



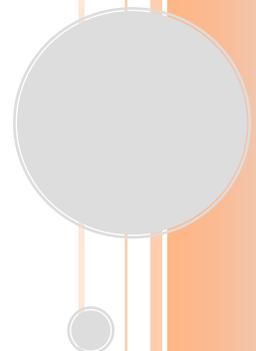
# **REGULATION DES BANDES DE FREQUENCES « LIBRES » AU BURKINA FASO**

**Mémoire de Fin d'étude – Formation REGTEL 2018-2019**

**Présenté par :** Mr Galiem S-M OUEDRAOGO

**Sous la Direction de :** Mr Yann BALGOBIN

31/03/2020



## **REMERCIEMENT**

Le présent travail n'aurait pu voir le jour sans la contribution incommensurable de personnes qui ont accompagné sa réalisation. Mes remerciements vont particulièrement à l'endroit de:

- Monsieur Yann Balgobin, notre responsable de mémoire ;
- L'ensemble du corps professoral et de la promotion 2018-2019 de la formation REGNUM-REGTEL

Avec toute mon affection, je dédie ce travail à ma famille pour son soutien de tous les instants.

## **RESUME**

L'utilisation des fréquences libres est une opportunité pour le développement du « large bande » au Burkina Faso. Les fréquences libres concernées sont celles utilisées pour les réseaux locaux d'accès à Internet « Wi-Fi ». Les opportunités offertes par les technologies de communications électroniques utilisant le Wi-Fi sont nombreuses. Par ailleurs, la couverture internet du Burkina est extrêmement faible (30% de taux de pénétration en 2019) avec une fracture numérique importante.

Dans les grandes villes le défi est de susciter l'adhésion à des services différents de ceux proposés par les opérateurs de téléphonie mobile. Dans les zones rurales, le défi est de pouvoir identifier les conditions suffisamment motivantes pour que les fournisseurs de services internet puissent s'y déployer.

Pour tirer profit des opportunités technologiques offertes par le Wi-Fi, trois (03) orientations stratégiques sont proposées dans ce travail:

- Favoriser une utilisation libre de ces technologies par des acteurs habilités dans le respect des conditions d'utilisation de ses technologies en vue d'offrir des services de qualité ;
- Réduire la fracture numérique par des mesures incitatives au déploiement de solution Wi-Fi en milieu rural ;
- Favoriser la concurrence par la qualité de l'offre en milieu urbain.

## **ABSTRACT**

Unlicensed spectrum is an opportunity for digital development of in Burkina Faso. The concerned spectrum are those used for local "Wi-Fi" Internet access networks. The opportunities offered by electronic communications technologies using Wi-Fi are numerous. In other way , internet coverage in Burkina is extremely low (30% penetration rate in 2019) with a significant digital divide.

In big cities, the challenge is to create adhesion to services different from those offered by mobile operators. In rural areas, the challenge is to be able to identify the conditions that are motivating enough for Internet service providers to deploy.

To take advantage of the technological opportunities offered by Wi-Fi, three (03) strategic directions are proposed in this work:

- Encourage the free use of these technologies by authorized actors in compliance with the conditions of use of its technologies in order to offer quality services;
- Reduce the digital divide through incentives to deploy the Wi-Fi solution in rural areas;
- Foster competition through the quality of supply in urban areas.

# SOMMAIRE

REMERCIEMENT .....	2
RESUME.....	3
ABSTRACT .....	3
SOMMAIRE.....	4
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	7
GLOSSAIRE .....	8
LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES .....	14
INTRODUCTION.....	15
<b>CHAPITRE I: OPPORTUNITÉS TECHNOLOGIQUES OFFERTES PAR LE Wi-Fi.....</b>	<b>18</b>
I. Présentation .....	18
I.1. Définition .....	18
I.2. Bref historique .....	18
I.3. Concepts clefs .....	19
II. Infrastructures Wi-Fi.....	21
II.1. Principaux Equipements .....	21
II.2. Principales possibilité d'Intégration .....	22
II.3. Gestion de l'infrastructure .....	24
III. Solutions Wi-Fi .....	26
III.1. Wi-Fi pour les réseaux locaux « indoor » .....	26
III.2. Wi-Fi pour les réseaux locaux « Outdoor » .....	27
III.3. Wi-Fi pour les réseaux longues distances.....	29
III.4. Cas particulier du Super Wi-Fi .....	30
IV. Le Wi-Fi comme une opportunité.....	33
<b>CHAPITRE II: BESOINS EN MATIERE DE COUVERTURE NUMÉRIQUE .....</b>	<b>35</b>
I. Couverture large bande et environnement existant .....	35
I.1. Couverture mobile .....	35
I.2. Couverture Fixe .....	37
I.3. Projets structurants d'intérêt .....	37
I.4. Environnement règlementaire et législatif .....	42
I.5. Utilisation des bandes libres .....	42
II. Marché .....	43

II.1.	Situation du Burkina Faso.....	43
II.2.	Principaux acteurs du marché.....	44
II.3.	Principaux segments de marchés .....	46
III.	Identification des besoins .....	47
III.1.	En terme de couverture .....	47
III.2.	En terme de réglementation.....	49
III.3.	En terme de marché .....	52
<b>CHAPITRE III:</b>	<b>REGULATION DES BANDES LIBRES .....</b>	<b>55</b>
I.	Utilisation libre du Wi-Fi .....	55
I.1.	Attribuer des licences au FAI .....	55
I.2.	Restreindre l'utilisation des bandes libres en extérieur aux acteurs détenteurs de licence.....	57
I.3.	Abaisser les redevances de fréquences pour les liaisons Point à Point .....	57
I.4.	Définir les conditions d'utilisation du Wi-Fi .....	58
I.5.	S'assurer du respect des conditions d'utilisation du Wi-Fi.....	58
II.	Réduction de la fracture numérique .....	59
II.1.	Développer l'offre de capacité.....	59
II.2.	Faciliter l'utilisation des réseaux de transport en milieu rural.....	59
II.3.	Favoriser la desserte des zones rurales.....	60
II.4.	Encourager le développement des fournisseurs hybrides d'électricité et internet pour les zones isolées .....	61
III.	Concurrence par la qualité de l'offre .....	61
III.1.	Faciliter la mise à disposition de fréquences de transport en milieu urbain .....	61
III.2.	Favoriser la mise en œuvre d'offre nomade .....	61
III.3.	Production et hébergement de contenus locaux .....	62
III.4.	Formation des fournisseurs d'accès à internet .....	63
	CONCLUSION .....	64
	ANNEXES .....	66
I.	Fiches de collectes .....	66
I.1.	Questionnaires adressé aux utilisateurs pour estimer les besoins du marché des réseaux larges bandes fixes Wi-Fi.....	66
I.2.	Questionnaire adressé aux FAI pour recueillir les données précise de l'utilisation des solutions Wi-Fi au Burkina Faso .....	67
II.	Résultats.....	70

