



Sommaire de l'étude :

# Partage de l'Infrastructure et Partage de Spectre

À l'attention de l'ILR

60114 – Décembre 2017

#### **AVERTISSEMENT**

*L'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR) et l'Institut Belge des services Postaux et des Télécommunications (IBPT) ont confié au cabinet Marpij Associés, associé au cabinet IDATE Digiworld en octobre 2016, une étude sur le périmètre du partage de l'infrastructure et du partage du spectre<sup>1</sup>.*

*Le présent document représente un sommaire pour la partie luxembourgeoise de l'étude conjointe réalisée pour le compte de l'IBPT et l'ILR. L'étude porte sur l'impact du partage de l'infrastructure et du partage de spectre sur le marché des radiocommunications mobiles publics au Grand-Duché de Luxembourg et en Belgique.*

*Dans le cadre de cette étude tous les opérateurs ont été consultés. Du côté luxembourgeois, les sociétés Post Luxembourg, Orange Communications Luxembourg S.A. et Tango S.A. ont contribué à cette étude.*

*Dans un souci de transparence et d'information, l'ILR a décidé de rendre public le présent résumé de cette étude, qui est sa propriété.*

*Le contenu de ce document, la méthodologie utilisée et les résultats obtenus relèvent de la seule responsabilité des cabinets Marpij Associés et IDATE Digiworld et ne peuvent en aucun cas être considérés comme reflétant l'opinion de l'ILR, ni l'engager d'une manière quelconque.*

*Si toutefois les parties intéressées ont des observations à formuler, elles sont invitées de s'adresser à l'ILR.*

---

<sup>1</sup> (CAHIER DES CHARGES N° 2016/spectrum/GDE/01).

## 1. Introduction

Ce document a pour but de présenter les variantes de partage de spectre envisageables au Luxembourg et leurs impacts potentiels. Ses considérations vont toutefois au-delà du seul partage du spectre, qui ne peut être dissocié des éventuels futures pratiques du partage d'infrastructures.

D'un point de vue technologique, l'expérience historique a montré que l'émergence de la norme 4G a permis de rendre le partage actif de réseau compatible avec les exigences de maintien des conditions concurrentielles favorables aux consommateurs.

La normalisation de la 5G devrait poursuivre ce mouvement : Le découplage des fonctions hardware et software, d'une part, et signalisation/trafic, d'autre part, devrait permettre aux opérateurs de partager un plus grand nombre d'infrastructures tout en maintenant une capacité de différenciation par les services. Toutefois, l'état actuel de la normalisation comme de la technologie ne permet pas encore aux opérateurs de préciser les conditions requises qui devrait au futur leur permettre :

- d'optimiser, grâce au partage "actif", les investissements très lourds dans les nouveaux réseaux, notamment dans une grille fine de "small cells"; et
- de conserver une indépendance concurrentielle sur les services et les conditions de fourniture de ceux-ci, en termes de qualité, disponibilité, augmentation de vitesse, agrégation de bandes, pour améliorer l'expérience des utilisateurs.

D'un point de vue réglementaire, la future réglementation européenne actuellement en discussion envisage de permettre un partage des éléments actifs. Ce partage est un élément essentiel pour le déploiement des nouveaux réseaux 5G. Il doit permettre un déploiement plus rapide et un usage plus efficace du spectre. Toutefois, dans le cadre de la négociation du projet du nouveau Code des communications électroniques européen, certaines institutions dont le Conseil européen semblent modérer l'évolution du partage d'infrastructure pourtant souhaitée par la Commission et le Parlement européen.

Du côté des opérateurs, la mise en place de solutions de partage actif de réseau permettrait aujourd'hui de s'adapter à l'intensification des besoins du client et d'optimiser leur ROI sur certaines zones de couverture.

Avec la croissance exponentielle du trafic mobile, la problématique des opérateurs passe progressivement d'une problématique de couverture à une problématique de capacité. Face à l'explosion de la demande de bande passante, un enjeu essentiel pour les opérateurs est le backhauling des stations de base. Les hautes fréquences utilisées actuellement ne pourront pas permettre un backhaul efficace, et les opérateurs disposant d'un réseau fixe très capillaire disposeront donc d'un avantage compétitif indéniable. Le partage d'infrastructures actives ou de spectre, en ce qu'il permet une meilleure efficacité spectrale, peut contribuer à résoudre des éventuelles problématiques de congestion.

Par ailleurs, les opérateurs pourraient aussi avoir besoin de la possibilité d'opérer des regroupements ponctuels du spectre sur des zones limitées, notamment dans des zones à faible densité de population, afin de limiter leurs investissements dans des régions à faible rendement.

## 2. Situation actuelle du partage

### 2.1. Réglementation

#### A. Au niveau de l'Union européenne

Le partage des infrastructures est autorisé, et même encouragé, par le cadre réglementaire des communications électroniques de l'UE actuellement en vigueur. Les ARN peuvent imposer des obligations en ce sens aux opérateurs PSM.

Les accords de partage "actif" doivent être :

1. conformes à la concurrence fondée sur les infrastructures, notamment en laissant à chaque partie un degré minimum d'indépendance quant au contrôle de ses réseaux et services ;
2. conformes à la régulation des fréquences, visant notamment à prévenir leur thésaurisation, et garantissant que les transferts ou locations de fréquences ne faussent pas la concurrence.

Avant les récentes évolutions de la technologie et des normes 3GPP, le point 1. impliquait nécessairement l'exclusion du partage d'éléments centraux du réseau. Il pouvait aussi être considéré qu'il excluait le partage de fréquences, mais cela n'a pas empêché la Suède et le Danemark d'autoriser de tels accords.

#### B. Au Luxembourg

Le cadre réglementaire luxembourgeois n'aborde que le partage "passif".

#### C. Ailleurs en Europe

D'une façon générale :

- outre le partage "passif", largement encouragé, le RAN sharing est soutenu par la plupart des ARN mais de multiples conditions semblent encore entraver le développement;
- hormis en Scandinavie, les ARN rejettent le partage des fréquences entre MNO, sauf éventuellement sous certaines conditions strictes et dans des régions périphériques;
- le partage du réseau central (GWCN) est rejeté par les ARN car il implique une différenciation insuffisante des parties (en tous cas à ce jour).

