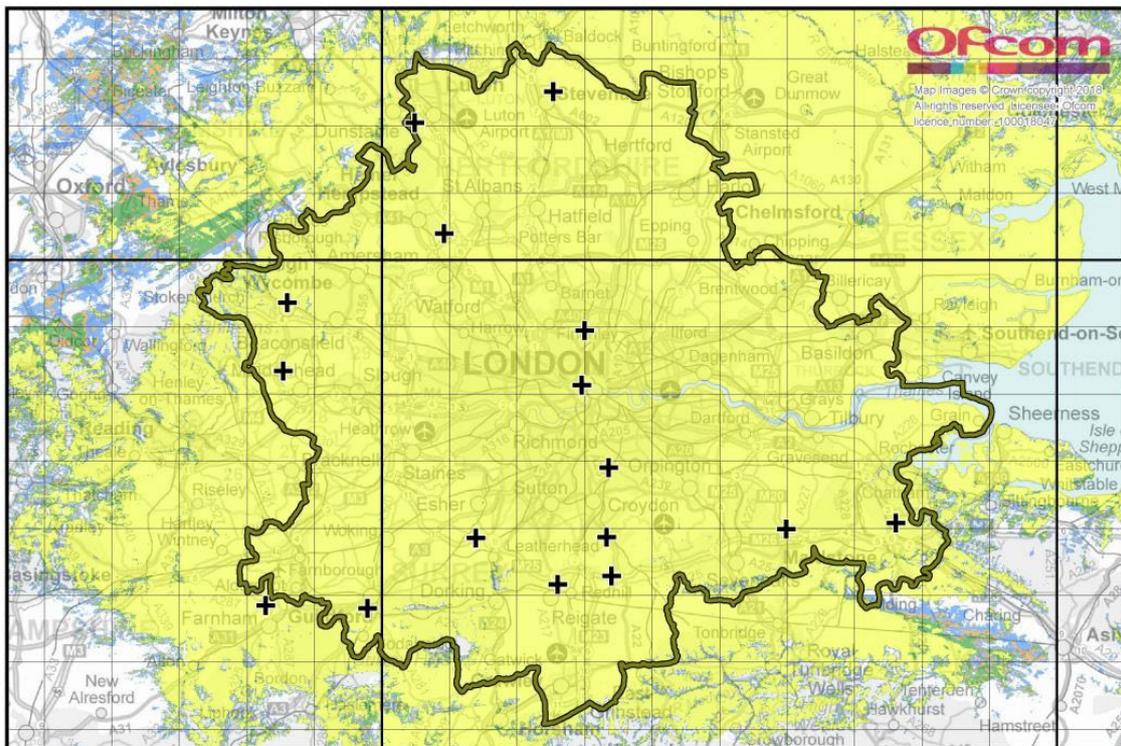


Figure 8-25 : Multiplex DAB local « London 1 » (CE Digital), couverture mobile, conditions normales de propagation.

8.4.2. Sydney, Australie

La couverture de la ville de Sydney, en Australie, a commencé avec le lancement du DAB+ en 2009, avec une P.A.R. de 45 kW depuis le site de transmission principal d'Artarmon. Après le lancement du DAB, la couverture dans les parties extérieures de la zone de licence s'est révélée insuffisante. Il a donc été décidé d'installer une série de répéteurs sur une période de 10 ans (2010-2019). Au départ, tous les répéteurs étaient des OCR (répéteurs), avec une P.A.R. limitée par les problèmes de rétroaction (voir §8.1.6). Cependant, les sites plus éloignés de Hawkesbury Heights et Gregory Hills sont passés aux répéteurs Link Fed. Ces derniers utilisent des systèmes à micro-ondes pour la distribution par EDI, ce qui permet de mieux contrôler le timing et de minimiser les problèmes de rétroaction RF. Les transmissions sont indiquées dans le tableau 8-2.

Site	P.A.R. (kW)	HRP	Hauteur du site (m ASL)	Hauteur de l'antenne (m AGL)	Zone couverte / Remarques
Artarmon	45	Quasi OD	106	196	Site principal
Sydney Tower	0,3	OD	30	311	Centre-ville / OCR
Hawkesbury Heights	0,3	AD (Est)	289	42	Ouest / LFR
Gregory Hills	0,5	AD (Sud-Est)	104	42	Sud-Ouest / LFR
Collaroy Plateau	0,3	AD (Nord)	111	32	Nord / OCR
Bilgola Plateau	0,3	AD (Sud)	148	37	Nord / OCR
Bonnet Bay	0,3	AD (Est)	98	32	Sud / OCR

Tableau 8-2 : Paramètres du site de transmission de Sydney

Comme le montre la Figure 8-26, le site principal d'Artarmon offre une bonne couverture pour la majorité de la zone de licence de Sydney. Toutefois, un certain nombre de zones ne bénéficient pas d'une couverture adéquate en raison de la distance qui les sépare du site d'Artarmon. C'est notamment le cas à l'Ouest et au Sud-Ouest, dans les régions du Nord aux terrains problématiques, ou en ville à cause de la protection contre les échos parasites. L'ajout des répéteurs a permis de résoudre en grande partie les problèmes. La Figure 8-27 nous présente la couverture prévue quand les répéteurs sont opérationnels. La palette d'intensités de champs est illustrée à la Figure 8-28.



Figure 8-26 : Couverture DAB+ de Sydney – Site principal d’Artarmon uniquement



Figure 8-27 : Couverture DAB+ de Sydney – tous les sites

>=dBU	Labels dBU/dBm	
50	1,5 m - Couverture des véhicules par l'ACMA	Yellow
54	Suburbain	Brown
60	Urbain	Green
70	Urbain dense = urbain + 10dB	Cyan

Figure 8-28 : Classes d'intensités de champs du DAB+ en Australie

8.4.3. Vue d'ensemble de l'Europe

Les pays de l'Union européenne considèrent que le DAB+ pose les bases de la prochaine génération de radiodiffusion. La plupart d'entre eux l'ont déjà mis en place, ou sont sur le point de le faire. La carte présentée à la Figure 8-29 montre qu'il existe de vastes réseaux de transmission DAB en Norvège, au Royaume-Uni, en Belgique, aux Pays-Bas, au Danemark, en Allemagne, en Suisse, en République tchèque, en Slovénie, en Autriche, en Italie et à Malte, ainsi que des réseaux en expansion en Pologne, en France, en Suède, en Espagne et dans les pays des Balkans. Le système commence également à être déployé en Ukraine, en Irlande, en Grèce et en Turquie.

La législation introduite par le CECE, qui exige l'intégration de récepteurs radio DAB+ dans les véhicules, joue un rôle essentiel en encourageant l'adoption et l'expansion des services DAB+ dans les pays de l'UE.

Dans la Figure 8-30, nous constatons que la couverture de la Norvège par le service public de radiodiffusion NRK atteint 99,7 % de la population, tandis que le réseau de radios commerciales RIKS en atteint plus de 92,8 %.

La Figure 8-31 montre l'organisation en couches du DAB+ en Italie, les réseaux nationaux étant composés en SFN. La couche nationale permet de couvrir plusieurs zones régionales. Les réseaux locaux couvrent des zones, certes plus restreintes, mais qui englobent souvent plusieurs zones communautaires locales. Les couches nationales peuvent donc être conçues pour couvrir de vastes régions du pays ayant des intérêts communs, tandis que la couche locale peut être aussi petite qu'une simple zone communautaire – comme illustré dans la rangée inférieure de la Figure 8-31.

Le nombre de services DAB disponibles en Allemagne, en 2021, est listé à la Figure 8-32, et ne cesse de croître.

L'utilisation du SS-DAB (DAB local) pour les services locaux et communautaires se développe également en Europe. Alors que de nombreux pays le mettent déjà en œuvre (ex : le Royaume-Uni, les Pays-bas et la Suisse), d'autres en sont à un stade préliminaire. La Figure 8-33 présente plusieurs systèmes SS-DAB fonctionnels en 2022, au Royaume-Uni, où l'Ofcom a entrepris un vaste programme d'octroi de licences.

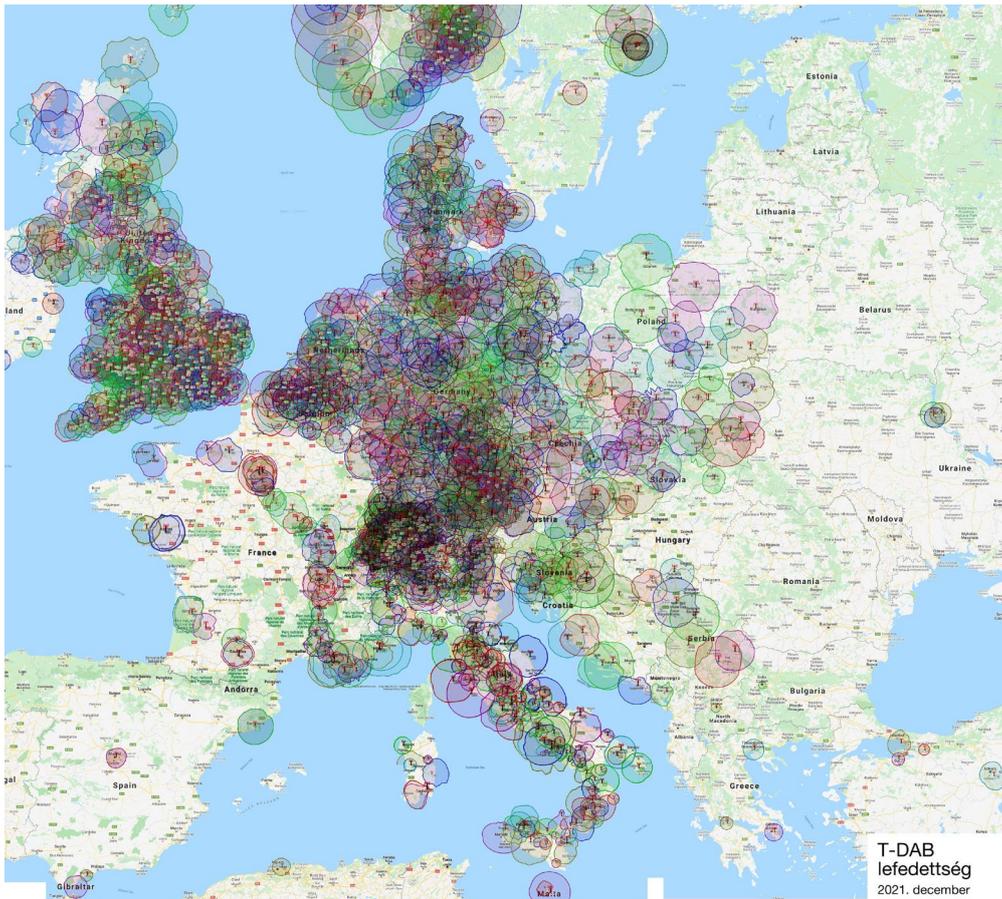


Figure 8-29 : Carte des sites de transmission et de leur couverture en Europe, en décembre 2021⁴⁴

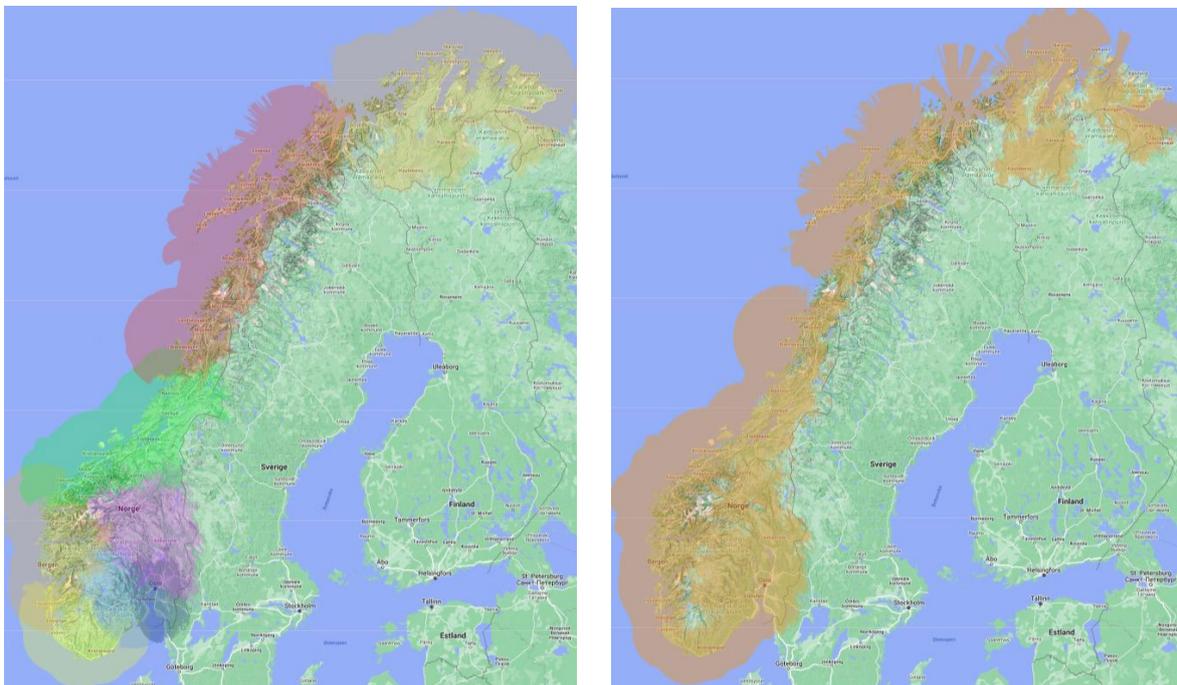


Figure 8-30 : Couverture de la Norvège par NRK, le SPR norvégien (à gauche), et les services norvégiens de radio commerciale (à droite)⁴⁵