<b>II.1.</b> Enquête par interview directe adressé aux utilisateurs pour estimer les besoins du marché des réseaux larges bandes fixes Wi-Fi .....	70
<b>II.2.</b> Enquête par interview directe sur les FAI pour recueillir les données précise de l'utilisation des solutions Wi-Fi au Burkina Faso .....	72
<b>III.</b> Conditions d'utilisation de fréquences pour des applications de réseaux locaux radioélectriques à large bande (RLAN), par les appareils de faible puissance et de faible portée 81	
<b>III.1.</b> Tableau des puissances maximales autorisées et les conditions d'utilisation des fréquences dans la bande dans la bande 2,4 GHz, par les systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (RLAN) .....	81
<b>III.2.</b> Tableau récapitulatif sur les puissances autorisées et les conditions d'utilisation des fréquences dans la bande 5 GHz par les systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (RLAN) .....	81
<b>IV.</b> Comparatifs de coûts .....	83
<b>V.</b> Bibliographie .....	86

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ADSL** - Asymmetric Digital Subscriber Line (réseau cuivre permettant la fourniture de services internet fixe)

**AFP (ou SRD)** : dispositifs de faible puissance et de faible portée **ARCEP** - Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes du Burkina Faso

**AP** - Access Point (point d'accès)

**FAI** - Fournisseur d'Accès Internet

**FH** - Faisceau Hertzien

**FO** - Fibre Optique

**FTTH** - Fiber To The Home (fibre à l'abonné)

**GER** - Gros Entretien et Renouvellement

**GPRS** - Global Packet Radio service

**GSM** - Global System for Mobile Communication

**HD** - Haut Débit

**HSDPA** - High Speed Downlink Packet Access

**IEEE** - Institute of Electrical and Electronics Engineers

**IGB** - Institut Géographique du Burkina Faso

**IMT-2000** - International Mobile Telecommunications-2000

**INSD** - Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina Faso

**IP** - Internet Protocol

**ISO** - Organisation internationale de normalisation

**LAN** - Local Area Network (réseau métropolitain)

**LTE** - Long Term Evolution

**MAN** - Metropolitan Area Network (réseau métropolitain)

**Mbps / Mbit/s** - Mégabit par seconde

**MDENP** : Ministère du Développement de l'Economie Numérique et des Postes du Burkina Faso

**MHz** - Megahertz

**NRI** - Networked Readiness Index

**OCDE** - Organisation de Coopération et de Développement Économiques

**PAV** - Point d'Atterrissage Virtuel

**PIB** - Produit Intérieur Brut

**POP** - Point de Présence Opérateur

**POS** - Plan d'Occupation des Sols

**PNDEN** - Politique Nationale de Développement de l'Economie Numérique du Burkina Faso

**PNDES** - Plan National de Développement Economique et Social

**RTC** - Réseau Téléphonique Commuté

**SDAN** : Schéma Directeur d'Aménagement Numérique

**SDAU** - Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

**SIG** - Système d'Information Géographique

**SNADDT** - Schéma National d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire

**SN@DEN** - Stratégie Nationale de Développement de l'Economie Numérique 2018-2027

**SONABEL** - Société nationale d'électricité du Burkina Faso

**TDM** - Time Division Multiplexing

**TDMA** - Time Division Multiple Access

**THD** - Très Haut Débit

**TNT** - Télévision Numérique Terrestre

**UIT** - Union Internationale des Télécommunications

**UMTS** - Universal Mobile Télécommunication System

## **GLOSSAIRE**

**2G** : La 2G a marqué, pour la téléphonie mobile, le passage de l'analogique vers le numérique. La 2G, qui s'appuie sur la norme GSM (Global System for Mobile Communication), se caractérise notamment par la possibilité d'avoir un échange vocal pour un débit maximal théorique de 9,6 kbit/s. Elle a également permis à l'utilisateur équipé d'un terminal mobile de transférer des données numériques de faible volume (principalement du texte, avec les SMS ou des photos, avec les MMS). Aujourd'hui, la plupart des téléphones portables et smartphones sont au minimum, compatibles avec cette technologie.

**3G** : La 3G est la troisième génération de téléphonie mobile. Elle englobe notamment les technologies Universal Mobile Télécommunications System (UMTS), celles-ci étant utilisées dans un très grand nombre de pays, et CDMA2000, qui existe notamment aux Etats-Unis. Ces technologies permettent des débits beaucoup plus rapides que ceux de la génération précédente, et permettent des usages multimédias tels que la transmission de vidéos, la TV mobile, la visiophonie ou l'accès à internet haut débit. L'UMTS se caractérise par des débits théoriques de l'ordre de 2 Mbit/s et pratiques de l'ordre de quelques centaines de Kbit/s.

**4G** : La 4G est la quatrième génération de téléphonie mobile. Elle est marquée par l'arrivée de la nouvelle technologie LTE (Long Term Evolution), qui se caractérise par un débit théorique de 150 Mbit/s et pratique de l'ordre de quelques dizaines de Mbit/s. Les évolutions principales de la 4G résident dans l'augmentation des débits maximum théoriques (meilleur débit réel et meilleure capacité des réseaux à écouler le trafic) et des délais de latence plus réduits (temps de réaction réduit permettant une meilleure interactivité). L'utilisateur dispose ainsi d'une connexion environ 3 fois plus rapide qu'en 3G.

**ADSL** : (Asymmetric Digital Subscriber Line) Service d'accès à l'Internet utilisant les lignes téléphoniques classiques, sur une bande de fréquence plus élevée que celle utilisée pour la téléphonie. Le débit descendant est plus élevé que le débit ascendant.

**Affermage** : L'affermage est un contrat de gestion déléguée par lequel le contractant s'engage à gérer un service public, à ses risques et périls, contre une rémunération versée par les usagers. Le fermier reverse à la personne publique une redevance destinée à contribuer à l'amortissement des investissements qu'elle a réalisés. La rémunération versée par le fermier en contrepartie du droit d'utilisation de l'ouvrage est appelée la surtaxe. Le financement des ouvrages est à la charge de la personne publique mais le fermier peut parfois participer à leur modernisation ou leur extension.

**Backbone** : Les réseaux de communications électroniques présentent une architecture hiérarchisée en trois niveaux, le réseau dorsal, le réseau de collecte et le réseau de desserte. Le backbone correspond au réseau dorsal. C'est la partie du réseau qui supporte le gros du trafic, en utilisant les technologies les plus rapides et une grande bande passante sur des distances importantes.

**Backhaul** : (synonyme réseau de collecte). Le réseau de collecte est défini comme l'ensemble des réseaux de communications électroniques permettant d'accéder aux nœuds d'extrémité des réseaux boucle locale.

**Bande Passante** : C'est la « largeur » ou « la capacité » d'une voie de communication, en termes de débit, quel que soit le support utilisé (fils de cuivre, câble coaxial, fibre optique, fréquences hertziennes, etc.).

**Bande Passante Internationale** : La bande passante internationale est la quantité maximale (ou le débit) de transmission de données d'un pays vers le reste du monde. Elle est égale à la somme de la capacité de toutes les liaisons internationales de données d'un pays vers d'autres pays/

**Bit par seconde (bit/s)** : Unité de mesure des débits dans les communications électroniques. Un bit désigne l'élément de base de l'information numérique : il peut prendre la valeur 0 ou 1. On emploie généralement les kilobit par seconde (kbit/s, mégabit par seconde (Mbit/s) et gigabit par seconde (Gbit/s). Un débit de 2 Mbit/s signifie que 2 millions de 0 ou de 1 sont transmis en une seconde.