##### a) En Belgique

L'IBPT s'apprête à mettre à jour ses Lignes directrices sur le partage présentées en 2012<sup>2</sup>. Dans ce dernier document :

- les partages "passif" et RAN "de base" sont encouragés ;
- le MORAN n'est pas objecté - tant que les parties conservent une totale indépendance ;
- les partages MOCN et GWCN sont désapprouvés car ces formes plus poussées de partage impliquent un regroupement des fréquences (sinon l'utilisation du spectre de l'une des parties avec le GWCN) et, dans le cas du GWCN, un partage additionnel de parties du réseau central (outre le RAN).

Il faut préciser que la légalité d'un regroupement du spectre est incertaine en Belgique, si ce n'est exclu. Toutefois, les restrictions en vigueur ne s'appliqueraient pas à une entité distincte qui regrouperait les fréquences de différentes parties.

##### b) En Suède

Dans ce pays, les MNO ont justement créé des J/V pour gérer leurs réseaux partagés, dont l'entité Net4Mobility qui s'est portée elle-même acquéreur d'une licence 4G. Ces accords, avec mutualisation des fréquences, ont permis d'accélérer les déploiements sans affecter le jeu concurrentiel du marché, avec des niveaux de tarifs dans la moyenne de l'UE.

---

<sup>2</sup> Communication de l'IBPT du 17 janvier 2012 présentant des lignes directrices sur le partage des infrastructures.

Les particularités du territoire suédois expliquent toutefois en grande partie la précocité de la pratique du partage dans ce pays. Les accords ont pu être noués alors qu'il y avait encore de grandes étendues à couvrir (en 3G), ou à l'occasion de l'arrivée d'une nouvelle technologie (4G).

### c) En France

Les Lignes directrices de l'ARCEP sur le partage de réseaux mobiles ont été publiées en 2016<sup>3</sup>. Outre sa taille, le marché français se distingue du marché luxembourgeois par la présence de zones relativement importantes encore mal couvertes, et par l'existence d'un dernier entrant à la fois récent et "market maker", opérant seulement en 3G/4G : Free Mobile.

i) Les obligations des MNO croisent à la fois technologies et densités des territoires :

- en 2G, itinérance locale ou partage "passif" dans les zones "blanches" (1% de la population) ;
- en 3G, RAN sharing dans ces mêmes zones ;
- en 4G, partage "actif" et partage des fréquences 800 MHz :
  - dans les zones "blanches", pour tous (ainsi que dans la bande 700 MHz d'ici 10 ans) ;
  - dans la zone de "déploiement prioritaire" (18% de la population, 63% du territoire), entre les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> MNO historiques ; et accueil en itinérance 4G du dernier entrant par le 2<sup>ème</sup> MNO historique.

L'ARCEP estime qu'une extension de ces accords, à l'initiative des MNO eux-mêmes, à une plus grande partie du territoire peu dense pourrait s'avérer pertinente, à condition qu'elle ne porte pas sur une part "excessive" du marché.

ii) La grille d'analyse du régulateur des accords "libres" croise à la fois niveaux de partage et densités :

- le partage "actif" est jugé pertinent hors des zones les plus denses, et à condition que l'accord maintient l'autonomie des parties ;
- le partage "actif" avec mutualisation des fréquences est jugé potentiellement pertinent dans des conditions spécifiques ou des zones très peu denses – les situations sont dans tous les cas examinées individuellement au vu du risque de distorsion concurrentielle ;
- enfin, l'itinérance est jugée utile :
  - de façon temporaire pour un nouvel entrant ;
  - dans des cas particuliers précis pour les autres acteurs.<sup>4</sup>

Pour les territoires les plus denses, l'ARCEP promeut la concurrence par les infrastructures.

### d) En Suisse

Dans une étude de 2016 pour le régulateur suisse ComCom, le cabinet WIK-Consult<sup>5</sup> conclut que le renforcement ou l'incitation au partage de réseau n'est pas nécessaire sur le marché suisse, dans la mesure où les MNO n'en ont (à ce jour) pas fait la demande et qu'*"il revient aux opérateurs de prendre l'initiative en la matière"*.

Néanmoins, sachant que l'opérateur dominant dispose d'une part de marché importante (60%) par rapport aux deux autres MNO, l'étude estime que le régulateur devrait s'assurer de la rentabilité de ces derniers, afin de prévenir une consolidation du marché autour de seulement deux acteurs si la pression sur les coûts devait augmenter.

À cette fin, il conviendrait d'autoriser les petits acteurs à mettre en place un RAN sharing "intensifié" (via une J/V) comprenant la possibilité d'un partage des fréquences qui serait uniquement mis en place au-delà des obligations de couverture de ces MNO, sur les zones rurales encore mal desservies. Tout accord de partage impliquant l'opérateur dominant *"renforcerait en revanche les asymétries du marché existantes"*.

<sup>3</sup> Lignes directrices de l'ARCEP sur le partage de réseaux mobiles de mai 2016 (ISSN n°2258-3106).

<sup>4</sup> Clients ayant des besoins de très haute disponibilité (basculement entre plusieurs opérateurs), zones complexes (tunnels, stades, sites saisonniers), technologie en fin de vie (extinction de la 2G).

<sup>5</sup> WIK-Consult, Network Sharing im Mobilfunk und Festnetz-Mobilfunk-Konvergenz in der Schweiz du 29 août 2016. Un sommaire de l'étude rédigé en français est aussi accessible sur le site Internet de la ComCom.

## 2.2. Mise en œuvre du partage aujourd'hui

### A. Partage "passif"

Le partage "passif" est une pratique largement adoptée par les MNO, au Luxembourg comme dans le reste de l'Europe. Ce premier niveau de partage est plébiscité car :

- il permet les gains les plus importants en termes de coûts et de rapidité de déploiement. En outre, il tend à avoir un impact favorable sur l'environnement et sur l'aménagement du territoire, en particulier dans les zones où la couverture ne serait pas économiquement viable autrement;
- il est relativement simple à mettre en place, accessible à tous les opérateurs, et d'un impact limité sur l'équilibre concurrentiel : le partage passif ne nécessite pas l'échange d'informations sensibles et n'affecte pas l'autonomie stratégique et commerciale des MNO.