⁴⁴ Voir <https://i.redd.it/z5jvbdn9wk691.jpg>

⁴⁵ Source : <https://radio.no/dekning/>

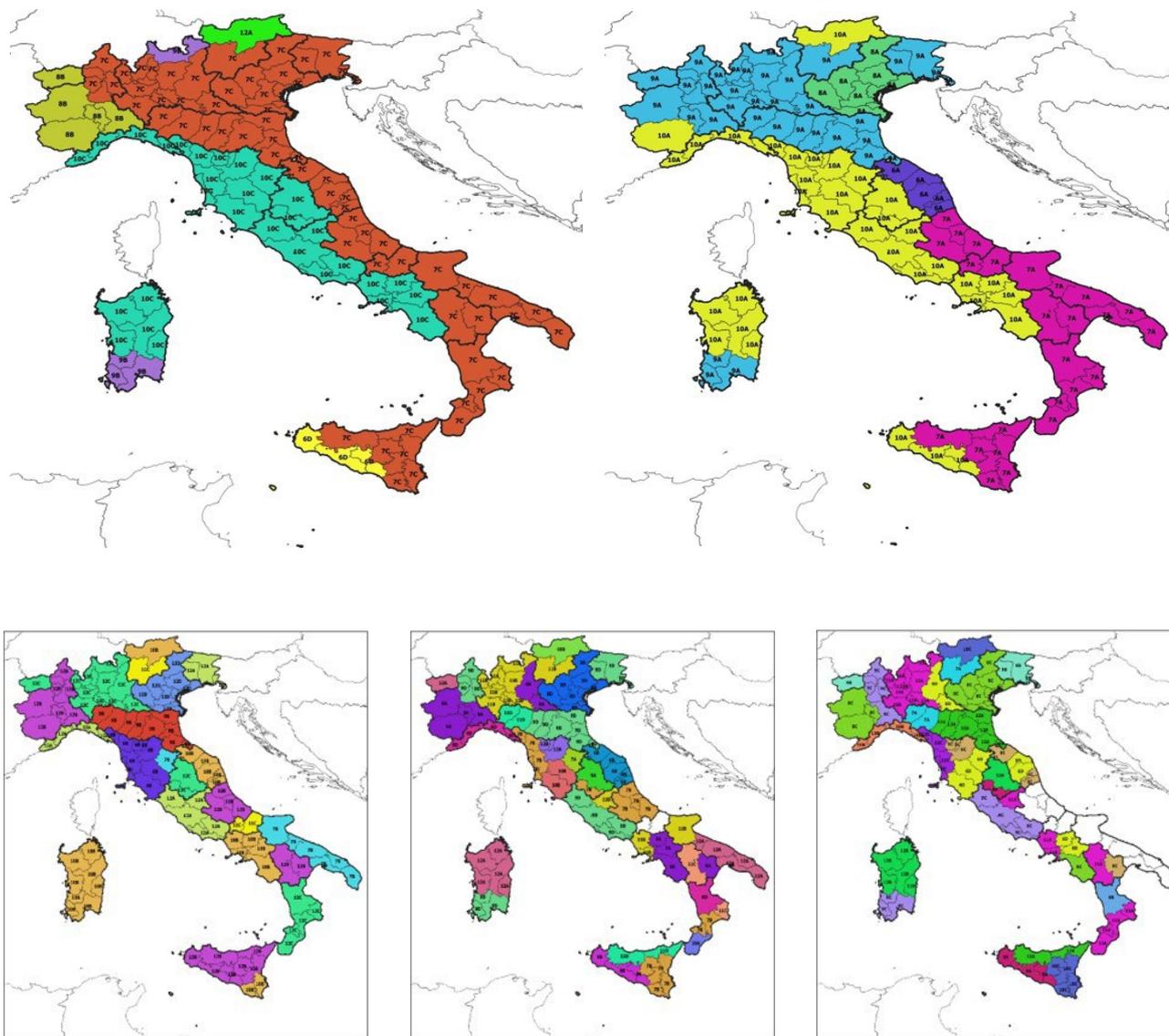
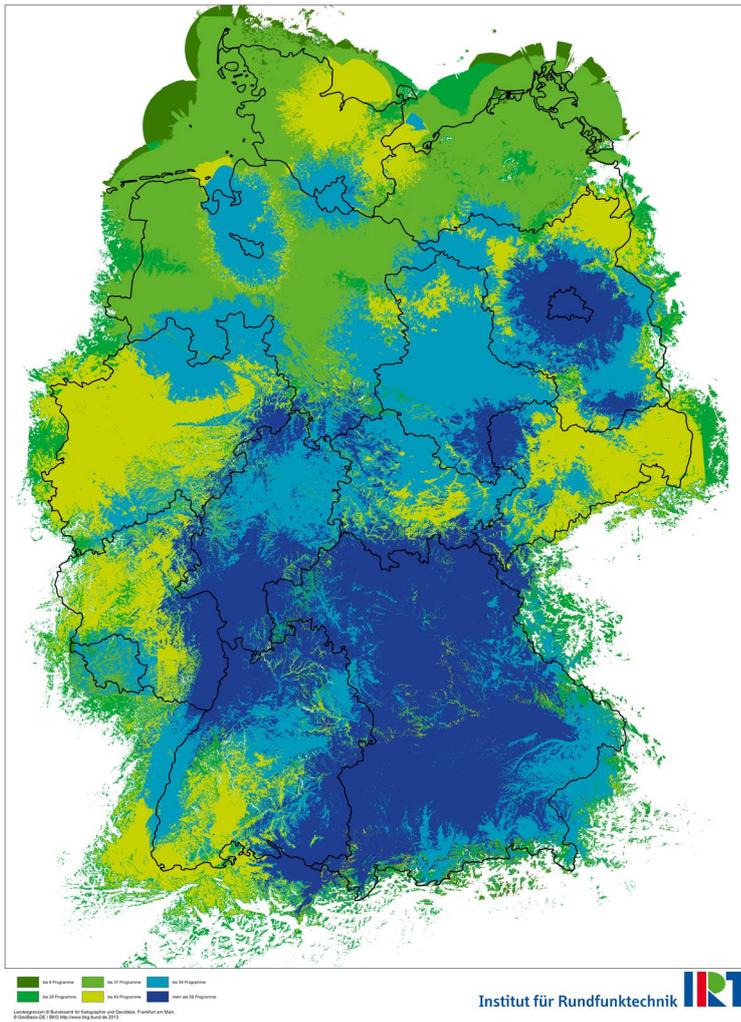


Figure 8-31 : Le DAB+ en Italie, couches nationales (en haut) et couches locales (en bas)⁴⁶

⁴⁶ Source : Hanns Wolter, DAB Italia

DAB+ Anzahl deutscher Programme Stand: Sept 2020

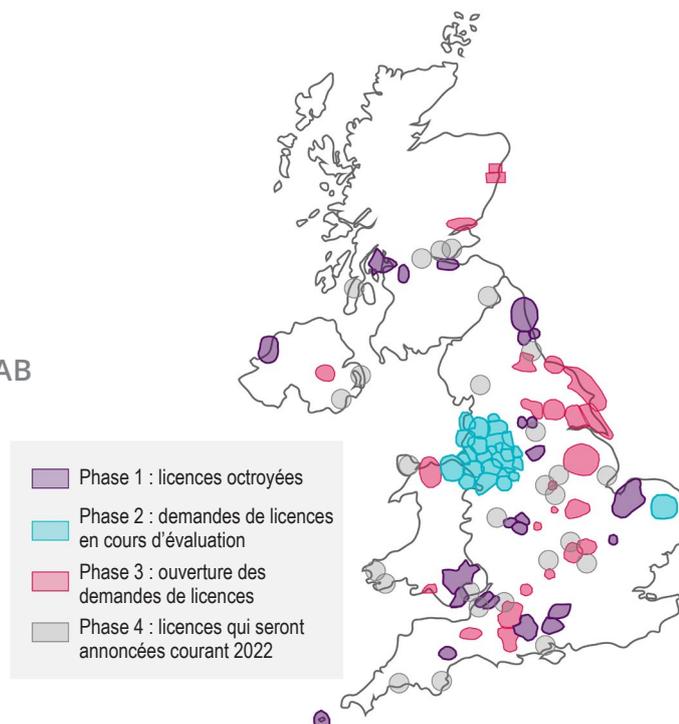


Nombre de services

- Jusqu'à 8
- Jusqu'à 29
- Jusqu'à 37
- Jusqu'à 43
- Jusqu'à 59
- 59+

Figure 8-32 : Le nombre de services DAB disponibles dans différentes zones de l'Allemagne⁴⁷

Figure 8-33 : Exemple du développement du SS-DAB au Royaume-Uni⁴⁸



⁴⁷ Source : IRT 2020

⁴⁸ Source : <https://www.ofcom.org.uk/news-centre/2022/apply-for-third-round-ssdab-multiplex-licenses>

9. Déploiement

9.1. Mise en place de l'infrastructure DAB

Une fois le processus de planification terminé (et en particulier l'allotissement), le déploiement peut commencer avec la conception des systèmes de distribution proprement dits. De préférence, le plan de déploiement doit être mis en route avant que l'ensemble du pays ait pu faire l'objet d'une planification. Ce phénomène est plutôt courant. Dans les grandes villes, les déploiements initiaux deviennent souvent des services à temps plein avant que l'ensemble du pays n'ait été panifié. Cette approche permet de donner rapidement un élan et des capacités à un large éventail de parties prenantes : radiodiffuseurs, fournisseurs de récepteurs (y compris l'industrie automobile), producteurs de contenus,...

Phase d'approche

1. Disponibilité du spectre de la VHF bande III
 - a. La disponibilité du spectre, en particulier celui défini dans le plan d'allotissement, est un critère essentiel qui conditionne le déploiement. Bien qu'il ne soit pas indispensable durant la période de conception, le spectre doit être disponible lors de la mise en service des émetteurs, afin d'effectuer les tests et de fournir des services en continu.
2. Conception des systèmes de réseau et de transmission
 - a. En général, le déploiement se déroule en plusieurs phases : d'abord la couverture des villes principales, ensuite des villes secondaires, et enfin, des autres zones. Il convient de noter que certaines zones, comme les régions désertiques ou montagneuses, peuvent ne pas justifier le déploiement du DAB+ si la population à desservir est insuffisante.
 - b. Il est important d'envisager la conception du système dans sa globalité, en particulier pour les réseaux nationaux, pour garantir une solution rentable.
3. Tests des systèmes
 - a. Des essais sur le terrain doivent être effectués au fur et à mesure du déploiement. Ils permettent de donner un aperçu clair de la couverture fournie, et d'affiner les modèles de prévision. Ainsi, les fournisseurs de réseau et les radiodiffuseurs verront qui peut bénéficier de la couverture, et quelles sont les zones qui posent problème et qui peuvent nécessiter la mise en place d'un répéteur.
 - b. Lors du déploiement initial, il est parfois nécessaire d'ajuster le diagramme de rayonnement de l'antenne, pour préserver les zones de TV analogique où le passage au numérique est en cours. Le diagramme de rayonnement peut être ajusté de plusieurs façons : soit par une conception adaptée des réseaux d'antennes (phases notamment), soit en opérant à une puissance initiale plus faible, par exemple une P.A.R. de 1 kW pour les six premiers mois, et ensuite de 10 kW à pleine puissance.
4. Déploiement en continu
 - a. Le déploiement se faisant généralement par étapes, il n'est pas rare de procéder à la conception détaillée des zones au fur et à mesure qu'elles se présentent. Cela permet d'envisager le système le plus rentable possible, les architectures de réseaux changeant pour s'adapter aux évolutions technologiques. Par exemple, en fonction de la capacité du réseau IP du pays, le multiplexage centralisé peut être plus rentable que les systèmes distribués.

9.2. Développement de contenu additionnel

Le déploiement initial du DAB comprend généralement le lancement de nouveaux services, pour susciter l'intérêt des auditeurs et les inciter à acquérir des récepteurs DAB.

Les nouveaux types de contenus proposés :

- stations « juke-box », proposant, par exemple, des listes de lecture étendues avec sélection aléatoire – pas de DJ/présentateur
- contenu partiellement organisé avec un présentateur
- nouvelle station

Chacune de ces catégories peut inclure de la publicité interne à la station, par exemple pour présenter d'autres émissions (du même service ou d'un service différent), ainsi que de la publicité pour des radiodiffuseurs commerciaux.

Ces nouveaux contenus nécessitent des installations fiables et opérationnelles au moment du lancement, afin de garantir leur disponibilité et leur qualité.

Voici comment certaines stations existantes ont élargi leur offre de services :

- Le réseau Absolute a élargi son offre musicale en proposant des thèmes organisés par décennies, voir Figure 9-1
- Le réseau Southern Cross Austereo (SCA) en Australie a ajouté plusieurs services spécifiques à des genres musicaux en DAB+ pour soutenir son service FM TripleM. Il en va de même pour le réseau Hits qui soutient le service FM 2Day ; voir la Figure 9-2
- Un exemple de la gamme de services offerts au niveau national en Norvège est présenté à la Figure 9-3. Nombre de ces stations ont été créées en tant que services exclusivement numériques dans les décennies 2000 et 2010, ainsi qu'après l'abandon de la FM en Norvège en 2017.