**BTS** (Base Transceiver Station - Station de base, ou station de transmission de base) : Équipement actif de type émetteur/récepteur qui assure la communication entre un appareil mobile et le réseau et qui fournit un point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa cellule pour recevoir ou transmettre des appels, des données. La BTS

doit, pour ce faire, gérer les problèmes liés à la transmission radioélectrique de ce réseau : modulation, démodulation, égalisation, codage, correction d'erreurs... Elle est quasi-systématiquement située sur un point haut dominant la zone qu'elle est destinée à couvrir.

**Boucle Locale** : C'est la partie terminale du réseau qui raccorde une prise téléphonique au réseau de l'opérateur ou fournisseur d'accès. La boucle locale peut être filaire ou radio. Dans le premier cas, il peut typiquement s'agir soit de la partie du réseau en « fils de cuivre » qui sépare la prise téléphonique du répartiteur (le central téléphonique local de l'opérateur) auquel est raccordée la prise, soit de la partie terminale d'un réseau très haut débit en fibre optique. Dans le cas d'une boucle locale radio, il s'agit de la partie du réseau qui relie l'équipement terminal (ordinateur ou téléphone etc.) à l'antenne la plus proche de l'opérateur.

**Collecte** : Voir backhaul

**Concession** : C'est une des formes de contrat que peut prendre une délégation de service public. Elle se distingue de l'affermage par la prise en charge par le concessionnaire (souvent une société privée) non seulement des frais d'exploitation et d'entretien courant, mais également des investissements. Le concessionnaire se rémunère directement auprès de l'utilisateur. Dans ce type de contrat, la collectivité délégante est souvent dégagée de toute charge financière d'investissement. En contrepartie, elle doit accepter une durée de concession généralement plus longue que l'affermage.

**Data** : La data est un terme anglais utilisé dans le secteur des télécommunications pour qualifier les données qui peuvent circuler par un réseau de communications électroniques.

**Débit** : Quantité de données numériques transmises pendant une unité de temps. On l'exprime généralement en bit/s.

**Débit symétrique** : On parle de symétrie du débit quand le débit maximum montant (de l'utilisateur vers le cœur de réseau) est équivalent au débit maximum descendant (du cœur de réseau vers l'utilisateur). Les accès ADSL sont asymétriques : le débit descendant est environ dix fois plus élevé que le débit montant.

**Équipement actif** : Élément électronique du réseau, générant et traitant des signaux (ondes radio, électriques ou lumineuses, suivant le type de réseau)

**Faisceau hertzien** : Un faisceau hertzien est un système de transmission de signaux monodirectionnel ou bidirectionnel entre deux sites géographiques fixes. Il exploite le support d'ondes radioélectriques, par des fréquences porteuses allant de 1 GHz à 86 GHz (gamme des micro-ondes), focalisées et concentrées grâce à des antennes directives.

**FAI** (Fournisseur d'Accès à Internet) : Opérateur offrant une connexion au réseau informatique Internet.

**Fibre optique** : Il s'agit d'un câble qui permet de transporter des signaux sous forme lumineuse (par rayonnement optique). Le câble de fibre optique véhicule de la lumière mais ne transporte pas de courant électrique. La fibre optique est une solution technique idéale lorsque l'on souhaite obtenir du très haut débit sur une longue distance (de plusieurs centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres).

**FON** : la Fibre Optique Noire (FON) est une fibre optique installée mais pas encore activée.

**FttH** (Fiber to the Home - Fibre optique jusqu'à l'abonné) : Ligne de communications électroniques à très haut débit en fibre optique déployée jusqu'à un logement ou local à usage professionnel et permettant de desservir un utilisateur final.

**FTTx** (Fiber To The...) : littéralement, "fibre jusqu'à...". Le FTTx désigne la famille de desserte utilisant la fibre optique comme support physique (par opposition aux réseaux cuivre comme le réseau téléphonique, ou aux réseaux radio). La variable X désigne le point de terminaison de la partie optique, les derniers mètres étant alors généralement réalisés sur cuivre. Déclinaisons les plus fréquentes : FTTH (home : foyer), FTTB (building : immeuble, sous-entendu pied d'immeuble), FTTC/FTTN (curb/neighbourhood : trottoir/quartier).

**GER** : Dans un modèle économique, le GER (Gros Entretien et Renouvellement) correspond au montant de l'investissement annuel portant sur des opérations de maintenance lourde et de renouvellement d'installations existantes.

**Haut Débit** : La définition du haut débit fluctue selon les pays. Dans le cadre du SDAN le haut débit correspond à un accès supérieur à 2 Mbit/s en voie descendante et 1 Mbit/s en voie montante.

« **Indoor** » : Le Indoor est un cas d'application du standard IEEE 802.11 pour une utilisation à l'intérieur d'un bâtiment.

**Interconnexion** : L'interconnexion constitue le fondement d'internet. Elle désigne la relation technico-économique qui s'établit entre différents acteurs pour se connecter et échanger mutuellement du trafic. Elle garantit le maillage global du réseau et permet aux utilisateurs finaux de communiquer entre eux

**IRU (Indefeasible Right of Use)** : Droit d'usage irrévocable d'utiliser une partie des capacités d'un réseau, notamment en fibres optiques, sur une période de temps déterminée. Les IRU acquis bénéficient de dispositions comptables les assimilant largement à des investissements.

**IXP (Internet Exchange Point)** : infrastructures qui permettent aux différents acteurs de s'interconnecter directement, via un point d'échange, plutôt que par le biais d'un ou de plusieurs gestionnaires de réseaux internationaux (transitaire). Les points d'échange permettent la mutualisation des coûts d'hébergement et de raccordement, ainsi que la mise en œuvre efficace de nombreuses relations de peering mais également de transit.

**Large Bande** : Le « large bande » fait référence au réseau de haut. Au Burkina Faso, la large bande correspond à un débit de 2Mbps en liaison descendante et de 1Mbps en liaison montante

**LTE (Long Term Evolution)** : Technologie radio mobile de 4ème génération (voir 4G).

**MAN (Metropolitan Area Network)** : Réseau métropolitain qui permet la connexion de plusieurs sites à l'échelle d'une ville.

**Mutualisation** : La mutualisation est comprise comme l'utilisation d'une même infrastructure pour différents types de réseaux (par exemple télécoms et électricité, eau, etc.)

**Open Data** : Les données ouvertes (open data en anglais) correspondent aux données numériques, d'origine publique ou privée, mises à disposition de tout un chacun en accès libre, afin d'être réutilisables par tous sans restriction de copyright, brevets ou d'autres mécanismes de contrôle.

**Opérateur** : On entend par opérateur toute personne physique ou morale exploitant un réseau de communications électroniques ouvert au public ou fournissant au public un service de communications électroniques.

« **Outdoor** » : Le Indoor est un cas d'application du standard IEEE 802.11 pour une couverture externe.