### B. Partage "actif"

Au contraire, pour le partage "actif" il y a encore peu d'exemples d'applications complètes du RAN sharing, hormis en Scandinavie ou pour la couverture de zones peu denses, le plus souvent au moyen d'une obligation de partage comme en France. Le marché luxembourgeois ne fait pas exception en la matière, avec des accords entre les MNO restés très opportunistes, pour des points difficiles d'accès, tunnels, voies de transport, etc. ; soit à ce jour un nombre réduit de sites en RAN sharing, principalement sous forme de partage de DAS indoor (fréquemment requis pour des raisons esthétiques).

Avec les technologies existantes, ce sujet semble pratiquement dépassé au Luxembourg puisqu'en 4G le territoire et la population y sont déjà couverts à 98% par au moins un des opérateurs.

Il n'en est pas moins utile d'identifier quels ont été les freins à la mise en œuvre du partage "actif" lorsque celui-ci pouvait encore faire sens pour les trois principaux MNO, c'est-à-dire au début du déploiement d'une nouvelle technologie, en l'occurrence la 4G; et dès lors, comment éviter, dans la mesure du possible, que cela ne se reproduise à l'avenir, tout au moins pour les types d'accords considérés comme utiles.

Dans le cas du Luxembourg, la petite superficie du pays donnerait en effet lieu à moins de gains que de difficultés pour les MNO dans le cadre d'un accord de partage allant au-delà des infrastructures passives.

**Tableau 1 : Avantages et inconvénients du partage "actif" lors du lancement de la 4G**

Facteurs croissants avec la profondeur du partage (RAN "de base" → MORAN → MOCN → GWCN)	
<b>Avantages</b>	Réduction des Capex & Opex, avec une économie maximale si un seul MNO gère un RAN partagé par région (gains redéployables ensuite pour améliorer la couverture, la QoS, l'innovation, etc.) - mais des gains seulement à partir d'une taille critique (puis croissants avec la taille de l'accord) : cf. inconvénient <b>b</b> )
<b>Mitigé</b>	Pour l'environnement : ↘ de la consommation par partie (consolidation des équipements) – mais ↗ de la puissance installée sur un même site, donc du risque d'exposition vis-à-vis des exigences CEM (lourdeur des procédures d'autorisation)
<b>Inconvénients</b>	<p><b>a)</b> Longues négociations pour aligner objectifs et modalités, puis risques liés à la gouvernance (J/V) <sup>6</sup></p> <p><b>b)</b> Investissements importants les premières années pour un retour à l'équilibre relativement éloigné (coûts fixes et récurrents)</p>
<b>Tout au moins avant LTE v11</b>	<p><b>c)</b> Crainte des parties d'une perte d'autonomie / flexibilité opérationnelle, de différenciation commerciale (voire aussi de valeur d'entreprise):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une crainte pour les parties elles-mêmes, en particulier pour des pure-players mobiles dans l'optique de la convergence fixe-mobile,</li> <li>• et une crainte vis-à-vis du régulateur pour l'approbation de l'accord (et les mêmes raisons)</li> </ul> <p><b>d)</b> Besoin d'un partage d'actifs en quantités similaires (sites, part de marché, spectre, sans omettre le backhaul) pour améliorer la viabilité de l'accord, voire d'un recours au même fournisseur radio</p>

<sup>6</sup> Outre les éléments négociés dans le contrat de partage: interopérabilité entre le RAN commun et les cœurs de réseau des parties, gestion potentiellement plus complexe des exigences et plaintes des clients, etc.

Ainsi, notamment au moment du lancement de la 4G, chacun des MNO luxembourgeois a préféré renforcer ses propres programmes d'investissement, afin de déployer la technologie au plus vite et maximiser sa différenciation commerciale, au lieu d'encourir les difficultés d'un large RAN sharing. D'ailleurs, selon au moins un des MNO, un véritable RAN sharing<sup>7</sup> ne ferait économiquement sens au Luxembourg que si les parties n'opéraient qu'un seul et unique réseau RAN, pour un partage étendu à tout le pays ; mais ce dernier comporterait alors les inconvénients énumérés dans le tableau 1 ci-dessus.

Ces raisons ont pu paraître suffisantes pour certains MNO, pour ne pas tenter de nouer une coopération étendue sur le réseau d'accès. Au demeurant, il peut être observé que les accords de partage britanniques, français<sup>8</sup>, ou encore suédois jouent avec des couples parmi quatre acteurs. Dans l'autre cas, ces partages s'appliquent à tous les MNO du marché, et il s'agit plutôt d'accords imposés, comme en France sur les zones "blanches". À l'état actuel et pour les technologies en place, sur un marché à trois acteurs principaux tel que le Luxembourg :

- un accord étendu de RAN sharing à "2 contre 1", ainsi qu'envisagé en Suisse (ou tout au moins son autorisation), devrait pouvoir s'appuyer sur des arguments forts pour être validé par le régulateur; tandis que
- un accord étendu et volontaire de RAN sharing entre les trois MNO serait davantage confronté à la problématique de l'autonomie et de la différenciation des acteurs, en plus d'être potentiellement plus instable.

Les déploiements individuels de la technologie ayant bien avancé, les avantages d'un RAN sharing ne pouvaient que s'amenuiser, tandis que ses inconvénients devaient apparaître de plus en plus dissuasifs, avec un accroissement:

- de la complexité technique du partage (différents équipementiers, redondances de couvertures, etc.),
- de la complexité partenariale (alignement des objectifs stratégiques, valorisation des actifs, etc.) du fait de la dissymétrie des déploiements réalisés, et
- du coût de réorganisation des ressources : ingénierie et conception du réseau, démantèlement des sites, transfert des équipements, réinstallation des équipements.

### C. Partage du spectre

Au Luxembourg, si le regroupement ou l'utilisation commune du spectre ne sont pas explicitement prévus par la loi, un tel partage y est inexistant et ne présenterait de toute façon que peu d'intérêt pour les MNO pour l'instant.

En effet, au Luxembourg le spectre a été alloué de façon équitable entre les principaux MNO, et en quantités jugées satisfaisantes par les acteurs eux-mêmes. Il n'y a donc à ce jour pas de pénurie de fréquences au Luxembourg, d'autant que celles-ci sont technologiquement neutres: des ressources 2G/3G peuvent typiquement être réallouées à la 4G.