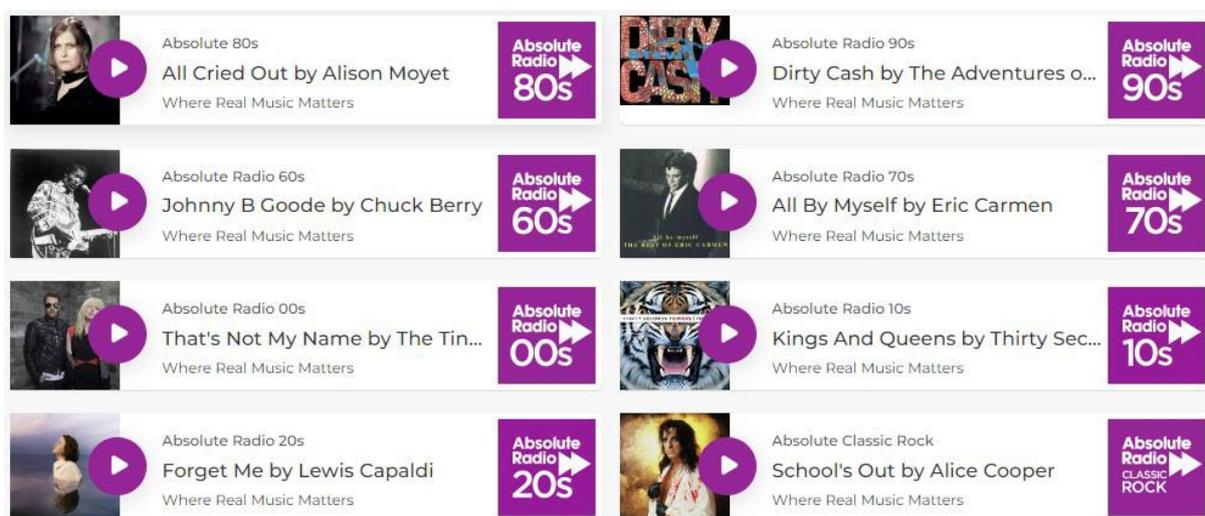


Figure 9-1 : Exemples de stations de radio basées sur les décennies musicales avec le réseau Absolute au Royaume-Uni⁴⁹

⁴⁹ Source : <https://planetradio.co.uk/absolute-radio/>



Figure 9-2 : Services diffusés uniquement en DAB+ qui s’ajoutent aux services FM existants : le cas de TripleM⁵⁰ et des réseaux Hits / 2Day⁵¹

Norwegian radio channels 2021

Coverage	Channel	Major owner	Financing	Penetration	Distribution	Year established	
Nationwide	NRK P1	State	Tax	100/99	DAB+	1933	
	NRK P2	State	Tax	99	DAB+	1984	
	NRK P3	State	Tax	99	DAB+	1993	
	NRK Klassisk	State	Tax	99	DAB+	1995	
	NRK Alltid Nyheter	State	Tax	99	DAB+	1997	
	NRK Sápmi	State	Tax	99	DAB+	1999	
	NRK mP3	State	Tax	99	DAB+	2000	
	NRK Super	State	Tax	99	DAB+	2007	
	NRK Sport	State	Tax	99	DAB+	2007	
	NRK Jazz	State	Tax	99	DAB+	2008	
	NRK P1+	State	Tax	99	DAB+	2013	
	NRK P13	State	Tax	99	DAB+	2014	
	NRK Vær	State	Tax	99	DAB+	2007	
	NRK Trafikk	State	Tax	99	DAB+	2017	
	NRK Folkemusikk	State	Tax	99	DAB+	2004	
Nationwide	P4	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	1993	
	P5	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2010	
	P6 Rock	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2014	
	P7 Klem	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2011	
	P8 Pop	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2015	
	P9 Retro	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2017	
	P10 Country	Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2017	
	NRJ	NRJ/Nordic Entertainment Group	Commercials	93	DAB+	2010	
	Radio Norge	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2004	
	Radio Rock	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2013	
	Kiss	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2012	
	Radio Norsk Pop	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2016	
	Radio Vinyl	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2017	
	Radio Topp 40	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2017	
	P24-7 Mix	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2018	
BIG Hiphop & RnB	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2019		
P24-7 Kos	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2019		
Podplay Radio	Bauer Media	Commercials	93	DAB+	2021		
Regional	15 regional channels	State	Tax	100/99	DAB+	From 1957	
Local	78/57 local channels	Various	-	-	FM/DAB+	From 1982	

Figure 9-3 : Stations de radio norvégiennes en 2021⁵²

⁵⁰ Voir <https://www.triple.com.au/sydney>

⁵¹ Voir <https://www.hit.com.au/2day>

⁵² Voir <https://medienorge.uib.no/english/?cat=statistikk&page=radio&queryID=313>

9.3. PAD (données associées au programme) et métadonnées

Les métadonnées font partie intégrante de l'écosystème de la radio numérique, et leur intérêt ne cesse de croître. La plupart des véhicules neufs étant équipés de grands écrans couleur, la fourniture de métadonnées à ces derniers doit faire l'objet d'une attention particulière. Le groupe de travail automobile (AWG) de WorldDAB collabore avec les radiodiffuseurs et les constructeurs automobiles, dans le but d'élaborer les directives et normes qui prendront en charge un certain nombre de métadonnées : logos, informations sur les programmes, informations sur les services, etc... Plusieurs normes (ex : TS 102 818) [14] ont déjà pu faire l'objet de mises à jour, et des directives de mise en œuvre ont été publiées, notamment relatives à l'expérience utilisateur dans le secteur automobile (Automotive User Experience Guidelines)⁵³

La présence de grands écrans couleur dans les véhicules a permis aux métadonnées de connaître un bel essor. De plus en plus de récepteurs domestiques sont également dotés d'écrans couleur. Cela démontre l'importance qu'accordent les utilisateurs aux informations visuelles. Par conséquent, lors du déploiement de nouveaux systèmes DAB, il est désormais essentiel de fournir à la fois des PAD (textes DLS et images SLS – Diapositives) et des métadonnées en plus du contenu audio – exemple : les logos des stations. L'ajout d'informations visuelles permet une expérience beaucoup plus contemporaine, conforme à ce que la diffusion en streaming peut offrir. Il n'est pas rare que les PAD et métadonnées d'un service soient communes à la radiodiffusion et au streaming.

Si les radiodiffuseurs ne fournissaient pas de PAD et de métadonnées, en particulier pour les véhicules :

- L'écran du tableau de bord pourrait être vierge, sans aucune donnée sur leur station ou marque, et sans informations faciles à consulter pour le conducteur
- L'expérience utilisateur proposée par la concurrence serait meilleure
- Une perte massive d'auditeurs serait à envisager – en effet, selon les pays, entre 25 % et 50 % des auditeurs écoutent la radio dans leur voiture
- Des logos de stations incorrects fournis par des tiers pourraient être affichés
- Un tiers pourrait potentiellement monétiser l'espace dans le tableau de bord
- Les auditeurs pourraient préférer les services de musique en streaming, dans lesquels il est facile d'obtenir des informations telles que le nom d'un artiste ou le titre d'une chanson

Les PAD et métadonnées enrichissent l'expérience utilisateur. Plus il y a de récepteurs dotés d'écrans couleur, plus elles gagnent en importance. En tant que part essentielle du « produit radio », elles doivent être planifiées en même temps que les autres systèmes et fonctionnalités. En effet, tout comme les émetteurs, les PAD et métadonnées nécessitent de longs délais de développement et d'intégration, en l'occurrence dans les systèmes de diffusion des contenus. Il s'agit souvent d'une étape de diffusion supplémentaire, qui demande un certain effort de mise en place et de maintenance. L'idéal serait de l'intégrer à la diffusion en streaming afin d'éviter la duplication des ressources.

9.4. Analyse de données

L'analyse de données consiste à collecter des informations sur le comportement des auditeurs, comme le temps passé à écouter différents services de radio et les réactions au contenu fourni

⁵³ Voir <https://www.worlddab.org/automotive/user-experience-guidelines>

par ces services. Ces informations peuvent permettre aux radiodiffuseurs de mieux comprendre les préférences de leur public, de cibler de nouveaux types de contenus et de faire de la publicité ciblée.

Si la diffusion DAB+ actuelle ne fournit pas directement d'analyse de données, l'utilisation de la radio hybride, dont le récepteur est doté d'une connexion à internet, peut fournir des informations analytiques. Actuellement, l'organisation RadioDNS ainsi que plusieurs sociétés commerciales, développent activement ces capacités de manière similaire aux analyses de données possibles pour les services audio en streaming.

9.5. Fourniture de récepteurs

9.5.1. Récepteurs pour domiciles et véhicules non équipés

Il existe une très grande variété de récepteurs radio DAB+ pour tous les types d'environnements et d'usages. Il s'agit notamment des radios domestiques, qui peuvent être des radios de cuisine, des radios étanches pour les salles de bains, des radios-réveils pour les chambres à coucher et des radios Hi-Fi pour les pièces de vie.

Les radios portables sont également très répandues et peuvent être alimentées par le réseau électrique ou par des piles, souvent rechargeables, pour être utilisées aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il existe aussi des modèles de poche, compacts et idéaux pour les déplacements, l'exercice sportif ou le travail.



Figure 9-4 : Exemples de récepteurs domestiques⁵⁴

⁵⁴ Images fournies par Bush (en haut à gauche), Telestar (en haut à droite), Sangean (en bas à droite) et Tivoli (en bas à gauche)

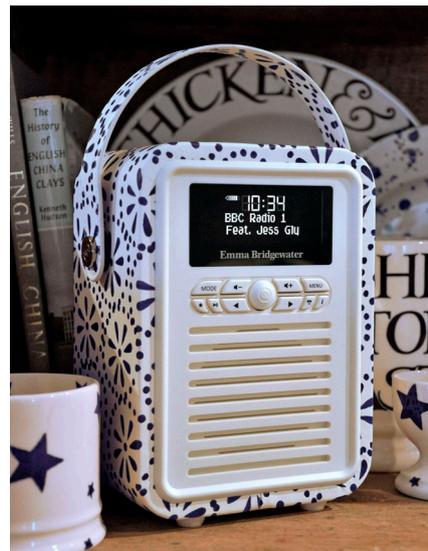


Figure 9-5 : Exemples de récepteurs portables⁵⁵

⁵⁵ Images fournies par Roberts (en haut à gauche) et View Quest (en haut à droite, et en bas)



Figure 9-6 : Exemples de récepteurs portables de poche⁵⁶

Bien que des efforts considérables aient été déployés pour veiller à ce que les nouvelles voitures soient dotées de récepteurs DAB+, de nombreux véhicules non équipés sont encore en circulation. Pour équiper ces voitures du DAB+, des sociétés telles que Sony, JVCKenwood, Pioneer et d'autres ont développé une gamme de produits spécifiques.⁵⁷



Figure 9-7 : Exemples de récepteurs pour véhicules non équipés⁵⁸

⁵⁶ Images fournies par Sangean (gauche) et View Quest (droite)

⁵⁷ Pour plus d'informations sur les développeurs de produits pour les environnements non préalablement équipés, voir le site web de WorldDAB : www.worlddab.org

⁵⁸ Images fournies par JVCKenwood (en haut à gauche), Alpine (en haut à droite) et Pure (en bas)

Le groupe de travail « Aftermarket Devices », créé par WorldDAB, se consacre à l'amélioration des performances des récepteurs de radio numérique dans les véhicules. Il se focalise principalement sur l'amélioration des performances et des antennes, les conseils en matière d'installation, le marketing ainsi que tous les autres domaines permettant de garantir que les dispositifs à rajouter dans les véhicules offrent au conducteur la meilleure expérience d'écoute possible de la radio numérique.

9.5.2. Considérations relatives à la chaîne logistique

Le schéma de la Figure 9-8 présente une chaîne logistique typique pour les récepteurs, qu'il s'agisse de produits domestiques et portables, ou de récepteurs DAB+ conçus pour les véhicules non préalablement équipés. Il permet d'identifier les complexités du circuit d'approvisionnement et le nombre d'acteurs impliqués.

Le processus de développement et de production commence avec le respect des normes relatives aux récepteurs, telles que la TS 103 461 qui précise les exigences minimales en matière de récepteurs [5].

Les fabricants de dispositifs récepteurs déterminent les caractéristiques techniques des produits sur base de leurs fonctionnalités et de leur prix cible. La plupart des récepteurs domestiques sont basés sur des modules DAB+ avec ou sans cartes mères et fonctionnalités supplémentaires (la connectivité Wi-Fi peut être une fonctionnalité supplémentaire). La plupart des produits sont conçus par les sociétés mères en Europe et au Japon, et fabriqués en Chine. Les produits sont ensuite distribués à l'échelle internationale dans des entrepôts pour être livrés aux détaillants.

Souvent, les radiodiffuseurs et détaillants collaborent lors des lancements DAB+, en proposant des offres et prix spéciaux pour maximiser le nombre d'auditeurs. Cette collaboration prend généralement la forme de campagnes marketing conjointes et peut se poursuivre pendant plusieurs années.

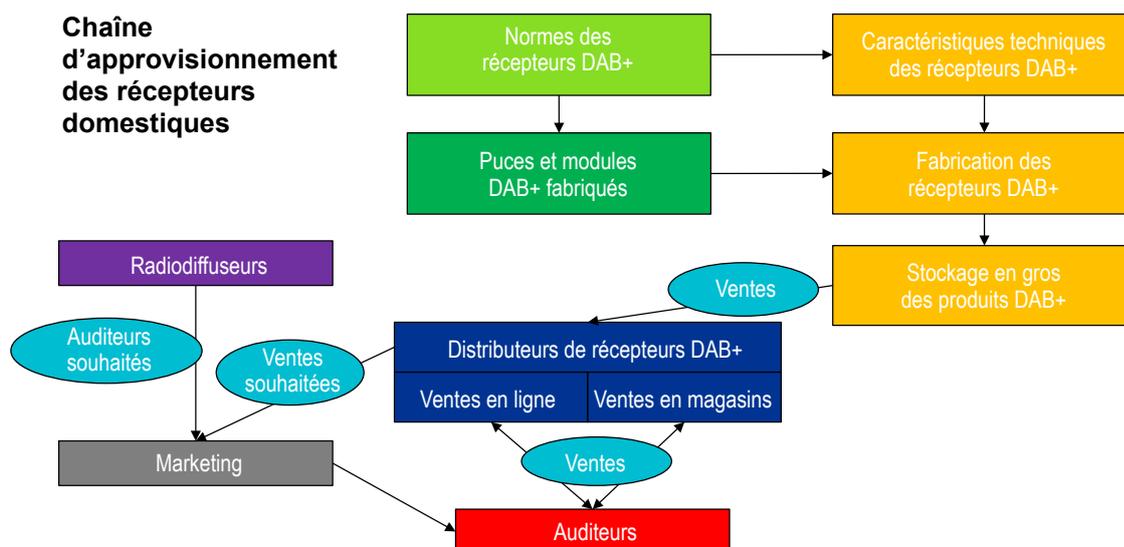


Figure 9-8 : Chaîne d'approvisionnement des dispositifs pour les domiciles et les véhicules non équipés de récepteurs DAB+

9.5.3. Récepteurs de première monte pour véhicules

Aujourd'hui, la quasi-totalité des marques automobiles proposent le DAB+. La question des récepteurs montés en usine est un sujet sensible. L'industrie de la radiodiffusion doit collaborer avec l'industrie automobile au plus tôt pour s'assurer que les nouvelles voitures soient équipées de récepteurs DAB+, de préférence en série. Dans la mesure du possible, les voitures neuves devraient même être équipées de récepteurs plusieurs années avant le lancement effectif du DAB+, afin de disposer d'une base d'auditeurs solide au moment du lancement.