**Partage d'infrastructure** : le partage d'infrastructure est compris entre différents acteurs du monde des télécoms qui choisissent de diminuer leurs coûts en évitant de creuser deux tranchées simultanément sur des parcours similaires.

**POC (Proof Of Concept)** : Une preuve de concept (en traduction littérale) est la mise en œuvre concrète d'une idée, d'une procédure, d'un produit, service ou logiciel. Dans une démarche d'innovation, cette étape expérimentale se déroule sur un temps court, avec des moyens humains et financiers limités afin de démontrer sa faisabilité.

**Point d'échange Internet** : Voir IXP

**PPP (Partenariat Public Privé)** : Mode de financement par lequel une autorité publique fait appel à des prestataires privés pour financer et gérer un équipement assurant ou contribuant au service public. Le partenaire privé reçoit en contrepartie un paiement du partenaire public et/ou des usagers du service qu'il gère.

**Réseau** : Ensemble de matériels, y compris les canalisations, géré par un ou des opérateur(s)/distributeur(s) en amont du point de livraison permettant la distribution d'énergie électrique ou des services de communication.

**Réseau de communication** : Réseau transmettant des services de communication, les signaux véhiculés pouvant être numériques ou analogiques.

**SIG (Système d'Information Géographique)** : Système d'information permettant d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles.

**Très Haut Débit** : la définition du très haut débit fluctue selon les pays. Dans le cadre du SDAN, le Très Haut débit est défini comme un accès supérieur à 30 Mbit/s en voie descendante et 5 Mbit/s en voie montante.

## LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES

Tableau 1 : Puissances limites autorisées généralement pour le Wi-Fi.....	20
Tableau 2 : Wi-Fi : exemple de (Modulation- Multiplexage -Débit) .....	21
Tableau 3 : Comparaison Wi-Fi - Ethernet - CPL .....	27
Tableau 4 : Comparaison Boucles (Filaire - BLR - Wi-Fi).....	29
Tableau 5 : Dispositifs du super Wi-Fi.....	31
Tableau 6 : Caractéristiques des normes 802.11af et 802.22.....	32
Tableau 7 : Super Wi-Fi, intérêt des fréquences .....	32
Tableau 8 : <i>Synthèse des infrastructures numériques existantes et en projet (Source : ARCEP-MDENP)</i>	37
Tableau 9 : <i>Opérateurs au Burkina Faso (Source : rapports 2019 de l'ARCEP)</i> .....	45

---

Figure 1 : Intégration Wi-Fi et CPL .....	23
Figure 2 : Intégration Wi-Fi et mobile (offloading) .....	24
Figure 3 : Architecture simplifiée du super Wi-Fi.....	31
Figure 4 : Architecture étendue du super Wi-Fi.....	31
Figure 5 : Standards pour les réseaux sans fil - IEEE .....	33
Figure 6 : graphique IDI 2017 des pays de la CEDEAO (Rapport UIT, 2017, Mesurer la Société de l'Information 2017) .....	44

---

Carte 1 : Localisation des points mobiles 2G/3G tout opérateur confondu .....	35
Carte 2 - Couverture 2G .....	36
Carte 3 - Couverture 3G .....	36
<b>Carte 4 - Backbones optiques existants (tout acteur confondu)</b> .....	38
Carte 5 -Synthèse des backbone en exploitation, en cours de déploiement et planifiés .....	40
<b>Carte 6 - Zones de couverture satellitaires dans le cadre du projet PADTIC</b> .....	41

## INTRODUCTION

L'utilisation du spectre « libre » s'est développée de manière fulgurante ces dernières années avec des technologies telles que le Wi-Fi, qui sont non seulement fortement utilisées à l'intérieur des résidences pour la connexion sans fil des différents équipements de la maison mais également à l'extérieur à travers des point d'accès « hotspot » permettant de se connecter à internet. Il en est de même pour l'utilisation de drones et pour de nombreuses applications de l'internet des objets. Ce succès s'explique par le coût abordable des équipements et la simplicité du cadre réglementaire d'utilisation de ces types de fréquences radioélectriques dans plusieurs pays. On parle de bandes de fréquences « libre », c'est-à-dire ne nécessitant pas d'autorisation préalable. Ces bandes de fréquences sont utilisées dans de nombreux secteurs d'activités, aussi bien pour les particuliers que pour les professionnels.

Les bandes de fréquences dites « libres » sont généralement utilisées sans licence. L'idée est que l'on puisse les utiliser sans avoir besoin d'obtenir l'accord préalable de l'autorité publique. La seule exigence est celle qui veut que les équipements se conforment aux conditions d'utilisation techniques, notamment en termes de puissance d'émission. Dans certains pays, néanmoins, des autorisations d'utilisation de fréquences avec des niveaux de puissance plus élevés peuvent être accordées.

L'utilisation libre facilite et simplifie l'usage des technologies concernées, mais cela se fait au détriment de la qualité de service. En effet, au regard des faibles coûts des équipements, le nombre d'utilisateurs est très important, ce qui entraîne beaucoup d'interférences. Cette problématique est accentuée par le fait que pour les fréquences utilisables sans licences, le régulateur n'est pas tenu de résoudre les cas de brouillages rencontrés.

Au Burkina Faso, les fréquences « libres » sont également utilisées pour des applications diverses et variées mais en particulier dans la cadre de la mise en œuvre de réseaux locaux. De nombreuses entreprises les utilisent sans déclaration pour interconnecter les sites de leurs agences disséminées dans la ville de Ouagadougou. Leur usage prévu pour des dispositifs à faible puissance et à faible portée est dévoyé de telle manière qu'aujourd'hui des sites à longue portée sont reliés par l'intermédiaire de dispositifs utilisant ces gammes de fréquences.

L'utilisation de drones ainsi que des applications de l'Internet des Objets « IoT » se développe de plus en plus dans de nombreux cas d'utilisation. Ces solutions ont besoins de connectivité pour pouvoir fonctionner mais ne contribuent pas au développement du « large bande ».

D'un point de vue règlementaire, le plan national d'attribution des fréquences au Burkina Faso spécifie les bandes de fréquences qui peuvent être utilisées pour les dispositifs de

faible puissance et de faible portée (AFP ou SRD). Des fréquences radioélectriques spécifiquement désignées par l'autorité de régulation peuvent être utilisées librement par les appareils de faible puissance et de faible portée dont les catégories sont déterminées par l'Autorité de régulation qui publie et met à jour en tant que besoin la liste de ces fréquences et les conditions de leur utilisation. Toutefois en pratique, la liste des bandes de fréquences « libres » n'a jamais été publiée par le régulateur et il a été délivré des autorisations d'utilisation de fréquences à un certain nombre de fournisseurs de services de communication électroniques et d'utilisateurs privés de réseaux indépendants dans les bandes de fréquences « Wi-Fi » 2.4 et 5.8 GHz.