En outre, le partage de fréquences (inter-opérateurs) induit des surcoûts initiaux en matière d'alignement et d'interopérabilité qui n'ont de sens que pour une taille d'opération suffisante.

Par ailleurs, l'extension du service haut débit mobile peut être réalisée par d'autres moyens comme :

- le recours aux small cells ou du délestage WiFi pour améliorer notamment la couverture indoor,
- dans les zones peu denses, le recours aux bandes non licenciées, plus aisé que le partage de spectre inter-MNO.

Enfin, les architectures MOCN et GWCN, qui impliquent une utilisation partagée des fréquences, ne sont pas absolument nécessaires à un partage "actif" avec les technologies existantes et les fréquences allouées aux MNO à ce jour. Comme rappelé ci-après, il en ira autrement avec la 5G.

<sup>7</sup> Au-delà de sites spécifiques et de partages ponctuels de DAS indoor.

<sup>8</sup> Respectivement Orange-T Mobile d'une part, O2-Vodafone d'autre part et Orange ; Free d'une part, SFR Bouygues d'autre part.

## 3. Évolutions prévisibles

### 3.1. Réglementation

#### Au niveau de l'Union Européenne

La proposition de la directive établissant le nouveau code des communications électroniques européen<sup>9</sup> n'a pas encore été adopté, et elle peut encore sensiblement évoluer. Cela étant, à ce jour, il ressort que l'esprit de cette nouvelle directive sera susceptible:

- d'encourager le partage "actif" au même titre que le partage "passif" (et pas seulement ce dernier de façon explicite); et
- de permettre d'envisager aussi désormais, *"dans certains cas, le partage du spectre"*,

Car selon la Commission européenne ces partages *"peuvent permettre une utilisation plus efficace et efficiente du spectre, et assurer le développement rapide de réseaux, en particulier dans les zones moins densément peuplées."*

*"Lorsqu'elles définissent les conditions assorties aux droits d'utilisation du spectre", les ARN devraient, toujours selon la proposition de directive, en particulier envisager de telles "formes de partage ou de coordination entre entreprises, en vue d'assurer l'utilisation efficace et efficiente du spectre ou le respect des obligations de couverture, conformément aux principes du droit de la concurrence."* Ces derniers prévoient notamment que les accords entre entreprises restreignant la concurrence sont interdits.

Le Parlement européen insiste dans ses débats sur l'importance du maintien d'un niveau de concurrence élevé, en particulier à travers d'un ajout concernant la gestion du spectre par les autorités nationales : *« National Regulatory Authorities should however make sure that spectrum is used in an effective and efficient way, facilitating competition and not used only by a limited number of actors in order to limit competition »*<sup>10</sup> (Les Autorités de Régulation Nationales devraient toutefois s'assurer que le spectre est utilisé de manière efficace et efficiente qui faciliterait la compétition, et non pas utilisé seulement par un nombre réduit d'acteurs dans le but de limiter la compétition). Ceci pourrait aussi être utilisé comme un argument contre l'encouragement du partage actif préconisé par la Commission.

Toutefois, ces modifications faisant partie d'un processus législatif actuellement en cours, il est probable qu'elles ne reflètent pas encore la position qui sera adoptée dans la version définitive de la directive.

<sup>9</sup> COM(2016) 590 final du 12 octobre 2016.

<sup>10</sup> Parlement européen, Commission de l'industrie, de la recherche et de l'énergie (ITRE), *Amendements 145 – 295 du Code des communications électroniques européen (Recast)*, 6. 4. 2017 (<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONGML%2bCOMPARL%2bPE-602.947%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fFR>).



## 3.2. Technologies et partages de réseau

Les récentes évolutions technologiques et de leurs normes devraient de plus en plus amenuiser les inconvénients du partage "actif", à savoir:

**Tableau 2 : Impact de l'évolution technologique sur les barrières au partage actif**

Barrières au partage actif	Impacts de l'évolution technologique
a) les difficultés de la gouvernance du partage ;	- une meilleure intégration du partage dans les normes
b) les surcoûts initiaux du partage, tout au moins s'il est intégré dans les plans de développement en amont du déploiement de la nouvelle technologie.	et les équipements, et à la virtualisation
c) la perte d'autonomie / flexibilité opérationnelle, de différenciation commerciale ;	des inconvénients grâce à :
d) le besoin d'actifs en quantités similaires pour la viabilité de l'accord (ou sa pérennité) ;	- la virtualisation des fonctions réseau autorisant notamment un partage dynamique des ressources

### A. Augmentation des débits

Afin d'augmenter les débits :

- le recours notamment aux systèmes antennaires massivement multiples (MIMO massif) permet déjà une augmentation de l'efficacité spectrale LTE;
- les small cells (aux rayons de couverture réduits) permettent une augmentation du facteur de réutilisation du spectre, de même que l'utilisation conjointe du beamforming et MIMO massif<sup>11</sup> ;
- et avec la 5G, un de ses grands apports sera l'utilisation des bandes millimétriques (surtout pour les zones denses), avec des canalisations bien plus larges qu'en LTE<sup>12</sup>, ce qui augmentera la capacité, donc les débits disponibles.

#### a) Conséquences sur le partage "actif" en 5G

En permettant une réduction de la taille des antennes, donc une augmentation de leur nombre sur une surface donnée, les ondes millimétriques 5G :

- induiront non seulement une forte densification des réseaux au moyen de small cells, dont un partage pourrait atténuer les difficultés de déploiement<sup>13</sup> ; mais
- iront aussi de pair avec le MIMO massif, dont le recours implique une démultiplication de la puissance de calcul au niveau des stations de base<sup>14</sup>. Or, cette puissance de calcul pourra s'avérer insuffisante pour un partage limité à du RAN sharing, ce qui rendra applicable au mieux la solution MORAN.

Ainsi, avec la 5G, un partage "actif" faisant appel au MIMO massif – ce qui serait le partage "actif" type en zone dense - devrait être basé au minimum sur une architecture (MORAN +) MOCN, donc dans tous les cas avec un partage du spectre.

#### b) Conséquences sur le backhaul

Dans ce contexte d'augmentation des débits, le réseau de backhaul, qui amène la capacité nécessaire aux cellules, revêt un caractère encore plus stratégique. Le BCG<sup>15</sup> estime que le coût supplémentaire de son déploiement représentera près des deux tiers de celui de la 5G en zone urbaine, soit la moitié de l'investissement total requis pour la 5G en Europe.