Lors du lancement, la plupart des voitures ne seront pas équipées du DAB, d'où l'importance d'établir des circuits d'approvisionnement de récepteurs pour les véhicules non préalablement équipés, tout comme pour les récepteurs domestiques. En outre, il a été démontré dans plusieurs pays, par exemple en Norvège, au Royaume-Uni et en Suisse, que le fait d'offrir aux distributeurs de produits automobiles une formation à l'installation améliorerait considérablement la qualité des installations. Il est essentiel que l'antenne à installer sur le véhicule non équipé soit correctement positionnée pour garantir une bonne réception, et que le câblage soit conçu pour ne pas nuire à l'esthétique du tableau de bord.

Le Groupe de Travail Automobile de WorldDAB permet aux constructeurs automobiles de collaborer avec les développeurs de radios DAB+ via un forum, afin de garantir que l'équipement soit installé à un endroit approprié du tableau de bord, et de fournir des conseils sur les différentes fonctionnalités, l'expérience utilisateur et les performances du dispositif.



Figure 9-9 : Exemple d'affichage sur le tableau de bord d'un véhicule équipé d'une radio DAB+⁵⁹

⁵⁹ Image fournie par P4 Norway



Constructeurs et marques automobiles
proposant des récepteurs DAB+ montés en usine⁶⁰

9.6. Campagne marketing pour le lancement du DAB+

9.6.1. Rôle du marketing

Le marketing est un élément souvent sous-estimé mais pourtant essentiel. Il participe activement à la réussite du lancement du DAB+ et à l'augmentation continue du nombre d'auditeurs.

La campagne de lancement doit découler d'une initiative interprofessionnelle, afin de soutenir tous les secteurs de l'industrie. Elle a pour but d'informer les auditeurs, de les encourager à acheter un récepteur, et de les inciter à écouter la radio DAB+. De préférence, elle doit être diffusée sur tous les supports : télévision, web, panneaux d'affichage, abribus, taxis, et bien entendu, radio.

Le marketing est souvent coordonné par un comité marketing interprofessionnel. Il s'agit d'un bon exemple des « 5C » développés au §6.5, où toute l'industrie de la radio travaille de concert pour élargir l'audience. Dans un premier temps, le marketing est d'abord axé sur l'information des auditeurs, pour leur montrer ce que le DAB+ peut leur apporter, notamment en termes de contenus, de couverture et de fonctionnalités. Il les encourage également à investir dans un récepteur. Si la campagne est souvent lancée par les radiodiffuseurs, tous ont un rôle à jouer : les détaillants de récepteurs, l'industrie automobile et les pouvoirs publics.

Le comité marketing joue un rôle essentiel, tant lors du lancement initial dans le pays que lors de l'expansion dans de nouvelles régions. Il est généralement composé comme suit : plusieurs employés à temps plein gèrent les activités, et sont dirigés par un comité de pilotage composé de plusieurs PDG (radiodiffuseurs publics et commerciaux), et éventuellement de représentants du gouvernement, si ce dernier apporte un soutien financier aux activités de marketing, comme nous l'avons vu en France. Le comité de pilotage sollicite également d'autres parties prenantes, telles que

⁶⁰ Source : Commercial Radio & Audio

les fabricants, les détaillants et l'industrie automobile, pour fixer les objectifs qui permettront aux campagnes de lancement d'avoir un impact suffisamment large.

Le marketing joue un rôle dans le succès à long terme du DAB+. Nous nous concentrerons ici sur les campagnes de lancement dans les pays, se limitant souvent aux villes et régions les plus peuplées, ainsi que sur le lancement dans de nouvelles zones. Les marchés établis profitent également de campagnes marketing continues, comme indiqué dans §10.4.

9.6.2. Conception de la campagne marketing

Le plus souvent, les campagnes de lancement sont coordonnées par un comité marketing inter-professionnel qui comprend toutes les parties prenantes – représentants des radiodiffuseurs commerciaux, publics et communautaires, ainsi que des représentants du commerce de détail et de l'industrie automobile.

Les campagnes de lancement sont généralement conçues par des professionnels du marketing et doivent couvrir un large éventail de sujets, tels que :

- Pourquoi écouter le DAB+ ? Quels sont les bénéfices pour les auditeurs ?
- Où se procurer un récepteur ? Cela s'accompagne souvent d'une page web répertoriant les magasins situés dans la zone géographique des auditeurs.
- Quels sont les types de récepteurs disponibles ?
- Qu'implique le DAB pour les conducteurs et leurs passagers ?

Sous la direction du comité de pilotage, le comité marketing s'assure que le plan d'approche, les objectifs, les indicateurs clés de performance (KPI) et la gestion des diverses parties prenantes fassent l'objet d'un suivi et d'un encadrement.

Il est préférable que les campagnes soient diffusées sur un ensemble de plateformes, notamment :

- La radio (AM / FM / DAB+ / streaming) – le marketing peut être inclus dans la programmation des radiodiffuseurs, la promotion croisée des services de diffusion en simultané et l'annonce de nouveaux services.
- Les réseaux sociaux – supports publicitaires puissants, qui peuvent être utilisés par les radiodiffuseurs pour envoyer des notifications aux auditeurs qui s'abonnent à leurs services ou les suivent.
- La télévision et le streaming vidéo – peuvent inclure des campagnes de marketing vidéo et capitaliser sur le visuel.
- À l'extérieur – nombreux supports à exploiter, tels que les panneaux d'affichage, les abribus, les trains, les taxis, etc.
- Dans certains cas, les campagnes peuvent inclure des activités permettant d'engager la discussion avec de potentiels auditeurs, telles que des stands dans les centres commerciaux (présentation des récepteurs au public) ou des concours (radios à gagner).

Toutes les campagnes sont dotées d'un budget et d'un objectif spécifiques. Le choix des plateformes de diffusion doit donc être soigneusement étudié pour garantir le meilleur résultat possible au regard des dépenses effectuées.

De plus, il est important de pouvoir mesurer la réponse à la campagne marketing. Par exemple, en Autriche, une campagne a pu être évaluée à l'aide des outils de suivi proposés par Instagram et Facebook, comme le montre la Figure 9-11. Les résultats indiquent que la campagne a permis une augmentation de 111 % des ventes de récepteurs DAB+ sur un an.

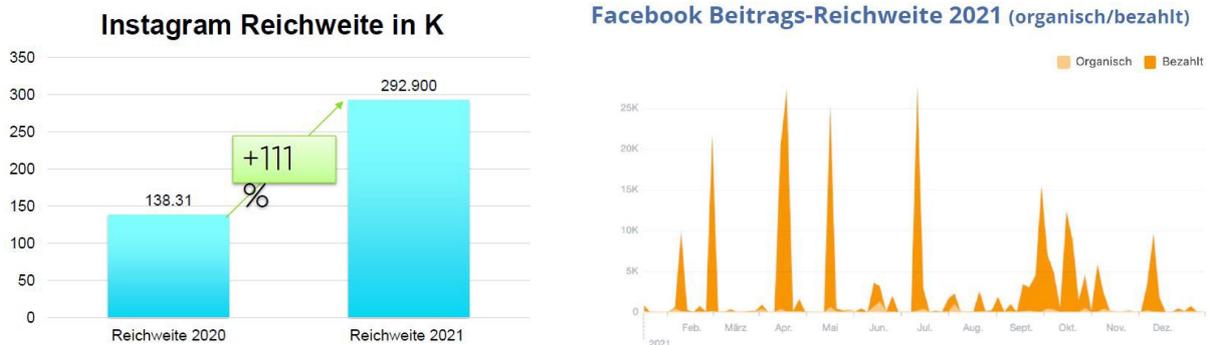


Figure 9-11 : Suivi de la campagne ⁶¹

9.6.3. Outils et accompagnement marketing de WorldDAB

WorldDAB met un ensemble d'outils marketing gratuits à disposition pour garantir la cohérence graphique du style et des logos utilisés à l'international.

- Le kit de branding et le logo DAB+ peuvent être utilisés gratuitement par les acteurs du secteur ; voir <https://www.worlddab.org/resources/logo>
- Les fiches d'informations peuvent être utiles tant aux parties prenantes qu'aux auditeurs : <https://www.worlddab.org/resources/factsheets-reports>
- Un extrait de la charte graphique de WorldDAB est présenté à la Figure 9-12.



Les outils marketing proposés comprennent également des éléments de conception et des stratégies pour :

- les spots radio
- la distribution en ligne : www.dabplus.de, réseaux sociaux, bannières, etc.
- la conception hors antenne, avec les points de vente et salons professionnels

L'équipe marketing de WorldDAB organise régulièrement des activités et se réunit environ trois fois par an. Les membres peuvent ainsi observer les actions menées par chaque pays pour la promotion du DAB+. L'équipe marketing :

- comprend des spécialistes du marketing de plusieurs pays
- fournit des exemples de bonnes pratiques marketing pour la promotion du DAB+ à l'aide de rapports provenant de nombreux pays
- il n'est PAS nécessaire d'être membre de WorldDAB pour faire partie de son comité marketing

⁶¹ Source : Réunion de l'équipe marketing de WorldDAB, février 2022 – présentation de l'Autriche



Caractéristiques

Les caractéristiques visuelles principales sont le logo, le coloris avec un dégradé allant du cyan au vert, les polices d'écritures d'entreprise Confortaa et Open Sans, et le quadrilatère DAB+ avec un côté biseauté, qui constituent les idées de design générales pour l'ensemble des médias.

La composante principale du logo est cette iconographie d'une radio avec son antenne de réception.

Elle a été légèrement simplifiée, donnant ainsi au logo un aspect compact et contemporain. L'inclinaison de l'antenne est reprise par le quadrilatère DAB+, avec le dégradé de couleurs DAB+.

Les éléments graphiques peuvent être utilisés avec souplesse.

Figure 9-12 : Charte graphique internationale de WorldDAB

9.6.4. Exemples de campagnes

En France, plusieurs campagnes de lancement sont en cours. La Figure 9-13 est issue d'une campagne visant à informer les auditeurs de la couverture radio le long de l'itinéraire Paris-Nice, en mettant l'accent sur l'écoute du DAB+ en voiture durant les déplacements, et sur son expansion dans la région de la Côte d'Azur.

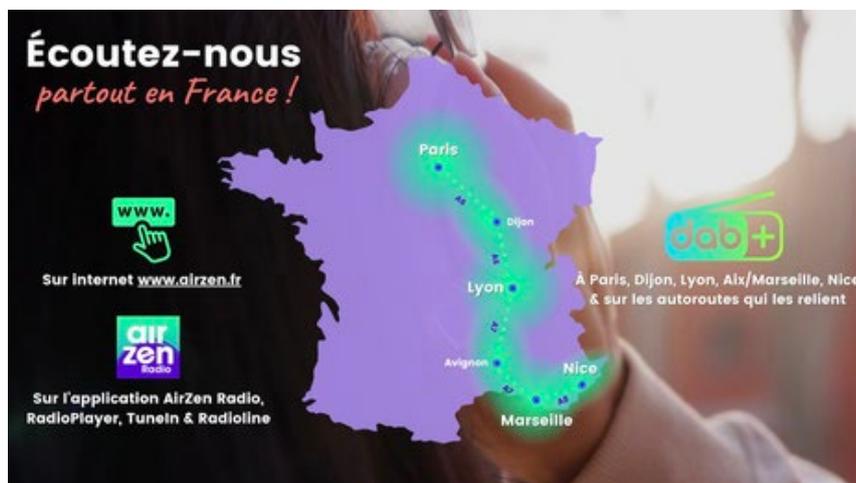


Figure 9-13 : Exemple de visuel d'une campagne de lancement marketing⁶²

En septembre 2022, la station DAB+ DanceOne a étendu sa couverture de Paris à Marseille et Nice avec une campagne qui a débuté le 8 septembre. Il s'agit de la 20ème station de radio du bouquet audio numérique de La Maison FG, qui exploite également trois autres stations autorisées à émettre en DAB+ : Radio FG et FG Chic (avec des programmes lounge et nu-disco ainsi que

⁶² Source : <https://www.dabplus.fr/2022-04-07-airzen-radio-poursuit-son-developpement-en-dab-sur-la-cote-d-azur/>

Maxximum (axée sur la techno et la découverte). Radio FG est disponible dans [plusieurs villes](#) de France, alors que FG Chic et Maxximum ne sont diffusées en DAB+ que dans [la région parisienne](#).



Figure 9-14 : Campagne de lancement pour l'expansion de DanceOne dans de nouvelles régions⁶³

Un autre exemple de campagne peut être observé avec l'expansion de la couverture en République tchèque, comme le montre la Figure 9-15. Dans ce cas, la promotion porte essentiellement sur l'expansion des services commerciaux DAB+ dans de nouvelles zones. Le visuel présenté provient du site web de la Radio tchèque, et illustre une autre façon de mettre avant le DAB+. Ces actualités sont reprises par les réseaux sociaux, les services d'informations radiophoniques et la presse, en République tchèque et au-delà.