La plupart des acteurs utilisant ces fréquences, fournissent l'accès à internet dans la ville de Ouagadougou et paient des redevances à l'autorité sans bénéficier de la qualité de service associée. Au-delà de ces éléments, la prolifération d'équipements réseaux et de terminaux de mauvaise qualité ainsi que la méconnaissance des utilisateurs, favorise une utilisation non respectueuse des conditions d'utilisations. Tout ceci concourt à une pollution de fréquences dans les villes de Ouagadougou, de Bobo Dioulasso et dans une moindre mesure dans les autres localités du pays. Les fournisseurs d'accès à internet se plaignent de plus en plus à l'Autorité de régulation au sujet des nombreuses problématiques de brouillage sur des bandes de fréquences pour lesquels ils payent des redevances. Dans les zones rurales la situation est à l'opposé. Elle est plutôt marquée par une faible utilisation de ces technologies.

Le développement des réseaux d'accès à internet est l'une des problématiques majeures du pays en matière de télécommunications. Il existe une fracture numérique importante entre les zones urbaines et les zones rurales et l'offre des opérateurs ne permet pas de couvrir les besoins des populations surtout en matière de couverture internet. Au-delà de la couverture classique des réseaux mobile traditionnels il est important de pouvoir doter le pays d'options alternatives.

Les réseaux sans fil représentent un des principaux moyens d'extension de la connectivité à large bande aussi bien dans les zones rurales que dans les grandes agglomérations. Toutefois, pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de gérer le spectre d'une manière à encourager le déploiement de services rentables. Cette gestion doit être à la fois technique, économique et servir les intérêts des utilisateurs finaux. L'utilisation des bandes « libres » peut être d'un grand intérêt pour les pays en voie de développement car elle peut permettre l'utilisation de dispositifs peu coûteux pour l'accès à internet.

Quelle régulation des fréquences libre est la plus appropriée pour favoriser le développement du « large bande » au Burkina Faso ? C'est la question à laquelle ce travail se propose d'apporter des réponses.

La méthodologie utilisée pour apporter ces réponses part de trois hypothèses fondamentales :

- une grande partie du territoire Burkinabè ne dispose pas d'une couverture numérique large bande.
- les bandes libres permettent l'utilisation de technologies facilement déployables et peu coûteuses.
- Les leviers pour favoriser le développement des technologies utilisant les bandes libres sont essentiellement liés à la régulation (stratégique et réglementaires).

Sur cette base il est présenté dans un premier temps les opportunités offertes par les technologies de communications électroniques utilisant les bandes de fréquences libres. La question à laquelle nous voulons répondre limite le champ de travail aux fréquences libres concernées. Il s'agit de celles utilisées pour les Réseaux locaux d'accès à Internet « Wi-Fi ».

Il est analysé par la suite la situation de la couverture large bande au Burkina. Cet état des lieux, effectué aussi bien au regard des déploiements existants, des projets en cours que de la réglementation actuelle devra permettre d'identifier les insuffisances qu'il est nécessaire de combler pour répondre au besoin de couverture du pays.

Au regard des deux premières parties, sont proposées par la suite les évolutions nécessaires ainsi que les solutions de régulation les plus adaptées afin que les bandes « libres » puissent être utilisées au mieux en vue du développement du « large bande » au Burkina Faso.

# **CHAPITRE I: OPPORTUNITÉS TECHNOLOGIQUES OFFERTES PAR LE WI-FI**

Les opportunités offertes par les technologies de communications électroniques utilisant les bandes de fréquences libres sont importantes. Cette partie traite de celles qui sont susceptibles de faciliter le déploiement de la large bande. Il s'agit de celles utilisées pour les Réseaux locaux d'accès à Internet « **Wi-Fi** » de la famille IEEE 802.11. Ces réseaux connaissent un déploiement à grande échelle à travers le monde, réduisant de ce fait les coûts des équipements et démocratisant l'accès sans fil à Internet en tout lieu. Cette dynamique permet l'émergence de nouveaux standards, dont l'objectif est de prendre en compte au mieux les exigences des applications nomades. Il s'agira pour la suite, de présenter les concepts clefs de cette technologie, d'analyser les différentes solutions proposées et d'examiner les modèles d'exploitation actuels.

## **I. Présentation**

### **I.1. Définition**

Le Wi-Fi (Wireless Fidelity) est une technologie qui permet de communiquer en utilisant les ondes radio. Elle est utilisée pour se connecter sur internet. Cette technologie entre dans la famille des réseaux locaux sans fil (RLAN). Elle repose sur un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau sans fil, qui est la norme IEEE 802.11.

De nos jours, la plupart des ordinateurs, des smartphones, des postes téléviseurs pour ne parler que de ceux-ci sont déjà embarqués d'équipement Wi-Fi à la conception. Pour mieux appréhender ce qu'est de la technologie Wi-Fi, il est important de se rappeler l'histoire de celle-ci.

### **I.2. Bref historique**

Le groupe de travail IEEE 802.11 a été initié en février 1980 pour proposer des normes de communication dans les couches basses (liaison et physique) du modèle OSI des réseaux locaux (LAN) et métropolitains (MAN). Après sa création, il faut attendre en 1997 pour voir la première norme IEEE 802.11 définissant les réseaux locaux sans fil apparaître.

Aujourd'hui, le standard Wi-Fi est de loin la technologie réseau sans fil la plus utilisée au monde. Il convient donc de présenter les concepts clefs qui ont favorisé la réussite de ce standard.

### **1.3. Concepts clefs**

Nous présenterons dans cette partie un aperçu technique du protocole IEEE802.11 ainsi que les évolutions du standard qui ont connu du succès.

Les réseaux sans fil (Wi-Fi) présentent des caractéristiques fondamentales qui les rendent très différents des autres architectures :

#### **1.3.1. Le média utilisé**

Le media représente le support utilisé pour l'émission ou la réception de l'information. Pour la technologie IEEE802.11, le support utilisé est l'air et est caractérisé comme suit :

- Il est intrinsèquement partagé et non protégé contre les signaux extérieurs ;
- Il est beaucoup moins fiable (en termes de taux d'erreur binaire BER) que les réseaux câblés ;

Grâce à ce support, les réseaux Wi-Fi ont une topologie plus dynamique.

#### **1.3.2. Les modes de fonctionnement du Wi-Fi**

Deux modes de fonctionnement sont à noter :

- ***Le mode infrastructure***

C'est un mode de fonctionnement qui permet de connecter les ordinateurs équipés d'une carte réseau Wi-Fi entre eux via un ou plusieurs points d'accès qui agissent comme des concentrateurs. Il est essentiellement utilisé en entreprise.

- ***Le mode Ad-Hoc***

C'est un mode de fonctionnement qui permet de connecter directement les ordinateurs équipés d'une carte réseau Wi-Fi, sans utiliser un matériel tiers tel qu'un point d'accès. Ce mode est idéal pour interconnecter rapidement des machines entre elles sans matériel supplémentaire.

#### **1.3.3. La Fonction « Dynamic Frequency Selection (DFS) »**

A l'origine, le standard IEEE802.11 n'a pas implémenté la fonction DFS. La Conférence Mondiale des Radiocommunications (CMR-03) en 2003 a autorisé les bandes 5250-5350 MHz et 5470-5725 MHz pour les services WAS/RLAN. C'est donc pour assurer la protection des radars dans ces bandes, y compris les radars météorologiques dans la bande 5600-5650 MHz que des mesures ont été prises notamment la sélection dynamique des fréquences (DFS). Les équipements RLAN estampillés DFS doivent surveiller leur canal et, s'ils détectent un signal radar, ils doivent passer à un autre canal.