Pour le partage de réseaux mobiles, le souci de préserver la concurrence ne saurait ainsi ignorer le désavantage d'un pure-player mobile sur l'accès aux réseaux de backhaul par rapport aux opérateurs intégrés: il conviendrait sans doute de mettre en place des dispositions facilitant cet accès.

<sup>11</sup> Avec la démultiplication de faisceaux de plus en plus fins ciblant plus précisément les utilisateurs.

<sup>12</sup> Avec l'agrégation de canaux de 100 MHz contre 20 MHz au maximum en LTE, et davantage de porteuses en 5G.

<sup>13</sup> À ce titre, et à terme, le partage des infrastructures pourra faire apparaître de nouveaux acteurs comme les tower companies ou les gérants de parcs de mobiliers urbains actifs.

<sup>14</sup> Directement reliées au réseau cœur depuis le LTE.

<sup>15</sup> Boston Consulting Group, Building the Gigabit Society : An Inclusive Path Toward Its Realization, November 2016.

## B. Intégration croissante du partage "actif" et du partage du spectre dans les normes 3GPP

Si le GSM et l'UMTS n'ont pas été conçus initialement pour une utilisation permettant le partage, le LTE l'a pris en compte dès le départ. Les architectures MOCN (avec des cœurs de réseau directement connectés à un RAN partagé) et GWCN (avec en plus un partage d'une partie du réseau central) ont ainsi été définies respectivement dans les versions 6 et 8 de la norme LTE. Mais ce n'est qu'à l'occasion de la version 11 que la problématique du partage a fait l'objet de documents dédiés<sup>16</sup> :

- le premier met en place les principes à suivre pour le partage, dont la nécessité de préserver la différenciation par le service des parties, et leurs QoS; et
- le deuxième précise les architectures MOCN et GWCN ainsi que leurs fonctions, permettant le partage tout en respectant ces principes.

Les versions 12 et 13 standardisent de nouvelles fonctionnalités afin de mieux satisfaire les nouvelles exigences techniques, commerciales et réglementaires du partage. Il s'agit en particulier des exigences relatives à la gestion des ressources spectrales, avec désormais la possibilité:

- de partager ces ressources de façon dynamique en fonction de leur utilisation par chacune des parties et de leur investissement dans le groupement, notamment quand le réseau s'approche de la saturation mais aussi pour:
  - faire varier la répartition de la capacité selon les moments de la journée,
  - allouer temporairement de la capacité additionnelle à une partie,
  - faire basculer des utilisateurs ou des usages particuliers d'un réseau sur un autre,
  - limiter le partage à certains secteurs d'une cellule, typiquement aux frontières du pays;
- de facturer en cohérence ces usages de façon flexible (par exemple pour l'allocation temporaire de ressources supplémentaires), donc d'optimiser les revenus ou charges du partage, nets des répartitions financières initiales;
- pour chaque partie, et pas seulement l'opérateur "maître" comme auparavant, d'accéder aux données Opération Administration Maintenance (OAM) la concernant, c'est-à-dire les données sur la part du trafic provenant de ses propres clients (et uniquement ces données), par exemple pour améliorer le handover entre son propre réseau et le réseau partagé;
- pour l'opérateur "maître", de minimiser les tests en mobilité (MDT), en consolidant les informations de couverture des parties, pour le bénéfice de chacun.

### Conséquences pour les possibilités de différenciation des parties

Sans conférer aux opérateurs participants un contrôle totalement indépendant de leurs paramètres cellulaires, comme dans une configuration uniquement MORAN, ces nouvelles fonctionnalités MOCN et GWCN dans les versions LTE plus récentes paraissent être à même de davantage différencier les services des parties. Reste que, par définition, plus le partage est poussé, moins la concurrence par les infrastructures est effective.

## C. Virtualisation des réseaux

Les précédentes fonctionnalités résultent essentiellement de leur virtualisation, à savoir la séparation entre le matériel réseau et le logiciel, ce qui améliore significativement la flexibilité des réseaux tout en permettant des gains matériels, grâce au déplacement de fonctions réseau d'équipements dédiés vers des serveurs.

### a) Cloud-RAN

Le Cloud-RAN est l'application de la virtualisation au niveau du réseau d'accès radio, avec une centralisation du traitement du signal des stations de base dans un point d'agrégation pouvant prendre en charge plusieurs sites à la fois. Cette solution permet aussi bien un partage des ressources intra-opérateur que le partage inter-opérateurs évoqué, en assurant que la part allouée à un niveau agrégé à chaque partie soit respectée.

<sup>16</sup> 3GPP Active Work programme, Full support of Multi-Operator Core Network by GERAN, UID 510001, 4 March 2013 et 3GPP Active Work programme, RAN Sharing Enhancements, UID 600045, 26 November 2013.

## b) VLAN pour le backhaul

Une congestion peut concerner le backhaul, du fait d'importantes fluctuations des besoins en capacité tout au long de la journée. Les types de paquets transportés sont donc traités selon des niveaux d'exigence distincts (QoS hiérarchique). Si le réseau de backhaul est partagé, le trafic de chaque partie doit alors en plus être séparé. Pour une gestion autonome des parties sur leurs QoS, ceci implique la mise en place de LAN virtuels à la fois par classe de trafic et par partie.

## c) Découpage réseau (Network Slicing) pour la 5G

Ce concept a été développé pour la 5G afin de lui conférer une architecture encore plus flexible. Il consiste à diviser le réseau et en partitionner les ressources:

- par secteur, par exemple, pour fournir des tranches de réseaux avec des temps de latence très courts à certains groupes d'utilisateurs et d'autres avec des débits très élevés; mais aussi et
- surtout par opérateur, ce qui devrait permettre l'apparition de nouveaux types d'acteurs – des Private Virtual Network Operators - et de nouveaux modèles économiques.

En effet, par exemple, avec le Network Slicing:

- un acteur privé pourrait, afin de répondre à ses besoins internes (industriels ou autres), ne s'appuyer que sur son propre cœur de réseau et acheter de la capacité à un MNO (commercial) dont il serait virtuellement isolé du reste de l'infrastructure et des utilisateurs; et
- un MNO pourrait recréer chez un autre MNO une partie de son cœur de réseau avec ses propres allocations de ressources (comme la démonstration en a déjà été faite début 2017 entre deux pays).