The decisive period for the development of DAB+ in the Czech Republic is to be next year, commercial radios need regionalization

© September 22, 2022



The coverage of the ĀRo DAB+ multiplex will be expanded by nine new transmitters this year | photo: Āeské Radiokomunikace

Figure 9-15 : Expansion du DAB+ en République tchèque⁶⁴

⁶³ Source : <https://www.dabplus.fr/2022/09/08/danceone-la-nouvelle-radio-de-la-maison-fg-d%C3%A9marre-en-dab/>

⁶⁴ Source : <https://digital.rozhlas.cz/rozhodujcim-obdobim-pro-rozvoj-dab-v-cesku-ma-byt-pristi-rok-komerčni-radia-8832429>

10. Exploitation

10.1. Exploitation et maintenance du système

La radio est un système dans lequel la distribution des services est souvent assurée 24h/24 et 7j/7. De ce fait, une surveillance constante est nécessaire pour s'assurer qu'en cas de défaillance, le système redondant puisse prendre le relais jusqu'à ce que le système défaillant soit rétabli.

L'exploitation des systèmes est généralement assurée par un centre d'exploitation du réseau (NOC) fonctionnant 24h/24 et 7j/7, qu'il s'agisse d'un fournisseur interne ou externe sous contrat. Il est également souvent associé à un contrat de service, avec un accord spécifiant le niveau de service (SLA) défini pour surveiller l'état de l'équipement et corriger les défaillances lorsqu'elles surviennent dans le cadre de paramètres convenus. De nouvelles techniques sont utilisées pour prévoir et prévenir les défaillances du système, comme les systèmes d'apprentissage automatique (« machine learning ») ou d'Intelligence Artificielle, qui peuvent prédire la probabilité d'une défaillance, par exemple pour un module d'amplification de puissance d'un émetteur ou pour un routeur de réseau IP.

Les activités d'exploitation et de maintenance doivent être adaptées au fur et à mesure que les réseaux DAB+ se développent ; elles doivent être intégrées au programme global des travaux pour être pleinement opérationnelles dès leur mise en service.



Figure 10-1 : Un centre moderne d'exploitation du réseau⁶⁵

À mesure que les normes évoluent et que de nouvelles fonctionnalités apparaissent, celles-ci doivent également être intégrées et testées. Cela peut aussi faire partie des responsabilités du NOC, par exemple la mise à jour des informations de liaisons de services lorsqu'une nouvelle zone commence à transmettre, ou le contrôle de l'Alarme ou de l'Alerte d'Urgence. Toutes les annonces, à l'exception de l'Alarme, doivent être contrôlées par le radiodiffuseur. Il peut, par exemple, choisir de diffuser des infos trafic toutes les quinze minutes durant les heures de pointe. Cependant, l'opérateur peut avoir la responsabilité de s'assurer que l'annonce soit correctement mise en place.

⁶⁵ Source : <https://www.saravalindustries.com/network-operations-centers-faq/>

L'Alarme est susceptible d'être reliée à d'autres systèmes d'Alerte d'Urgence pour garantir une approche multi-plateformes : radio, télévision, smartphones (alertes SMS), etc... Le NOC est chargé de veiller à ce que la connectivité et la configuration soient correctes pour permettre un fonctionnement en continu.

Dans la plupart des cas, le système est régulièrement testé pour s'assurer que tout fonctionne correctement, notamment le basculement de la redondance de l'émetteur, le fonctionnement du générateur sur site et celui du dispositif de liaison de service.

10.2. Production de contenus

La production de nouveaux contenus est un processus continu, car les attentes des auditeurs ne cessent d'évoluer. Nouvelles musiques, nouvelle audience : la jeune génération remplace l'ancienne et développe ses propres goûts. L'intérêt pour les informations et les actualités dépend, quant à lui, de la situation politique et des événements. Il est donc nécessaire d'offrir de nouveaux services pour maintenir un contenu radio « frais » et attrayant. Les radiodiffuseurs doivent continuellement se réinventer.

Les capacités du DAB+ évoluent constamment pour répondre aux demandes du public et des radiodiffuseurs. Bientôt, des fonctions telles que des liens vers des podcasts ou l'audio à la demande apparaîtront, fournies par les radiodiffuseurs pour fidéliser l'audience

10.3. Expansion de la couverture

Le déploiement du DAB+ dans un pays s'effectue généralement par phases (voir la Figure 7-3 sur les différentes phases en Tunisie). Le lancement initial se concentrera souvent sur les principaux centres de population et les capitales, au niveau national (État) et intérieur (provinces). Le déploiement initial, tel que décrit au §9, permettra aux différents acteurs du secteur d'enrichir leurs connaissances de l'industrie, et les placera dans une bonne position pour évaluer le succès du processus, et, si nécessaire, ajuster les plans d'expansion. Cela s'applique à toutes les activités, de la planification technique et la conception détaillée des futures zones de couverture, aux aspects opérationnels et aux coûts globaux (dépenses d'investissement et d'exploitation).

10.3.1. Correction des zones de faible couverture

Après le déploiement initial, il convient de mesurer le niveau de couverture. Parfois, il arrive que ce dernier soit en-deçà des attentes dans certaines zones. Ces résultats peuvent s'expliquer par des spécificités des encombrements générant des échos parasites et du terrain qui n'ont pas été détectées dès le départ. Afin d'avoir une meilleure compréhension de la couverture réelle fournie, il est utile de procéder à des enquêtes sur le terrain, et de recueillir les retours des auditeurs.

Une fois que les détails des zones non ou peu couvertes sont connus, une couverture supplémentaire peut être planifiée, par la mise en place d'émetteurs répéteurs formant un réseau SFN avec la transmission principale.

Ce cas de figure a pu être observé au sud-ouest de Sydney, en Australie. Le déploiement initial était programmé autour de sites principaux de grande puissance, le plus souvent dotés d'une P.A.R. de 50 kW.⁶⁶ Les essais entrepris à Sydney ont fourni des données de mesure pour l'ajustement du modèle de couverture.

⁶⁶ Le site principal de Sydney à Artarmon a une P.A.R. de 45 kW

Cependant, comme l'essai était de faible puissance, avec une antenne moins haute, et à un endroit différent du site prévu, sa couverture n'a pas pu atteindre la région de Campbelltown, située à 45 km au sud-ouest. Les mesures ont révélé que la zone de Campbelltown et la banlieue en expansion de Camden avaient une mauvaise couverture et nécessitaient un autre répéteur pour combler le manque. Un répéteur avec une P.A.R. de 500 W a ensuite été déployé sur le site de Gregory Hills pour améliorer la couverture (voir Figure 10-2). À Sydney, en raison de l'étendue de la zone de couverture (85 km du nord au sud, et 60 km de l'est à l'ouest), six répéteurs au total ont été déployés pour couvrir une série de zones mal desservies sur une période de dix ans.

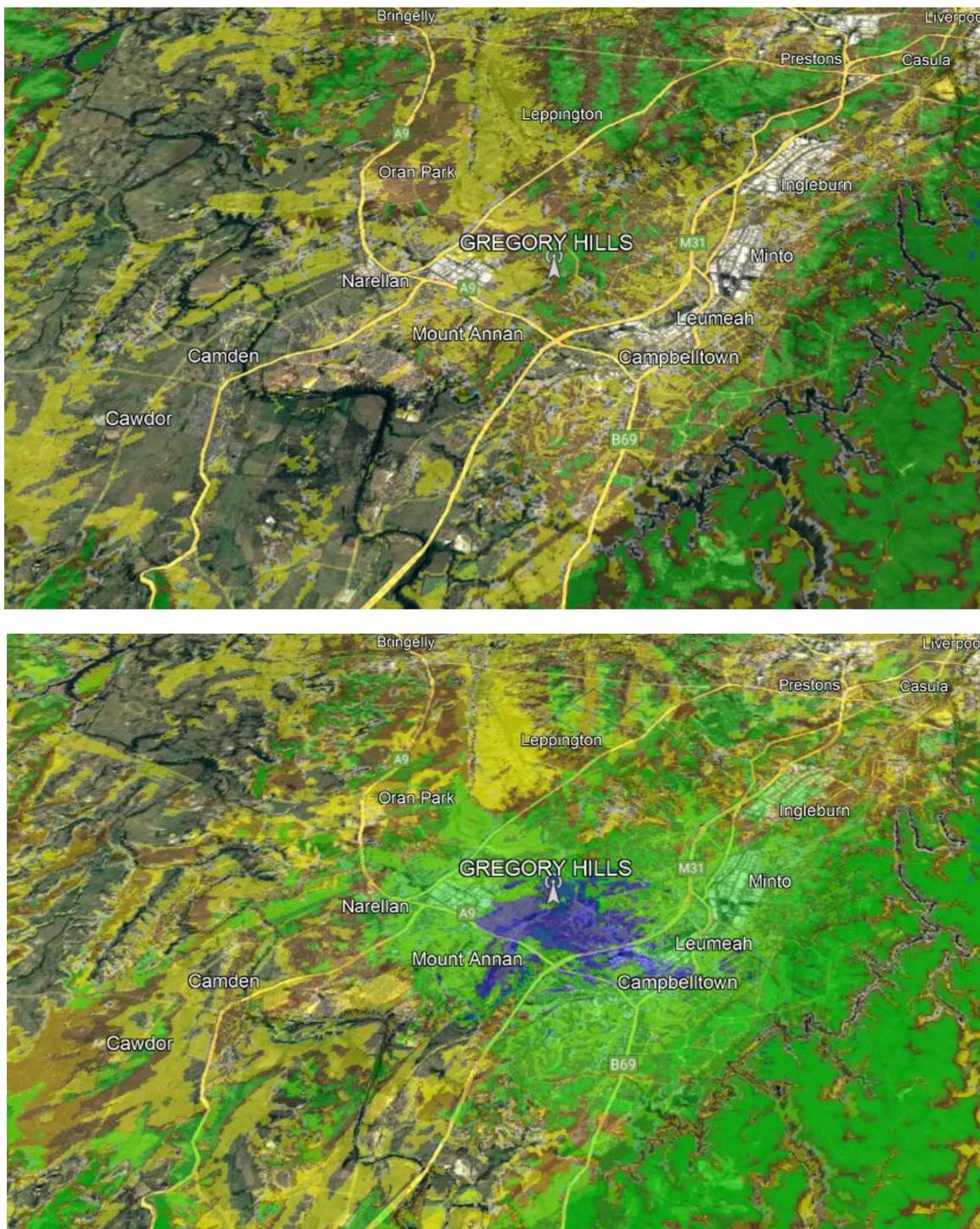


Figure 10-2 : Couverture des régions de Campbelltown et de Camden : sans le répéteur de Gregory Hills (en haut), et avec le répéteur (en bas)

10.3.2. Ajout de nouvelles zones de couverture

En général, l’extension de la couverture à de nouvelles zones est planifiée sur plusieurs années, afin de répartir la charge des coûts d’investissement. Le déploiement se concentre souvent sur les couches nationales et locales, étendues simultanément, et éventuellement dans des zones différentes.

Le Royaume-Uni, qui a défini des couches nationales et régionales depuis de nombreuses années, constitue un parfait exemple d’expansion continue des services. Toutefois, il subsistait jusqu’alors un besoin en services DAB+ supplémentaires, en particulier pour les radiodiffuseurs communautaires locaux. Leur problème était double ; premièrement, leur zone de couverture était souvent plus petite que la couverture d’émission du fournisseur de distribution, et deuxièmement, leur budget était faible, et souvent géré par des sympathisants locaux et des subventions gouvernementales, de sorte qu’ils n’étaient pas en mesure de payer les prix demandés par les fournisseurs de distribution. Le small-scale DAB (SS-DAB) est apparu comme étant la solution la plus adaptée. Les systèmes de multiplexage et d’encodage sont basés sur des logiciels open source utilisant du matériel de radio logicielle, et où les systèmes de transmission sont à faible consommation d’énergie, par exemple 100-200 W de P.A.R. sans redondance. Cette technique, développée au §8.2.3, a permis de mettre en place des systèmes plus abordables. L’Ofcom britannique a ensuite élaboré un plan de déploiement progressif des systèmes SS-DAB à travers le Royaume-Uni, comme illustré à la Figure 8-33. Actuellement, le programme se concentre sur les zones de l’étape 4.

En France, la stratégie de déploiement complémentaire est basée sur une autre approche. Le déploiement initial s’était d’abord focalisé sur les autoroutes et les émissions locales. Les premières zones locales lancées en 2014 étaient Paris, Marseille et Nice, et ne comprenaient que des radiodiffuseurs locaux. En 2017, le « plan des nœuds et des arcs » a été formulé par le Conseil Supérieur de l’Audiovisuel (CSA). Il mettait l’accent sur les principaux axes routiers, par exemple l’autoroute nord-sud de Paris à Marseille en passant par Lyon. En janvier 2020, le CSA a publié une feuille de route⁶⁷ concernant les appels à candidatures pour les allotissements locaux (période 2020 à 2023). Les zones initiales ont été allouées en 2020, et comprenaient les diffuseurs locaux des régions de Dijon, Lyon, Marseille et Rennes. Le statut des différentes zones à la fin 2020 est illustré à la Figure 10-3. En 2021, deux multiplex nationaux ont été annoncés, leur déploiement étant entrepris parallèlement aux allotissements DAB+ locaux.

Ces exemples nous montrent que le DAB+ peut être déployé de plusieurs manières, les pays adoptant chacun une stratégie conforme à leurs besoins.