### **1.3.4. Les Puissances limites autorisées**

Les conditions d'utilisation des fréquences utilisables par les appareils de faible puissance et de faible portée sont basées sur les limites de puissance et les seuils de fréquence définis dans l'annexe de l'arrêté (à prendre à la date d'écriture du présent manuel), portant détermination des catégories de stations et d'installations radioélectriques dispensés d'autorisation et fixation des conditions d'exploitation de ces stations et installations. Ces conditions sont précisées au niveau de la recommandation ERC/REC 70-03 du Comité des communications électroniques (ECC).

Dans le cas des dispositifs Wi-Fi, des paramètres techniques d'utilisation doivent être respectés. Ces paramètres techniques dépendent des bandes de fréquences, et consistent principalement en des puissances maximales d'émission et des restrictions éventuelles au mode de fonctionnement de certains dispositifs. Ci-dessous un aperçu de certains paramètres techniques en fonction des fréquences et de segment d'utilisation en France.

FREQUENCE	INTERIEUR	EXTERIEUR
2400- 2454Mhz	100 mW (Max eirp)	100 mW (Max eirp)
2483.5Mhz		10 mW (Max eirp)
5150-5250Mhz	200 mW (Max eirp)	-
5250-5350Mhz	200 mW (Max eirp) avec DFS et une régulation de puissance (TPC) de l'émetteur d'au moins 3db 100 mW (Max eirp) avec DFS sans TPC	
5470-5725Mhz	1W avec TPC et DFS 500mW avec DFS sans TPC	1W avec TPC et DFS 500mW avec DFS sans TPC

Tableau 1 : Puissances limites autorisées généralement pour le Wi-Fi

### **1.3.5. Modèle en couche**

Le standard 802.11, a divisé la couche liaison Logique (LLC) du modèle OSI en deux sous-couches:

- Couche de Liaison Logique (LLC),
- Couche d'accès au Medium (MAC).

Ces couches jouent un rôle fondamental en permettant la gestion de l'accès au média et en assurant la transmission des trames grâce au protocole CSMA/CA.

Les modes d'association, l'authentification, la sécurité et l'économie d'énergie sont également gérés dans ces deux couches.

La couche physique de la norme IEEE 802.11, quant à elle, est l'interface située entre la couche MAC et le support qui permet d'envoyer et de recevoir des trames.

### **1.3.6. Modulation et technologie de multiplexages utilisées**

L'une des particularités de cette norme est qu'elle offre plusieurs variantes au niveau physique, tandis que la partie liaison est unifiée. Plusieurs approches ont été utilisées par le groupe de travail IEEE 802.11 pour augmenter la qualité des transmissions des réseaux RLAN notamment le Wi-Fi. Il s'agit de l'identification en 2003 de la bande 5Ghz, de l'amélioration des techniques de modulations, les techniques d'augmentation de la largeur du canal et l'utilisation de nouvelles technologies de multiplexages. Grâce à ces changements, le débit du Wi-Fi est passé théoriquement de 11Mbps (Wi-Fi 1 en 1999) à plus de 10Gbps (Wi-Fi 6 en 2019). Le tableau ci-dessous présente quelques variantes du Wi-Fi ayant connu du succès en fonction des bandes fréquence, la modulation et les technologies de multiplexage utilisées.

Variante	802.11b /iFi1	80.11a /Wi-Fi2	802.11g /Wii3	802.11n /Wii4	802.11ac /Wi-Fi	802.11a /Wi-Fi6	802.11ad/ WiGi
Bande de fréquence	2.4Ghz (ISM)	5Ghz (UN-II)	2.4Ghz et 5Ghz	2.4Ghz	5Ghz	2.4Ghz et 5Ghz	60Ghz
Modulation	DSS	OFDM	OFDM	OFDM /64QAM	OFDM/ 256QAM	OFDMA	64QAM OFDMA
Technologie multiplexage	-	-	-	MIMO	MIMO (4x4)	MU-MIMO (8x8)	Beamforming
Débit max	11Mbps	54 Mbps	54Mbps	600 Mbps	2600Mbps	10Gbps	10Gbps

Tableau 2 : Wi-Fi : exemple de (Modulation- Multiplexage -Débit)

Grâce à ces innovations, les constructeurs ont mis en place des solutions répondant aux besoins de plus en plus pressants en capacité des utilisateurs.

## **II. Infrastructures Wi-Fi**

L'importance des solutions Wi-Fi n'est plus à démontrer dans la société moderne dite de de l'information. Les solutions existantes peuvent être catégorisées de différente manière.

### **II.1. Principaux Equipements**

Les principaux équipements Wi-Fi peuvent être répartis en 3 groupes :

#### **II.1.1. Stations**

Les périphériques tels que les ordinateurs, les tablettes et les téléphones pour ne citer que ceux-ci sont des clients courants sur un réseau Wi-Fi. Ces appareils sont dotés d'une

carte Wi-Fi (comprenant la norme 802.11) leur permettant d'accéder à un réseau Wi-Fi. Certains routeurs peuvent également fonctionner en tant que clients, ce qui leur permet d'agir comme la carte sans fil d'un ordinateur et de se connecter à d'autres points d'accès. Ils peuvent relier deux réseaux Ethernet ou se connecter à des points d'accès plus distants. Realtek (connu dans la conception des périphéries notamment les cartes Wi-Fi), CISCO, Qualcomm, Atheros et bien d'autres sont des acteurs connus dans ce milieu.

### **II.1.2. Hotspot**

La plupart des réseaux sans fil sont créés à l'aide de points d'accès (AP) ou hotspot. Les APs sont des appareils qui hébergent et contrôlent la connexion sans fil pour les ordinateurs portables, les tablettes ou les téléphones intelligents et autres périphéries IEEE 802.11. Un AP est parfois un appareil autonome qui fait le pont entre un réseau sans fil et câblé (Ethernet), ou fait partie d'un routeur.

Les points d'accès peuvent couvrir une grande zone avec un signal sans fil, selon la puissance de l'appareil et le type d'antenne. Il existe également des AP résistants aux intempéries, conçus pour être montés à l'extérieur. Lorsqu'un routeur est configuré en tant qu'AP, il est dit être en mode « Maître » ou « Infrastructure ». Ces AP fonctionnent dans la bande de 5GHz et (où) 2.4 GHz permettant ainsi d'assurer la liaison entre eux et les stations.

Les points d'Accès sont utilisés aussi pour les liaisons point à point(P2P) où point à multipoint (PMP). Dans ces deux (02) cas l'un des AP sera configuré en mode « AP » et les autres en mode « station ». Le marché burkinabé est dominé par Ubiquiti, CISCO, TP-LINK, Cambium, Qualcomm, Atheros.