## D. Nouvelles ressources spectrales

### a) Futures bandes licenciées

i) Pour la 5G, il s'agira principalement des nouvelles bandes; soit, en Europe, du spectre dans les bandes 3,4-3,8 GHz déjà standardisées au sein du 3GPP, <sup>17</sup> et probablement 24,25-27,5 GHz, ce qui doit pourtant encore être décidé dans le cadre de la WRC 2019. Pour ces bandes (surtout la dernière), la disponibilité de spectre est possible sous réserve de libération des fréquences : son partage ne devrait être considéré que si le type de partage "actif" le requiert (MOCN, GWCN).

ii) Sinon, la bande des 700 MHz issue du second dividende numérique, idéale pour la couverture de zones peu denses (auxquelles des obligations de couverture sont souvent rattachées), pourrait être déployée aussi bien en 4G qu'en 5G. Son partage serait alors intrinsèquement plus intéressant car cette bande ne dispose à ce jour que de 2x30 MHz, <sup>18</sup> ce qui pourrait s'avérer insuffisant pour les besoins.

À noter que, si davantage de spectre est souhaité pour des services 5G, les MNO luxembourgeois devraient d'abord procéder autant que possible à un partage "intra-opérateur" de leurs propres fréquences (technologiquement neutres), sachant que, d'après les travaux en cours de normalisation, la 5G devrait s'appuyer fortement sur la 4G.

### b) Procédures générales de partage du spectre

Que ce partage concerne des bandes licenciées ou d'autres, des procédures existent pour optimiser l'usage de ces ressources. Le partage peut en effet être:

- vertical, avec une priorité d'utilisation établie selon le statut conféré à l'utilisateur (primaire, secondaire, etc.);
- horizontal, typiquement dans les bandes non licenciées avec le WiFi, sans règle de priorité, mais avec des mécanismes permettant de minimiser les gênes entre parties; ou
- selon une approche combinée, avec un partage horizontal par classe d'utilisateurs.

<sup>17</sup> Et partiellement utilisées pour la provision d'accès fixe à Internet via la BLR.

<sup>18</sup> Plus en option 20 MHz en mode SDL.

### c) Spectre réglementé d'autres acteurs

Les concepts précédents trouvent leur illustration dans des outils de gestion complémentaire du spectre, tels que le Licensed Shared Access (LSA) en Europe, auprès d'acteurs:

- des diffuseurs TNT, pour l'utilisation opportuniste par les MNO de fréquences dans les espaces blancs de la télévision (avec des autorisations selon la géolocalisation);
- des institutions gouvernementales, essentiellement militaires, notamment pour exploiter la bande 2,3 GHz; et
- des opérateurs satellitaires, utilisant au Luxembourg la bande C.

Comme l'indique l'un des MNO, les projets initiés jusqu'à présent pour exploiter ces bandes de fréquences de façon plus efficace ont connu en Europe un élan limité. Cette offre de spectre devrait rester marginale, pour des scénarios de déploiement très spécifiques. Ceci résulte essentiellement :

- du risque d'interférence entre les services offerts par les parties, la technologie sous-jacente n'ayant pas encore fait ses preuves;
- du besoin de contrats à long-terme, pour couvrir les coûts de déploiement, avec des accords souples quant à l'utilisation effective du spectre, et d'envergure nationale sans zones d'exclusion à l'instar de la couverture des MNO.

### d) Bandes non licenciées

Depuis la version 13 de LTE, les MNO ont surtout la possibilité d'agréger leur spectre licencié à du spectre non licencié, en particulier dans la bande 5 GHz<sup>19</sup>, afin qu'ils puissent augmenter la capacité de leurs réseaux d'accès, notamment dans les zones moins denses où les risques d'interférence et de congestion sont réduits.

Cette forme de partage du spectre est bien plus simple à mettre en place puisqu'il suffit de respecter des règles du type "Listen before talk"<sup>20</sup> (de puissance et de courtoisie). Malgré l'absence de garantie de QoS, les MNO pourraient donc recourir de façon opportuniste à ces bandes.

## E. Accompagnement de l'extinction des réseaux

Il s'agira dans un premier temps de l'extinction de la 2G, mais à un horizon encore relativement éloigné:

- ceci afin de ne pas pénaliser les utilisateurs encore équipés de terminaux 2G/3G pour lesquels la voix est traitée en mode circuit (à l'opposé des technologies tout IP telles que la VoLTE); et
- du fait d'usages M2M qui utilisent la 2G pour son coût réduit et peuvent nécessiter son maintien jusqu'à environ 2025.

La solution idoine serait alors de ne maintenir qu'un seul réseau 2G, avec une itinérance nationale pour les autres MNO. Ceci permettrait de libérer des ressources spectrales qui pourraient être mieux utilisées avec des technologies plus récentes<sup>21</sup>. En 2G, un partage "actif" avec partage du spectre (MOCN, GWCN) n'est ni défini ni envisageable de façon pratique.

<sup>19</sup> Voie descendante, mais aussi ascendante depuis la version 14 LTE.

<sup>20</sup> LBT, i.e. « Détecter avant d'émettre ».

<sup>21</sup> Le refarming de la bande 900 MHz avec de la 4G a déjà été rendu possible par sa standardisation au sein du 3GPP.

## 4. Variantes de partage envisageables et impacts sur les acteurs

À la suite de cette synthèse des évolutions prévisibles ou envisagées, notamment sur le plan technologique, cette section réévalue de manière prospective les formes de partage "actifs" et de partage du spectre selon leurs impacts potentiels sur les acteurs concernés: opérateurs, régulateur et consommateurs.