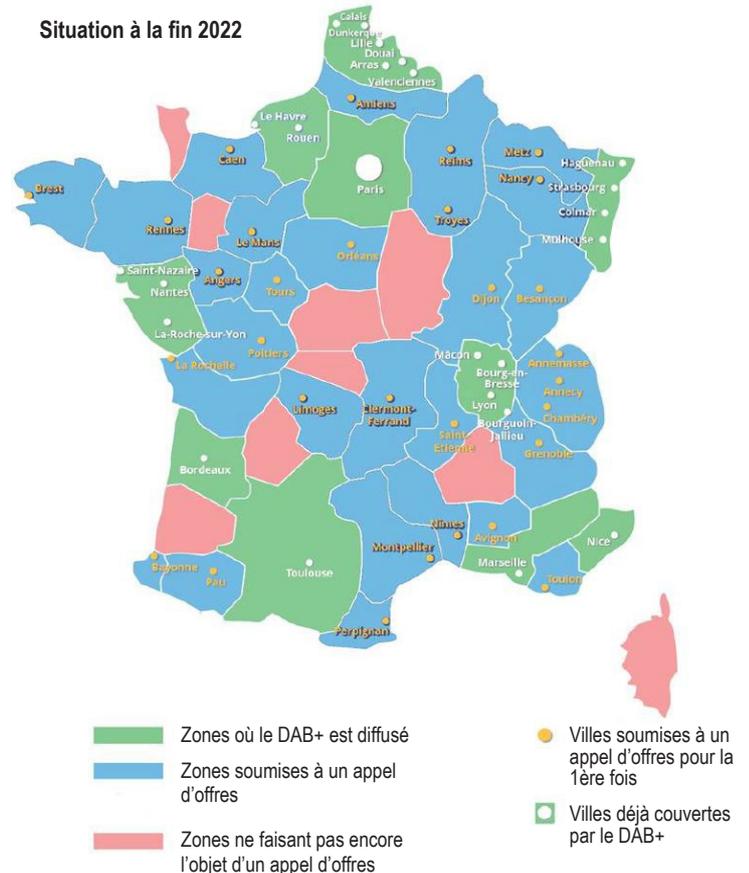


Figure 10-3 : Progression du déploiement du DAB+ en France à la fin de l’année 2020⁶⁸

⁶⁷ Feuille de route 2020 – de la poursuite du déploiement du DAB+, csa_roadmap-2020.pdf

⁶⁸ Source : TDF presentation, [DAB in France - TDF - June 2021 - Final.pdf](#)

10.4. Campagnes marketing sur la durée

En général, le lancement initial du DAB+ se limite aux villes et aux zones les plus peuplées. Par la suite, le dispositif peut progressivement être étendu à de nouvelles zones. Chaque zone bénéficie de son propre lancement, et une expansion des services est souvent constatée dans des régions déjà établies.

Pour garantir une augmentation continue du nombre d'auditeurs, des campagnes marketing régulières sont nécessaires pour les encourager à adopter le DAB+, notamment en faisant la promotion des nombreux avantages de ce système. Le plus souvent, ces campagnes sont menées pendant les périodes propices aux cadeaux (ex : Noël) et peuvent également être associées à l'arrivée de nouveaux services.

La plupart des pays collaborent avec des agences de publicité pour l'élaboration de leurs campagnes. Certains pays travaillent avec une équipe marketing composée d'employés créatifs issus de la radiodiffusion publique et/ou commerciale.

Aux Pays-Bas, plus de 60 stations ont participé à la campagne. Les DJ et présentateurs radio les plus célèbres ont été nommés ambassadeurs DAB+, et ont convaincu de nombreux auditeurs de faire la transition.



Figure 10-4 : Des DJ et présentateurs radio populaires deviennent ambassadeurs du DAB+ aux Pays-Bas⁶⁹

L'Autriche a, quant à elle, élaboré un plan de campagne marketing d'un an, comme l'illustre la Figure 10-5. La campagne se déroule sur 11 des 12 mois de l'année, et propose un thème différent pour chaque mois (« journée mondiale de la radio » en février, « rentrée des classes » en septembre, etc.). Chaque mois met également en avant des récepteurs radio différents.

⁶⁹ Source : présentation marketing du DAB+ pour l'Indonésie par Jacqueline Bierhorst, mai 2022

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Kampagne	Wellness @ Home	World Radio Day	Eastern		DIY	On the bike	Fresh Kick	Back to School			Black Friday	Merry Christmas
Radio	TechniSat Digitradio 370 CD BT	Technisat, pure Digitradio 3, Viola 2C	TechniSat, pure Techniradio RDR, Pure StreamR Splash		TechniSat Digitradio 2300D	TechniSat Digitradio Bike 1	Pure StreamR	TechniSat Technifant			TechniSat, pure, Dual	Noch offen
Reich	108.000	70.000	122.000		30.000	120.000	90.000	110.000			200.000	50.000
Cost	€ 2.000	€ 700	€ 2.500		€ 2.000	€ 3.000	€ 2.000	€ 2.500			€ 3.000	€ 2.000
Status	Abgeschlossen	Abgeschlossen	Abgeschlossen		Abgeschlossen	Abgeschlossen	Abgeschlossen	Verschoben			Abgeschlossen	Abgeschlossen

Figure 10-5 : Plan de campagne autrichien pour 2022⁷⁰

Dans le cadre d'une campagne marketing pour la promotion du DAB+, la création d'un site internet peut s'avérer très utile. Ce dernier permet de fournir aux auditeurs un grand nombre d'informations : disponibilité des récepteurs, zones éligibles, informations sur les récepteurs automobiles (montés en usine ou non), statistiques sur l'adoption du DAB, telles que le nombre d'auditeurs, la croissance, ou le pourcentage de voitures neuves équipées du dispositif. Le site web dédié au DAB+ en Allemagne en est un bon exemple, comme illustré à la Figure 10-6.

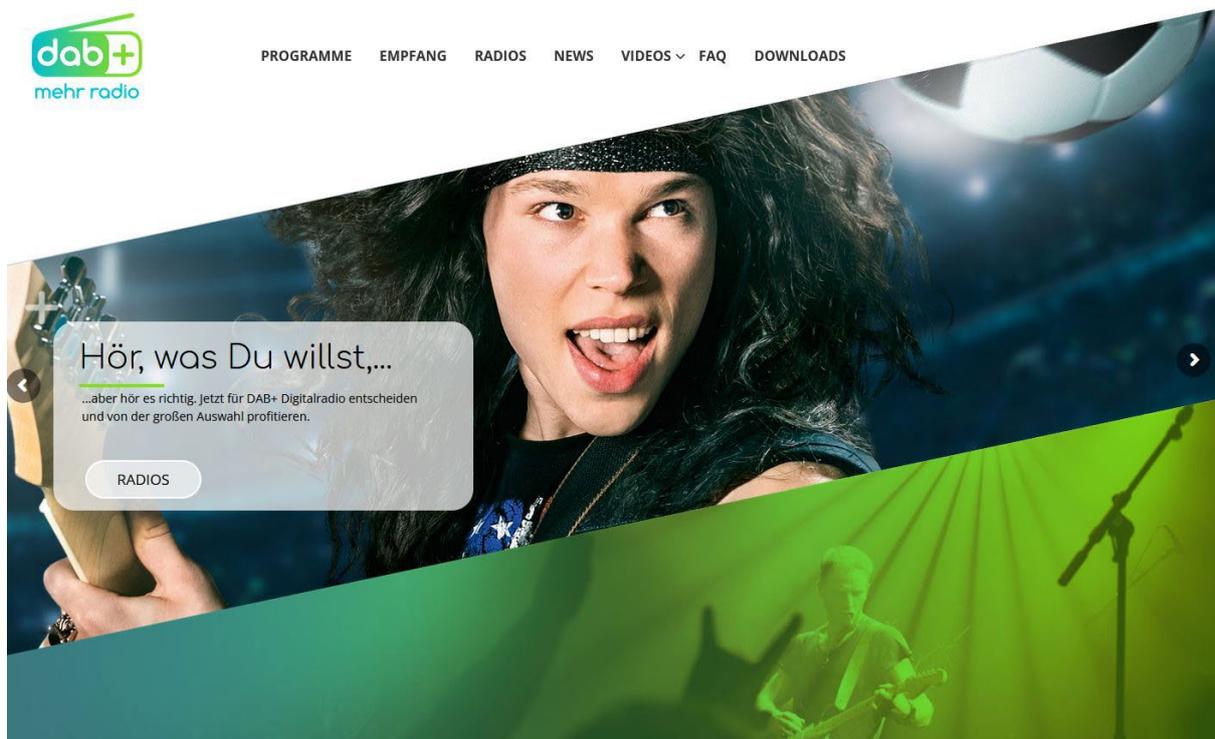


Figure 10-6 : Le site web DAB+ allemand⁷¹

⁷⁰ Source : Réunion de l'équipe marketing de WorldDAB, février 2022 – Présentation autrichienne

⁷¹ Voir <https://www.dabplus.de/>

10.5. Communication entre les différents secteurs

Comme cela a été démontré à maintes reprises, la communication, la coopération et l'engagement des parties prenantes forment la clé du succès du déploiement du DAB+. Ce n'est que lorsque toutes les parties prenantes adopteront une attitude volontaire et optimiste que le DAB+ pourra être conçu, autorisé, mis en place, et qu'il produira des effets bénéfiques pour tous. Les différents acteurs sont les suivants :

- producteurs de contenus / radiodiffuseurs
- autorités de régulation et gouvernement
- constructeurs, opérateurs et services de maintenance du réseau
- fournisseurs d'équipements d'infrastructure
- fournisseurs de récepteurs au détail (domestiques et automobiles)

Les parties prenantes disposent souvent d'un organe représentatif qui facilite les discussions, comme Digital Radio UK au Royaume-Uni ou DigiMig en Suisse.

La communication entre les radiodiffuseurs et le régulateur est souvent un aspect critique. Les radiodiffuseurs peuvent être issus de plusieurs secteurs : service public (ex : BBC), radio commerciale (ex : Bauer), ou radio communautaire. Pour cette dernière, il s'agit souvent d'opérateurs commerciaux de plus petite taille, ou de radiodiffuseurs parrainés par la communauté, selon le pays. Chaque secteur a ses propres désirs et contraintes financières ; cependant, en général, tous doivent travailler ensemble pour développer et exploiter des systèmes DAB rentables. Il s'agit d'une tâche difficile qui exige à tous de faire des compromis. Le régulateur peut les y encourager par plusieurs moyens : octroi de licences (ex : gratuité du spectre pour les opérateurs AM et FM existants en Australie), périodes de non-concurrence, réductions sur les redevances des services analogiques existants.

Lorsque les systèmes sont mis en œuvre par le biais de joint-ventures, il y a également lieu de prévoir des redevances raisonnables pour l'accès aux capacités du DAB+. En Australie, cet accès est réglementé par la Commission australienne de la concurrence et de la consommation (ACCC), via une formule spécifique qui permet à la joint-venture ⁷² de réaliser des bénéfices, mais qui contrôle également le coût de l'accès afin de garantir l'équité, en particulier pour les petits radiodiffuseurs communautaires.

⁷² L'approche réglementaire de l'Australie exige le recours à des joint-ventures lorsqu'un multiplex a minimum deux propriétaires différents.

11. Arrêt du réseau analogique

L'arrêt des services analogiques est un événement majeur du processus d'adoption du DAB+. Il s'agit d'une étape significative, qui permet aux radiodiffuseurs de récolter les avantages financiers des transmissions exclusivement numériques.

11.1. Avantages et obstacles

La Norvège a définitivement fermé son réseau analogique. La Suisse en est au stade final de la planification et devrait achever l'ASO d'ici 2024. D'autres pays y réfléchissent sérieusement.

L'ASO permet de minimiser le TCO du réseau de transmission. De nombreuses études montrent que le coût d'exploitation d'un réseau FM est nettement plus élevé que celui d'un service DAB+, même lorsque les radiodiffuseurs fournissent plus de contenus et de services qu'en mode analogique. Voir [15], [16] et [17].

Outre la réduction des coûts d'exploitation, l'expérience de l'ASO en Norvège montre que l'augmentation des services et de leur disponibilité entraîne une augmentation de l'écoute de la radio, et donc de la valeur pour les radiodiffuseurs commerciaux et de service public.

L'impact environnemental du DAB est résumé dans la fiche d'information de WorldDAB [18]. Les données contenues dans ce document ont été produites avant la récente hausse spectaculaire des prix de l'énergie. Par conséquent, l'impact environnemental du passage au DAB+ est encore plus important aujourd'hui.

Toutefois, il apparaît que certains radiodiffuseurs ne souhaitent pas effectuer la transition vers le DAB+. Plusieurs raisons sont exprimées :

- Ils craignent que la fourniture d'un plus grand nombre de contenus ait pour effet de diluer leurs autres services, et ne se traduise pas par des recettes supplémentaires après déduction des dépenses. Il s'agit souvent de radiodiffuseurs opérant sur des marchés protégés, c'est-à-dire qu'ils sont les seuls radiodiffuseurs commerciaux dans une région ou une zone de licence spécifique.
- Ils estiment qu'en déployant le DAB+, les possibilités offertes aux autres radiodiffuseurs seront plus importantes que les leurs. C'est parfois le cas lorsqu'un radiodiffuseur détient une part dominante de la radio commerciale dans un pays.
- Ils estiment que le streaming IP dominera bientôt le marché de la radio, et qu'il est donc préférable de se concentrer uniquement sur la diffusion IP, plutôt que de mettre en place inutilement le DAB+.

Bien qu'il ne soit pas indispensable de planifier l'ASO durant la phase de déploiement du DAB+, informer les parties prenantes du futur basculement les encourage à avancer dans le processus. Notons que certains pays seront plus enclins que d'autres à prendre le virage rapidement, notamment en raison de leur taille et de leur population. Plus l'ASO est rapide, plus la réduction du coût permanent de la prestation de services l'est également.