### **II.1.3. Booster**

Un amplificateur de signal Wi-Fi étend l'espace de couverture du réseau Wi-Fi en boostant ou amplifiant les signaux existants. Il permet à tous les appareils sans fil de cet espace de couverture étendue de se connecter à Internet ou à un réseau sans fil similaire. Il s'agit d'une solution unique qui fonctionne en retirant un signal faible Wi-Fi de l'émetteur, l'amplifie ensuite avant de le diffuser plus loin en cas de besoin. Dans les bâtiments de grande envergures, l'amplificateur de signal Wi-Fi aide à étendre efficacement le réseau Wi-Fi en permettant plusieurs stations (clients) de plusieurs étages d'accéder au réseau et de bénéficier de ses ressources. Ces appareils fonctionnent dans les mêmes gammes de fréquences au même titre que les APs. Les mêmes acteurs se partagent le marché de cette solution.

## **II.2. Principales possibilité d'Intégration**

Les équipements Wi-Fi peuvent s'intégrer à l'existant. Les deux (02) principales technologies concernées sont décrites ci-dessous.

### **II.2.1. Intégration avec les technologies CPL**

Il s'agit d'effectuer la transmission de données numériques et vocales, par les supports câbles électriques. Ceci offre ainsi des services de bande large (sur une bande de fréquence de 1 à 30 MHz), en utilisant les infrastructures existantes. En effet le fonctionnement des CPL est relativement simple et consiste à superposer au signal électrique classique, d'une fréquence de 50 Hz en Europe ou au Burkina Faso , un signal à haute fréquence (1-30 MHz) contenant des informations numériques qui pourront ensuite être décodées à distance. L'équipement distant diffuse les signaux décodés via la technologie Wi-Fi. Son avantage est indéniable lorsque des appartements mal ou pas desservis sont séparés par plusieurs pièces de l'équipement connecté à internet. Plutôt que de faire passer un câble Ethernet de 30m avec toutes les difficultés de raccordement connues (travaux de génie civil, possible détérioration de l'Etat des bâtiments traversés) il est possible d'utiliser cette technologie pour desservir ces appartements. Cependant la qualité de la transmission dépend du réseau électrique (la qualité des câbles électriques utilisés) existant. Ci-dessous un aperçu illustratif de la solution est présenté

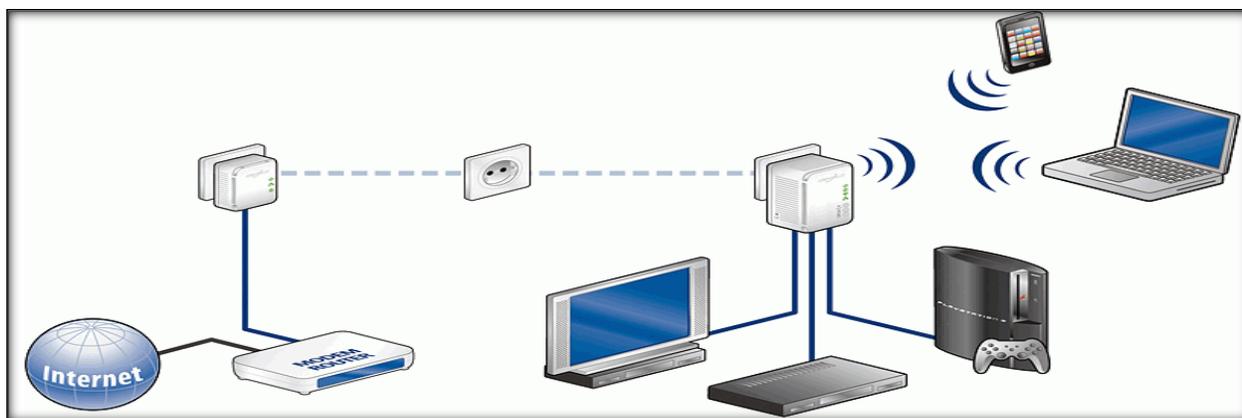


Figure 1 : Intégration Wi-Fi et CPL

### **II.2.2. Intégration avec les technologies mobiles existantes ( Wi-Fi offloading)**

Le trafic sur les réseaux mobiles augmente de façon exponentielle et les fournisseurs de services (les opérateurs) doivent gérer efficacement leurs réseaux pour répondre à la demande des consommateurs. L'évolution technologique des réseaux d'accès radio est limitée par les lois de la physique, et on ne peut plus s'attendre à une croissance significative de l'efficacité des radiofréquences (RF). L'accès radio LTE (Long-Term Evolution) atteint les limites de la loi de Shannon, le spectre disponible pour les applications de données mobiles est limité et la seule solution pour augmenter la capacité globale du réseau mobile est d'augmenter le rapport porteuse/interférence tout en diminuant la cellule, de dimensionner et de déployer des technologies à petites cellules.

Le moyen le plus efficace d'utiliser les petites cellules est de les positionner dans des endroits où des quantités importantes de données sont générées (centres commerciaux, stades, campus universitaires, les gares de transports publiques, les aéroports, les hôtels etc.) et où les abonnés passent la plupart de leur temps et consomment donc des quantités importantes des données.

De nos jours, de nombreux opérateurs font appel au Wi-Fi (l'une des technologies à petites cellules) comme moyen rentable de décharger de grandes quantités de trafic de données mobiles tout en offrant une variété de nouveaux services. Pour se faire, la Third-Generation Partnership Project (3GPP) propose l'architecture de la solution suivante pour la décharge data dans les réseaux Wi-Fi.

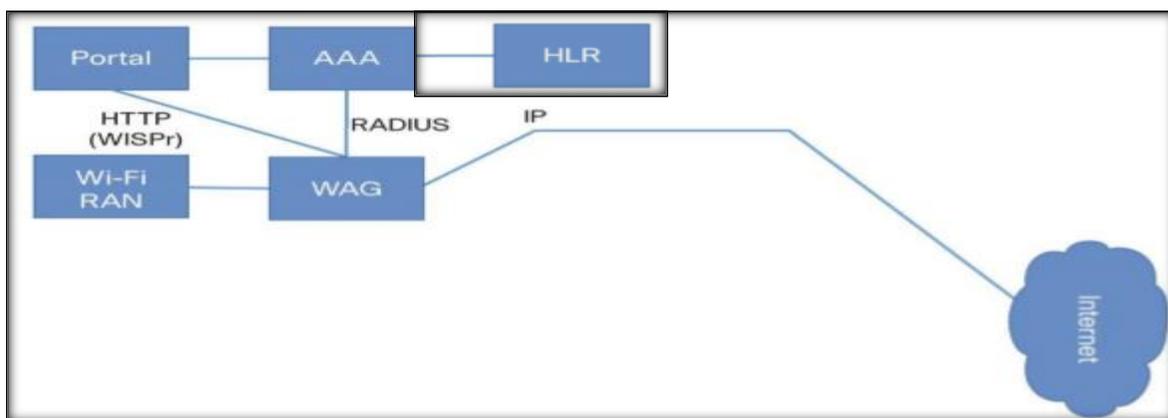


Figure 2 : Intégration Wi-Fi et mobile (offloading)

## II.3. Gestion de l'infrastructure

### II.3.1. contrôleur Wi-Fi

La gestion de l'infrastructure Wi-Fi devient de plus en plus fastidieuse quand le nombre des AP augmente. Le contrôleur Wi-Fi vient résoudre cette difficulté en offrant à l'administrateur plus de souplesse pour la mise en place de son réseau sans fil. En effet le contrôleur WLAN fournit à l'AP(légère) sa configuration en fonctionnant comme un commutateur pour tout le trafic sans fil. Le contrôleur WLAN consolide également la gestion de l'ensemble du réseau sans fil en un seul endroit. Les contrôleurs sans fil sont responsables des politiques de sécurité, la prévention d'intrusion, la qualité du service (QoS), et la mobilité. Ils fonctionnent en même temps que les points d'accès pour soutenir des applications sans fil considérées critiques. Les contrôleurs sans fil s'intègrent facilement dans les réseaux existants d'entreprise. Ils communiquent avec les points d'accès au-dessus de la couche 2 (Ethernet) ou la couche 3 (IP) en utilisant le protocole léger de point d'accès (LWAPP). Ces dispositifs soutiennent l'automatisation de nombreuses fonctions de configuration et de gestion de WLAN.