### 4.1. Critères d'analyse

#### A. Intérêts des acteurs

Sur le papier, de façon simplifiée et en moyenne, les intérêts des opérateurs, du régulateur, et des consommateurs devraient être relativement proches:

**Tableau 3 : Intérêts des opérateurs, du régulateur et des consommateurs**

Opérateurs	Régulateur / Autorités	Consommateurs
Coûts (Capex, Opex) ↘	Coûts ↘, * pour des tarifs de gros (≥ coûts) et de détail ↘	Prix des services ↘
Temps de déploiement ↘ (dont démarches administratives)	Temps de déploiement ↘ (dont aménagement du territoire)	Couverture ↗
<b>Part de marché (en volume) ↗ **</b>	Concentration (IHH) ↘	
Arpu ↗	Débits, QoS, innovations ↗	Débits, QoS, innovations ↗
Autonomie (décisions et actions) ↗	Concurrence ↗ (+ investissements ↗)	Choix (alternatives) ↗
Utilisation efficace du spectre ↗	Utilisation efficace du spectre ↗	
Entreprise responsable	Respect de l'environnement	Consommateur vigilant

\* Mais une hausse des investissements, avec des retombées directes et indirectes sur l'économie, est perçue favorablement.

\*\* Un intérêt à part car individuel : il ne peut être simultanément satisfait pour l'ensemble des opérateurs. IHH = indice Herfindahl-Hirschmann =  $\sum pdm_i^2$  avec les parts de marché  $pdm_i$ , des entreprises du secteur : plus IHH est élevé, plus le secteur est concentré.

Au sein de chaque catégorie d'acteurs, des intérêts sont reliés entre eux, parfois l'un à l'encontre de l'autre : des arbitrages doivent être effectués et les priorités varient naturellement aussi bien chez les consommateurs que chez les opérateurs.

Cela étant, les actions du régulateur dans son secteur d'activité ont pour ultime objectif de favoriser le développement de l'économie du pays et du bien-être dans la société. Les intérêts du régulateur, en ligne avec l'intérêt national, sont donc censés constituer la meilleure synthèse des intérêts des acteurs concernés au Luxembourg.

#### B. Impacts potentiels

Finalement, pour un type donné de zone de desserte, les formes de partage peuvent être appréciées selon leurs impacts potentiels essentiellement dans les domaines suivants:

##### a) Économies de coûts (Capex, Opex), et/ou

- réduction du temps nécessaire au déploiement du réseau ou de la technologie, et/ou
- amélioration des débits disponibles et de la QoS, et/ou
- amélioration de l'efficacité de l'utilisation de la ressource spectrale;

##### b) Concurrence par les infrastructures et/ou sur les services (et leur QoS):

- entre les parties, via leur degré d'autonomie stratégique (dont réversibilité de l'accord) et opérationnelle (dont partage d'informations), et leur capacité de différenciation, mais aussi
- entre les parties et des acteurs ne participant pas au partage;

##### c) Respect de l'environnement: exigences CEM et visuelles, consommation énergétique.

Hormis l'impact sur a), qui pourrait globalement être modélisé et traduit uniquement en termes de gains financiers (à un horizon donné)<sup>22</sup>, l'analyse des impacts potentiels est avant tout qualitative.

Comme rappelé plus tôt, d'une manière générale, le partage "passif" est bénéfique et souhaitable dans tous les cas. En ce qui concerne les formes de partage "actif", leurs impacts potentiels dépendent naturellement de la technologie : d'abord, de sa compatibilité avec ces formes de partage; ensuite et surtout, de l'état de déploiement de la technologie.

En l'occurrence, pour tous les MNO au Luxembourg, le déploiement des technologies existantes est achevé ou quasiment achevé. Par conséquent, un développement du partage "actif" avec ces technologies impliquerait avant tout un réaménagement d'une partie des sites partagés aujourd'hui uniquement sur un mode "passif", plutôt que des constructions ex-nihilo pouvant en outre susciter le démantèlement de sites. Mais dans un cas comme dans l'autre, les gains nets pour les opérateurs et pour le pays en général seraient vraisemblablement inférieurs aux inconvénients, ne seraient-ce que du fait de durées d'amortissement très raccourcies.

### C. Limitations et contraintes

Si la forme de partage considérée n'est pas globalement objectée, son application peut néanmoins être soumise à diverses restrictions spécifiques. Il s'agit en premier lieu d'éventuelles limitations:

- géographique : zone(s) de validité et/ou d'exclusion, notamment par rapport à l'impact sur la concurrence et/ou
- temporelle des accords, notamment par rapport aux niveaux de déploiement des parties.

L'approbation d'un accord entre deux MNO peut aussi éventuellement être soumise à la condition qu'il soit ouvert aux autres MNO, et de façon équitable.

## 4.2. Partage d'infrastructures sans partage de spectre licencié

Outre le partage "passif", il s'agit ici des variantes du RAN sharing et d'elles seules: RAN sharing "de base" et MORAN.

### A. Impacts

**a)** Après le partage "passif", le RAN sharing est la forme de partage permettant le plus d'économies (dans un scénario "greenfield"). Il peut cependant encore avoir un léger impact négatif sur la QoS en raison de la réduction de la force du signal lorsque les antennes sont combinées.

**b)** En ce qui concerne l'autonomie des parties, elle est relativement bien préservée, même dans la configuration MORAN dans laquelle les parties gardent le contrôle de leurs paramètres cellulaires.

**c)** Sur le plan environnemental avec plusieurs opérateurs sur un même site, l'application de normes CEM cumulatives est difficile à satisfaire.

### B. Opinions

**i)** Pour les technologies existantes, IDATE et Marpij ne voient pas d'objection à une poursuite de la mise en place du RAN sharing, quel que soient ses variantes (en respectant les normes CEM), y compris:

- pour une conversion à l'échelle nationale de la plupart des sites "passivement" partagés, ce cas de figure étant très peu probable sans l'idée d'approfondir aussi le partage (cf. MOCN section suivante), ou s'il n'est pas mené conjointement avec la 5G; et/ou
- pour une extension entre seulement deux MNO :
  - ne serait-ce que pour faciliter le respect des normes CEM (ce qui ne va pas de soi),
  - dès lors que cette extension du RAN sharing ne saurait concerner finalement qu'un nombre limité de sites 2G/3G/4G, donc n'avoit qu'un impact potentiellement très réduit sur l'équilibre concurrentiel, vis-à-vis de l'opérateur qui serait exclu de ce programme.

<sup>22</sup> Ainsi que l'a fait le cabinet WIK-Consult pour le régulateur suisse ComCom.

ii) Pour la 5G, comme évoqué plus tôt, un RAN sharing seul ne serait guère compatible avec les ondes millimétriques, utilisées surtout en zones denses. Il serait en revanche envisageable dans les zones peu denses, lorsqu'il n'est pas nécessaire de recourir au MIMO massif, notamment avec les bandes 800 MHz (et 700 MHz).