11.2. Exemples d'organisations pour l'arrêt de l'analogique

Quand il n'est pas suivi par la majorité des acteurs de l'écosystème radio, l'abandon des services analogiques est une tâche difficile. En 2015, la Norvège a pris la décision de passer au DAB+ et d'abandonner totalement la FM. Bien qu'il y ait eu quelques avis dissidents, les autorités gouvernementales norvégiennes ont pu constater les nombreux avantages de l'ASO : réduction des coûts (étant donné que les émetteurs FM de la radio de service public NRK devaient être entièrement remplacés), utilisation efficace du spectre, possibilité d'offrir beaucoup plus de services en DAB qu'en FM. Dans une étude [19] publiée en 2011, le Ministère norvégien de la culture a proposé d'attendre qu'au moins 50 % des ménages norvégiens aient acquis un poste de radio numérique, avant de fixer une date pour l'ASO. Il précise, en outre, que « *La fermeture des systèmes analogiques ne peut être achevée que si les critères supplémentaires suivants sont remplis : (1) la population dans son ensemble doit avoir accès à la radio numérique (2) la radio numérique doit offrir une valeur ajoutée aux auditeurs.* » L'étude comprenait d'autres exigences, notamment des objectifs de couverture de la population.

Les objectifs requis ayant été atteints, la Norvège a commencé à éteindre la radio FM analogique en janvier 2017, et a achevé l'ASO en décembre 2017. Une vue d'ensemble du plan d'ASO a été présentée à l'Assemblée générale de WorldDAB le 10 novembre 2016, par Line Langnes [21], qui y décrivait le processus de prise de décision, le processus et la date cible d'ASO, ainsi que les défis à relever. Le faible nombre d'émetteurs nécessaires pour la couverture DAB constituait un avantage environnemental et financier non négligeable. Là où la FM en exigeait 3000 pour la NRK et les radios commerciales, le DAB+ n'en requérait que 1160. L'aspect le plus problématique résidait dans le nombre de récepteurs radio DAB qui, en 2016, n'était que de 30 % pour les voitures et de 70 % pour les ménages. De vastes campagnes d'information et de marketing ont soutenu l'ASO.

L'approche norvégienne, qui consiste à exiger des niveaux d'écoute spécifiques pour le DAB+ avant de fixer une date pour l'ASO, est également partagée par d'autres pays tels que la Suisse. En 2014, les radiodiffuseurs suisses ont décidé que les émissions FM cesseraient à la fin de 2024, ainsi que toutes les licences. Le groupe de travail suisse DigiMig a publié un communiqué de presse⁷³ le 26 août 2021 : « *En 2014, les stations de radio suisses ont accepté d'arrêter de diffuser leurs programmes en FM d'ici 2024 au plus tard. À la fin de l'année dernière, la radio numérique occupait près des trois-quarts des usages. L'industrie de la radio est donc parvenue à la conclusion que, dans ces conditions, une fermeture anticipée et échelonnée des stations FM en août 2022 (SSR) et en janvier 2023 (radios privées) était envisageable. 42 des 44 radiodiffuseurs ainsi que le SSR sont d'accord sur ce point.* »

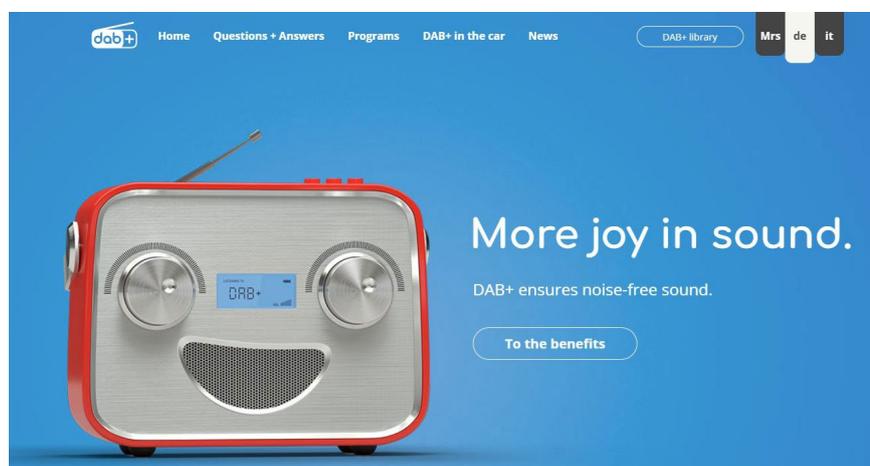


Figure 11-1 : Campagne de promotion du DAB+ en Suisse⁷⁴

⁷³ <https://www.presseportal.ch/de/pm/100086886/100876267>

⁷⁴ Voir <https://dabplus.ch/>

Pour soutenir le passage au DAB+, la campagne marketing en cours met en scène « Dabsy », mascotte de la radio DAB+, comme le montre Figure 11-1. Cette campagne fait la promotion du DAB+ de manière ludique, tout en fournissant des informations importantes sur la qualité du son, le nombre de services et autres caractéristiques, ainsi que sur l'arrêt des transmissions radio FM d'ici la fin de 2024.

En Italie, Robert Sergio, directeur de la RAI (service public de radiodiffusion), a proposé le 17 mars 2022 de commencer à fermer les réseaux FM à partir de 2025, l'objectif étant de passer au tout numérique d'ici 2030⁷⁵.

L'exigence introduite par le CECE en 2020, qui prévoit que les véhicules neufs soient équipés de la technologie DAB+, peut également faire peser la balance dans la prise de décision. Le parc de récepteurs DAB+ dans les pays de l'UE est voué à augmenter considérablement. L'ASO apparaît donc comme une option évidente.

En Italie et en Allemagne, certains radiodiffuseurs FM abandonnent volontairement la FM au profit du DAB+. Cela s'explique principalement par l'augmentation de l'écoute numérique et par la hausse des coûts de l'électricité.

11.3. Autres usages envisagés pour les ondes MW et la VHF Bande II

Une fois les services analogiques désactivés, le spectre des ondes moyennes (= MW) et FM peut être libéré pour d'autres utilisations. Toutefois, il est encore trop tôt pour envisager les services qui pourraient utiliser le spectre libéré, et ce pour plusieurs raisons :

- Dans la VHF bande II, la FM ne représente que 20 MHz du spectre dans la plupart des pays, soit 88 à 108 MHz
- Les ondes MW de 531 à 1602 kHz (Europe, Asie, Afrique), quant à elles, représentent un peu plus de 1 MHz du spectre

Il s'agit d'une faible quantité de spectre, notamment au regard des GHz de bande passante visés par les opérateurs de télécommunications pour la 5G et au-delà.

En outre, comme le spectre n'est pas encore libéré et que la plupart des pays n'envisagent pas de le faire à ce stade (à l'exception de la Norvège, de la Suisse et de l'Italie), il n'existe pas à ce jour d'initiative mondiale pour ce spectre. D'un autre côté, nous savons que la propagation des radiofréquences dans ces bandes est très économe en énergie, de sorte qu'elle pourrait être utilisée pour divers systèmes de « l'Internet des objets », tels que la gestion des biens ruraux et le contrôle de la fourniture d'énergie et de services publics.

⁷⁵ <https://www.radioworld.com/global/rai-radio-director-proposes-2030-fm-shutdown-for-italy>

12. Conclusions

L'adoption du DAB+ croît à travers le monde. L'Europe en a fait la norme de choix pour la fourniture de services radio multiples dans une zone donnée. Nous constatons également un intérêt croissant dans la région de l'Asie-Pacifique, au Moyen-Orient et en Afrique. Bon nombre de ces pays commencent à peine à développer et à fournir des services de radio numérique. Cet e-book a été conçu pour permettre aux nouveaux adoptants d'avancer, tout en profitant des leçons apprises par les expériences précédentes.

La radiodiffusion est une activité à très long terme, qui divertit et fournit des informations importantes à la population. Chaque pays dispose d'un service public de radiodiffusion, et bien souvent d'opérateurs commerciaux et communautaires en parallèle. Il s'agit donc d'un service absolument essentiel.

La radio a gagné en popularité, à tel point que dans la plupart des grandes villes du monde, le spectre fourni par la bande FM est devenu insuffisant. En effet, il ne permet pas aux radios locales de faire face à la concurrence internationale des géants du streaming, et ses possibilités sont limitées. Le DAB+ offre une solution à ce défi, car il peut être vu comme la colonne vertébrale d'une diffusion qui prend des formes multiples, incluant la diffusion IP locale et les services à la demande tels que les podcasts et la sélection audio.

L'écosystème radio est complexe. De ce fait, le processus d'adoption, de mise en place et d'exploitation de la radio numérique DAB+ est un exercice difficile. La communication entre les différentes parties prenantes est absolument essentielle. Il s'agit de l'aspect le plus important du processus. Seuls un dialogue clair, une compréhension des différents enjeux, et des compromis de tous permettront de garantir le succès de la radio numérique.

Bien que ce document fournisse des informations précieuses sur les nombreuses caractéristiques du DAB+, chaque pays a ses propres besoins et ses propres objectifs. La recherche de conseils auprès d'autres pays partageant les mêmes idées pourra grandement faciliter le voyage. De nombreuses organisations peuvent vous aider dans cette démarche, en particulier WorldDAB, qui, en plus de faire la promotion du DAB+, fournit également assistance et conseils aux nouveaux adoptants.

13. References

- [1] Document Tech 3391 de l'UER, « Guidelines for DAB network planning » (disponible en anglais), mai 2018
- [2] ETSI EN 300 401, « Radio Broadcasting Systems ; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers » (disponible en anglais)
- [3] ETSI TS 102 563, « Digital Audio Broadcasting (DAB) ; Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio » (disponible en anglais)
- [4] ETSI TS 102 693, « Digital Audio Broadcasting (DAB) ; Encapsulation of DAB Interfaces (EDI) » (disponible en anglais)
- [5] ETSI TS 103 461, « Digital Audio Broadcasting (DAB) : Domestic and in-vehicle digital radio receivers ; Minimum requirements and Test specifications for technologies and products » (disponible en anglais)
- [6] Recommandation UIT-R BS.2214-5, « Planning parameters for terrestrial digital sound broadcasting systems in UHF bands » (disponible en anglais), octobre 2020
- [7] ACMA, « Planning principles for digital radio » (disponible en anglais), décembre 2016
- [8] ETSI EN 302 307-1, « Digital Video Broadcasting (DVB) ; Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications ; Part 1 : DVB-S2 » (disponible en anglais)
- [9] Recommandation de l'UIT-R P.1546-6, Méthode de prévision de la propagation point à zone pour les services de Terre entre 30 MHz et 4 000 MHz, août 2019
- [10] Recommandation de l'UIT-R P.525-4, Calcul de l'affaiblissement en espace libre, août 2019
- [11] Recommandation de l'UIT-R P.526-15, Propagation par diffraction, octobre 2019
- [12] Recommandation de l'UIT-R P.1812-6, Méthode de prévision de la propagation fondée sur le trajet pour les services de Terre point à zone dans la gamme de fréquences comprises entre 30 MHz et 6 000 MHz, septembre 2021
- [13] ETSI TS 103 270, « RadioDNS Hybrid Radio ; Hybrid lookup for radio services » (disponible en anglais)
- [14] ETSI TS 102 818, « Hybrid Digital Radio (DAB, DRM, RadioDNS) ; XML Specification for Service and Programme Information (SPI) » (disponible en anglais)

- [15] Revue technique de l'UER, « Cost-benefit analysis of FM, DAB, DAB+ and broadband for radio broadcasters and listeners » (disponible en anglais), Marcello Lombardo, juillet 2017
- [16] Document de radiodiffusion Harris, « Economic and Environmental Benefits of DAB+ » (disponible en anglais), Jens Stockman et Les Sabel, février 2014, mis à jour ultérieurement par Gates Air
- [17] Etude de la BBC, « The energy footprint of BBC radio services : now and in the future » (disponible en anglais), Chloe Fletcher, 3 novembre 2020
- [18] Fiche d'information WorldDAB, « Understanding the environmental impact of DAB+ » (disponible en anglais), www.worlddab.org, avril 2021
- [19] Ministère de la culture norvégien, « Norwegian proposal on the digitisation of radio » (disponible en anglais), 4 février 2011
- [20] Rapport de l'OFCOM (Royaume-Uni), « Digital Broadcast Radio Predicted On-Air Coverage London I Block 12C Local DAB Multiplex » (disponible en anglais), septembre 2018, <http://static.ofcom.org.uk/static/radiolicensing/mcamaps/dl000003.pdf>
- [21] Autorité norvégienne des médias, « Digital Radio in Norway » (disponible en anglais), Line Langnes, 10 novembre 2016
- [22] OFCOM, « Small Scale DAB, The potential for lower-cost transmitting stations in support of DAB rollout » (disponible en anglais), Rashid Mustapha, 5 octobre 2013 – voir https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0024/44808/software-dab-research.pdf
- [23] Document de l'OFCOM (Royaume-Uni), « Tynemouth & South Shields Small-scale DAB Coverage and transmitter details (BLOCK 9B) » (disponible en anglais), février 2022
- [24] Accord GE06 de l'UIT, « Procedures and List » (disponible en anglais), <https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/fmd/Pages/ge06-list.aspx>
- [25] Document de l'UIT, « Radio Regulations 2020 » (disponible en anglais), <https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2020/>
- [26] Rapport de l'UIT-R BT.2140-12, « Transition from analogue to digital terrestrial broadcasting » (disponible en anglais), juillet 2019
- [27] ETSI TS 103 176, « Digital Audio Broadcasting (DAB) ; Rules of implementation ; Service information features » (disponible en anglais)

14. Annexe A : Glossaire

Les termes suivants sont utilisés dans le présent document. Il se peut qu'ils diffèrent légèrement des termes utilisés dans d'autres pays.

Radiodiffuseur : Organisme qui développe et publie du contenu audio et les métadonnées associées ; aussi appelé fournisseur de contenus (les deux appellations sont utilisées dans le document). Dans de nombreux pays, le radiodiffuseur fournit également les services/équipements de transmission ; toutefois, ces derniers peuvent également provenir d'un fournisseur de réseau de transmission tiers.

Fournisseur de réseau de transmission : Aussi appelé fournisseur de réseau, organisme qui fournit des services de transmission sous formes analogiques ou numériques par radiofréquences. Dans certains cas, il fournit également des installations de multiplexage de services. Les fournisseurs de réseau ne génèrent PAS de contenu.

Régulateur : Il n'existe généralement qu'une seule autorité de régulation de la radiodiffusion dans chaque pays. Il peut s'agir d'une structure gouvernementale, ou d'une organisation indépendante dont le champ d'action et les pouvoirs sont liés aux lignes directrices formulées par le gouvernement du pays. Le régulateur précise les modalités d'octroi de licences et d'exploitation des services de radiodiffusion.

Parties prenantes : Toute organisation ayant un intérêt dans la mise en place et l'exploitation des systèmes et services DAB+. Il s'agit des radiodiffuseurs, des fournisseurs de réseau, des régulateurs, des fabricants et fournisseurs de récepteurs, des fournisseurs de réseau et de systèmes de transmission, de l'industrie automobile et des fournisseurs d'équipements et de services auxiliaires.

Le tableau 14-1 ci-après liste les différents acronymes utilisés dans le document.

Acronyme	Signification
ABC	Service public de radiodiffusion en Australie
ACI	Interférences du canal adjacent
ACMA	Autorité australienne des communications et des médias
AGL	Au-dessus du niveau du sol
AoIP	« Audio over IP » (audio via l'IP)
ASL	Au-dessus du niveau de la mer
ASO	Fermeture du réseau analogique
ATV	Télévision analogique
AWG	Groupe de travail automobile (WorldDAB)
BBC	« British Broadcasting Corporation » (en anglais), service public de radiodiffusion au Royaume-Uni
Canal d'appui	Canal d'information entre le récepteur radio DAB+ et un autre service, typiquement un SMS, un service vocal ou un service de données bidirectionnel vers un portail web.
Capex	Dépenses d'investissement
CBAA	Association australienne de radiodiffusion communautaire
CBD	Quartier des affaires

CCEE	Code des Communications Électroniques Européen
CCI	Interférences du co-canal
CRA	Radio commerciale australienne
DAB+	Radiodiffusion par voie numérique utilisant l'encodeur audio AAC+
Diffusion TNT	Diffusion via la télévision numérique terrestre
DLS	Texte défilant
DSCTy	Type de composant du service de données
DSO	Passage au numérique
DVB	Diffusion vidéo numérique ; DVB-T2 = DVB de seconde génération
EDI	Encapsulation des interfaces de distribution DAB
EPG	Guide électronique des programmes
ETI	Interface de transport d'ensemble
EWS	Système d'alerte d'urgence
FEC	Correction d'erreur directe
FS	Fournisseur de services
GBP	Livre sterling
HPHT	Tour haute puissance (site de transmission)
HRP	Diagramme de rayonnement horizontal (du système d'antenne)
IG	Intervalle de garde
IMT	Télécommunications mobiles internationales
IP	Protocole internet
JPEG	Méthode de codage d'images développée par le « Joint Photographic Experts Group »
JVC	Joint-venture
LA	Zone de licence
LFR	Répéteur Link Fed
LPLT	Tour basse puissance (site de transmission)
MCMC	Commission malaisienne des communications et du multimédia
MMN	Bruit d'origine humaine
MMS	Service de messages multimédias tel qu'il est utilisé dans les systèmes GSM et 3G
MNT	Modèle numérique du terrain
MOT	Transfert d'objets multimédias
NMS	Systèmes de surveillance et de gestion du réseau
NOC	Centre d'exploitation du réseau
OCR	« On-Channel Repeater » (répéteur OCR)
OD	Omnidirectionnel (antenne HRP)
OFCOM	Régulateur britannique ; l'acronyme du régulateur suisse est également OFCOM
OFDM	Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence
Opex	Dépenses d'exploitation
P.A.R.	Puissance apparente rayonnée
PNG	« Portable Network Graphics » (alternative au JPEG)

PR	Rapport de protection
SAU	Services et accès universels
SBR	Reconstruction de bande spectrale
SBS	Service spécial de radiodiffusion (en Australie)
SFN	Réseau monofréquence
SLA	Accord spécifiant le niveau de service
SLS	Diaporama
SMS	« Short Message Service » ou service de message court tel qu'il est utilisé dans les systèmes GSM et 3G
SNMP	Protocole simple de gestion du réseau
SP	Service Provider
SS-DAB	Small-Scale DAB
TCO	Coût global de possession
TDM	Multiplexage par répartition dans le temps
TF	Groupe de Travail
TNT / DTV	Télévision numérique terrestre / Télévision numérique
TPEG	Protocoles pour l'information liée au trafic routier européen
TX	Émetteur
UE	Union Européenne
UIT	Union internationale des télécommunications
UPS	Bloc d'alimentation incassable
VM	Machine virtuelle
VPN	Réseau virtuel privé
VRP	Diagramme de rayonnement vertical (du système d'antenne)
WAP	Protocole d'accès sans fil utilisé pour les services de données par paquets GPRS et 3G
WRC	Conférence mondiale sur la radio
X-PAD	Données associées au programme supplémentaire

Tableau 14-1 : Acronymes utilisés dans le présent document

15. Annexe B : Vue d'ensemble des différentes normes

Le système DAB est défini par un ensemble de spécifications techniques (= les normes) formulées par l'ETSI, et décrites ci-dessous. L'UIT et l'UER ont également produit plusieurs documents de référence.

Les documents relatifs aux normes DAB sont téléchargeables gratuitement sur [le site de l'ETSI](#).

Il est préférable de commencer par le guide des normes DAB : [TR 101 495](#).

Toutes les normes en vigueur peuvent être consultées en cliquant sur les liens suivants.

Systeme DAB

[EN 300 401](#) : Norme du système DAB

[TS 101 756](#) : Tableaux enregistrés

[TS 103 176](#) : Règles de mise en œuvre

[TS 102 367](#) : Conditions d'accès

Codage audio

[TS 102 563](#) : Audio DAB+

[TS 103 466](#) : Audio DAB

[TS 101 757](#) : Tests audio DAB

Codage du transport des données

[EN 301 234](#) : MOT

[TS 101 759](#) : TDC

[TS 102 427](#) : MPEG-2 TS

Contribution, distribution et réseaux

[EN 300 797](#) : STI

[TS 101 860](#) : Niveaux STI

[EN 300 798](#) : DIQ

[ETS 300 799](#) : ETI

[TS 102 693](#) : EDI

Applications de données

[TS 101 499](#) : Diaporama

[TS 102 818](#) : Radio numérique hybride (DAB, DRM, RadioDNS) ; Spécification XML pour les informations sur les services et les programmes (SPI)

[TS 102 371](#) : SPI binaire

[TS 103 177](#) : Diffusion de fichiers (filecasting)

[TS 102 980](#) : DL Plus

[TS 102 979](#) : Journaline

[TS 102 428](#) : DMB

[TS 103 551](#) : TPEG

[TS 103 689](#) : Service d'informations filtrées (FIS)

Récepteurs

[TS 103 461](#) : Exigences minimales

Pour de plus amples informations, consulter [le site web de WorldDAB](#).

16. Annexe C : À propos de WorldDAB

WorldDAB est le forum mondial de l'industrie de la radio numérique. Son but est de faciliter l'adoption et la mise en œuvre de la radiodiffusion par voie numérique basée sur le DAB / DAB+.

WorldDAB fournit assistance et conseils sur tous les aspects du passage à la radio numérique : réglementation, octroi de licences, essais techniques, mise en place du réseau, marketing et production de nouveaux contenus numériques.

Il s'agit d'une association à but non lucratif, dotée d'une personnalité juridique régie par le droit suisse et ses statuts.

Adhésion à WorldDAB

WorldDAB compte plus de 110 membres issus de 33 pays. Ils représentent des entreprises et des organisations de l'ensemble de l'écosystème radio, notamment des radiodiffuseurs, des opérateurs de réseau, des constructeurs automobiles, des fabricants d'appareils et des fournisseurs de technologie.

L'adhésion à WorldDAB est ouverte aux entreprises et organisations s'intéressant aux normes DAB pour la radiodiffusion numérique. Avant d'envisager toute adhésion, elles doivent d'abord accepter les statuts de WorldDAB.

Les entreprises de moins de 10 salariés, les radiodiffuseurs, les institutions universitaires et les organismes gouvernementaux des pays à faibles revenus peuvent bénéficier de frais réduits. Pour en savoir plus, contactez le Bureau de Projets : projectoffice@worlddab.org.

Fonctionnement de WorldDAB

WorldDAB est une organisation associative qui agit dans l'intérêt de ses membres.

Elle dispose de plusieurs comités dirigés par ses membres. Les différents groupes de travail couvrent tout ce qui se rapporte au déploiement du DAB. La gestion opérationnelle quotidienne est assurée par le Bureau de Projets.

Assemblée Générale de WorldDAB

L'assemblée générale consiste en une réunion annuelle des membres de WorldDAB, au cours de laquelle des décisions sur l'orientation stratégique de l'organisation sont prises. Elle permet aux membres de partager leurs expériences et leurs points de vue sur tous les aspects de la mise en place de la radio numérique.

Comité de Direction

Le comité de direction est composé de représentants élus des organisations membres de WorldDAB. Il supervise la gestion opérationnelle et financière de l'organisation, et met en œuvre des mesures stratégiques pour garantir le succès du déploiement du DAB+.

Équipe marketing

L'équipe marketing aide les radiodiffuseurs à élaborer une stratégie pour la promotion du DAB+. Plusieurs outils sont mis à leur disposition : ressources, études de cas, bonnes pratiques,... Tous proviennent de pays et régions où les radiodiffuseurs fournissent déjà des informations sur le DAB+ à leurs auditeurs.

Comité Asie-Pacifique

Le comité Asie-Pacifique répond aux besoins et aux préoccupations spécifiques des radiodiffuseurs de la région APAC, en leur offrant soutien et assistance pour garantir la réussite du déploiement du DAB+. Sous la direction de ce comité, le groupe technique Asie-Pacifique fournit des informations sur les aspects techniques de la mise en œuvre du DAB+, en tenant compte des besoins spécifiques de la région. Il travaille en tandem avec le comité technique de WorldDAB, ainsi que le comité de mise en œuvre du spectre et du réseau.

Commission des finances

En collaboration avec le président et le directeur de projets, la commission des finances de WorldDAB est chargée d'élaborer un budget annuel qui sera soumis à l'approbation de l'assemblée générale. Elle propose des objectifs généraux de politique financière qui permettront au Forum de mener à bien ses activités. Elle s'assure également que les procédures appropriées soient mises en place pour contrôler et superviser la gestion des risques, la génération de revenus et les processus commerciaux.

Comité Technique

Le comité technique supervise les normes techniques du DAB. Il veille à ce que les équipements de réception et les technologies de diffusion soient compatibles, met à jour les normes et les adapte aux évolutions technologiques, et assure la pérennité des équipements pour les radiodiffuseurs et les fabricants.

Comité de mise en œuvre du spectre et du réseau

Ce comité a pour rôle de fournir des conseils sur la mise en œuvre du réseau DAB. Plusieurs aspects sont couverts, parmi lesquels : la construction d'un site de transmission, le multiplexage et le traitement du son, le contrôle et la distribution des signaux, et la mise en œuvre des services de données. Il veille également à ce que les fréquences nécessaires pour le DAB+ soient disponibles.

Groupe de Travail Automobile

Le groupe de travail automobile réunit les secteurs de la radiodiffusion et de l'automobile, le but étant de mettre en œuvre un système de radiodiffusion DAB+ optimal qui bénéficie au conducteur. Le groupe se concentre sur trois aspects spécifiques : améliorer l'expérience utilisateur, garantir des performances optimales, et veiller à la qualité de l'antenne. Ces objectifs s'appliquent non seulement aux voitures équipées d'usine, mais aussi aux voitures non équipées nécessitant l'ajout d'un récepteur (encastrable ou autonome).

Maintien de la famille des normes DAB

Le comité technique et ses groupes de travail s'accordent sur les besoins des utilisateurs qui définissent les paramètres du marché, tels que les fonctions utilisateur, les délais et la fourchette de prix. Une fois un consensus atteint, le comité technique et le groupe de travail concerné élaborent le cahier des charges.

Il s'agit notamment d'examiner les implications technologiques des besoins des utilisateurs et d'étudier les solutions disponibles. Une fois rédigé, il est soumis au comité de direction pour approbation finale.

Le cahier des charges est ensuite présenté à l'organisme de normalisation compétent (ETSI ou CENELEC) par l'intermédiaire du comité technique mixte UER/ETSI/CENELEC ou de l'Union internationale des télécommunications (UIT-R ou UIT-T).

17. Annexe D : À propos de l'auteur



Dr. Les Sabel

Les est membre du comité technique de WorldDAB, et président du groupe technique Asie-Pacifique.

Il a plus de 35 ans d'expérience dans les systèmes de communication, notamment la radio numérique (DAB/DAB+/DMB et DRM/DRM+), les communications mobiles 2G à 5G, les communications sans fil à large bande et les communications par satellite.

Il a fondé « S-Comm Technologies Pty Ltd. » en 2008 pour travailler avec l'industrie mondiale de la radio sur le développement et la mise en œuvre de la radio numérique. S-Comm a fourni des services à plusieurs entreprises australiennes et internationales,

ainsi que des conseils techniques indépendants à WorldDAB, à l'UIT, aux réseaux de radios commerciales et de service public et aux autorités de régulation de nombreux pays.

Auparavant, Les a occupé des postes à responsabilités dans des entreprises telles que RadioScape Ltd. (Royaume-Uni), Verticalband (Royaume-Uni), Lucent Technologies (États-Unis/Royaume-Uni) et l'Institut de recherche sur les télécommunications de l'Université d'Australie du Sud. Son expertise couvre le développement d'infrastructures de communication et d'équipements de réception de pointe, l'ingénierie des systèmes, le développement commercial, la gestion de produits et de projets, ainsi que l'éducation et la formation. Il a travaillé avec des entreprises du monde entier pour mettre au point de nouveaux produits et services. Il est l'auteur de nombreux articles, de documents de conférences, et a obtenu huit brevets.

Adresse mail : les.sabel@scommtech.com.au and les.sabel@worlddab.org

world dab

© 2024