IDATE et Marpij ne voient a priori aucune objection à un tel partage, ni un besoin de le limiter dans sa durée. Par ailleurs, des accords entre MNO pourraient être conclus pour les zones peu denses.

- En revanche, un accord national sur l'ensemble des zones écartant systématiquement le même opérateur serait sans doute perçu défavorablement.
- Toujours sur ces zones, dès lors un RAN sharing étendu à tous les MNO, mais dans le respect des normes CEM, serait la meilleure solution.

### 4.3. Partage d'infrastructures avec partage de spectre licencié

Le partage du spectre entre MNO est théoriquement possible avec seulement un partage "passif", voire sans aucun partage d'infrastructure. Mais cela s'apparenterait davantage à une forme de "spectrum trading" (transfert ou location de fréquences), un sujet à part entière<sup>23</sup> qui ne relève pas de la présente étude.

Cette section considère donc les formes de partage "actif" combinées avec un partage du spectre, en particulier celles qui intrinsèquement le requiert - MOCN et GWCN - et pour les technologies 4G et 5G, les seules technologies (potentiellement) pertinentes aujourd'hui avec ces architectures.

- a) Par rapport au MORAN seul, la solution (MORAN+) MOCN génère des économies supplémentaires, mais dans une moindre proportion qu'entre RAN sharing et partage "passif". Entre MOCN et GWCN, l'incrément est encore plus réduit.
- b) Dans ces deux configurations, la question de l'autonomie et de la différenciation des parties était celle qui posait problème à l'IBPT dans le contexte des lignes directrices de 2012. Mais comme évoqué, les dernières versions LTE augurent de fonctionnalités à même de répondre aux craintes exprimées, notamment pour la solution MOCN, a fortiori si elle est associée au Network Slicing (approche privilégiée par le 3GPP), et par conséquent en 5G. Avec un partage d'éléments du cœur de réseau, le cas du GWCN nous laisse un peu plus circonspects, tant que le concept du découpage réseau n'a pas fait davantage ses preuves.

Avec un partage d'éléments du cœur de réseau, l'architecture GWCN soulève fondamentalement encore des craintes sur la capacité des parties à préserver un degré d'autonomie suffisant, tout au moins pour autant que le concept du découpage réseau n'a pas fait davantage ses preuves. En outre, son application au Luxembourg serait d'autant plus délicate que certains opérateurs pourraient localiser leurs cœurs de réseau à l'étranger.

- c) En ce qui concerne les aspects environnementaux : le regroupement des fréquences pourrait pénaliser les autorisations opérationnelles, du fait de la réglementation CEM. En outre, hors constitution d'une entité commune, la responsabilité juridique des parties peut poser question lors de brouillages (p. ex. aux frontières) ou de dépassement de limites de rayonnements.

<sup>23</sup> Cf. par exemple l'étude de 2012 d'OXERA pour le compte du régulateur irlandais ComReg, OXERA, Spectrum trading issues, A framework for competition assessments, Report prepared for the Commission for Communications Regulation, 11 July 2012.

## 4.4. Partage du spectre entre MNO et d'autres acteurs

### A. Bande C

La bande C est historiquement utilisée par le service du service fixe par satellite (FSS). Par la décision 2008/411/CE la bande de fréquences 3 400-3 800 MHz a été harmonisée pour les systèmes de Terre permettant de fournir des services de communications électroniques dans l'Union européenne et les États membres ont autorisé l'utilisation de ladite bande de fréquences, pour les réseaux fixes, nomades et mobiles de communications électroniques.

Dans leurs contributions à la consultation publique, certains MNO considèrent que toute la bande C devrait être libérée à leur profit pour le déploiement de la 5G. Si tel n'était pas le cas, l'utilité du recours à cette bande serait limitée. Mais un autre MNO privilégie un partage limité à des zones peu denses.

Toujours est-il qu'un partage du spectre 5G entre MNO et tout autre opérateur de service de radiocommunication ne peut être évalué à ce stade, en absence de standardisation.

### B. Bandes non licenciées

Le cas d'une utilisation par les MNO de bandes non licenciées a été abordé à la fin de la section 3 : la différence principale sera l'absence de contractualisation des accords de partage. Des mécanismes de coexistence, déjà mis en œuvre dans les dispositifs WiFi, devront être prévus. Ceux-ci devraient assurer une utilisation équitable du spectre sans licence et la restriction des interférences potentielles.



## 5. Observations finales

En tant qu'un des constats de cette étude, d'une manière générale les opérateurs ne semblent pas montrer un intérêt imminent et immédiat dans les options ouvertes par le partage du spectre, au moins en ce qui concerne les technologies matures dans lesquelles ils ont déjà déployés leurs réseaux (2G, 3G et 4G).

L'arrivée de la 5G, qui n'est pourtant pas encore standardisée, pourrait cependant changer la donne et amener les opérateurs à demander au futur un élargissement des possibilités existantes dans le cadre réglementaire actuel.

L'IDATE et Maprij n'ont a priori aucune objection à l'application de la solution MOCN avec les dernières versions LTE, a fortiori en 5G, mais:

- dans le respect des normes CEM (en vigueur au moment de l'application); et
- à la condition que les parties acceptent d'être conjointement responsables de leurs émissions à partir des sites partagés.

En revanche, l'IDATE et Marpij sont très réservés sur la mise en œuvre d'une architecture GWCN, même dans les cas où les cœurs de réseau seraient localisés au Luxembourg.

## 6. Glossaire

ARN	Autorité de Régulation Nationale
CEM	Compatibilité Electro-Magnétique
DAS	Distributed Antenna System
GWCN	Gateway Core Network
LAN	Local Area Network
LTE	Long Term Evolution
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MNO	Mobile Network Operator
MORAN	Multiple Operator RAN
MORAN+	Synonyme pour MOCN
MOCN	Multi Operator Core Network
PSM	Puissant Sur le Marché
QoS	Quality Of Service
RAN	Radio Access Network
ROI	Return On Invest
TNT	Télévision Numérique Terrestre
3 GPP	3rd Generation Partnership Project