Outre ces fonctionnalités, les contrôleurs gèrent les ressources Radio Fréquence (RF) spécifiques et de façon intelligente à travers :

- **l'allocation dynamique des canaux** : l'ajustement des canaux 802.11 permet d'optimiser la couverture et les performances du réseau en fonction de l'évolution des conditions RF ;
- **la détection et suppression des interférences** : Le système détecte les interférences et recalibre le réseau pour éviter la dégradation des performances ;
- **l'équilibrage de charge** : Le système assure un équilibrage automatique de la charge des utilisateurs sur de multiples points d'accès afin d'optimiser les performances du réseau, même dans les périodes de forte activité ;
- **la détection et réparation des trous dans la couverture** : Le logiciel RRM (Radio Resource Management) détecte les trous dans la couverture et tente de les corriger en réglant la puissance de sortie des points d'accès ;
- **le contrôle dynamique de la puissance** : Le système ajuste de manière dynamique la puissance de sortie des différents points d'accès afin de tenir compte de l'évolution des conditions réseaux. Ceci permet d'optimiser les performances et la disponibilité du réseau sans fil.

### ***II.3.2. Solutions d'exploitation des infrastructures***

Le déploiement des infrastructures de communications électroniques demande des moyens matériels et humains à des coûts souvent exorbitants. Afin de permettre aux opérateurs, FAI ou aux entreprises de mieux tirer profit des infrastructures Wi-Fi déployées, des développeurs des solutions ont mis en place des services cloud (des plateformes Wi-Fi) qui permettent de construire, d'exploiter, de développer, de monétiser au mieux ces infrastructures et d'offrir à leurs clients des services de qualité à moindre coût.

Grace à ces plateformes SaaS (software as a service) activées sur les réseaux existants des opérateurs ou FAI, il est possible d'accéder à une multitude d'analyse des données Wi-Fi recueillies par les AP. On peut par exemple établir des profils détaillés des clients, toute chose essentielle pour identifier et comprendre les tendances d'utilisation sur le réseau. Ces plateformes fournissent les données et les aperçus en temps réel des clients notamment le nom, l'âge, le sexe, les intérêts sociaux, les coordonnées, l'emplacement, la fréquentation, la fréquence des visites et bien plus. Outre ces fonctionnalités, les plateformes permettent de proposer des campagnes de marketing et d'adapter les communications futures en fonction de leur niveau d'engagement.

Les fonctionnalités de ces plateformes peuvent être regroupées en quatre catégories qui sont :

- Construire des profils détaillés des clients avec les données collectées ;

- Accéder à toutes les données à partir d'un tableau de bord de reporting centralisé ;
- Segmenter facilement les données pour comprendre les différents groupes de clients ;
- Utiliser les données recueillies pour personnaliser les communications marketing.

### **III. Solutions Wi-Fi**

Dans cette partie les différentes solutions Wi-Fi sont présentées en fonction du cas d'usage en les jugeant aux technologies comparables.

#### **III.1. Wi-Fi pour les réseaux locaux « indoor »**

Dans un environnement local, en général, trois types de technologies peuvent être utilisées pour connecter les clients (utilisateurs) aux ressources partagées ou à l'internet. Cependant un usage hybride de deux (02) ou trois (03) de ces technologies est possible.

Dans ce segment, le 802.11 est une technologie très utilisée pour répondre au problème d'accès locaux et résoudre les difficultés rencontrées par l'Ethernet. Sa réussite réside dans sa simplicité, son évolution dynamique et surtout de son coût de déploiement. Le Wi-Fi rencontre des problèmes de performance quand le récepteur est éloigné de l'émetteur (courte portée). Les murs et les planchers, dus aux fréquences utilisées (fréquences hautes), peuvent limiter sérieusement la portée du signal Wi-Fi.

Pour ce qui concerne la technologie Ethernet, elle fait référence à la famille de produits de réseau local couverts par la norme IEEE 802.3 qui définit un ensemble de spécifications de la couche basse (LLC et physique) du modèle OSI. Ethernet implémente le protocole CSMA/CD pour éviter la dégradation de performance. Cette technologie utilise le cuivre (la paire torsadée, le câble coaxial) et la fibre optique comme support de communication. Le déploiement de cette technologie nécessite des travaux de génie civil pour le câblage des infrastructures (bâtiments) à desservir. Cependant en plus d'offrir de très bons débits, Ethernet est une technologie éprouvée.

Souvent pour desservir des utilisateurs séparés par plusieurs pièces du box ou du modem, une technologie connue sous le nom de Courant porteur en Ligne (CPL) est utilisée comme alternative car les technologies précédemment citées ne permettent pas de répondre efficacement aux besoins. En effet, à l'aide des prises CPL, les utilisateurs non ou mal desservis sont vite connectés aux ressources partagées ou à l'internet. Cependant, pour une bonne performance, les installations électriques doivent être relativement récentes. Outre cela, le débit est divisé par le nombre de prises banchées et la technologie est relativement chère par rapport aux solutions Wi-Fi

Le tableau ci-dessous résume les avantages et inconvénients de ces trois (03) technologies décrites

	WI-FI	ETHERNET	CPL
Avantages	<p>Rapidité et simplicité de déploiement</p> <p>Souplesse (adapté la zone d'action en fonction des besoins)</p> <p>Nomadisme (se déplacer dans le rayon de couverture et garder toujours la connectivité)</p> <p>Déploiement peu couteux</p> <p>Cout d'exploitation faible</p> <p>Débits très importants par rapport aux CPL</p>	<p>Meilleure performance par rapport aux autres technologies (technologie très stable et éprouvée)</p> <p>Débits énormes</p> <p>Sécurité</p>	<p>Infrastructure électrique déjà disponible ; plus besoin de faire de nouveaux câblages.</p> <p>Technologie très simple à mettre en œuvre</p> <p>Sécurité relativement élevée par rapport au réseau Wi-Fi (réseau électrique local donc plus difficile à pirater)</p>
Inconvénients	<p>Dégradation de performance quand le nombre d'utilisateurs s'accroît</p> <p>Dégradation de performance quand l'émetteur et le récepteur sont éloignés</p> <p>Problème du récepteur caché</p> <p>Porté très réduite due aux caractéristiques des fréquences utilisées</p>	<p>Déploiement très fastidieux et peu souple</p> <p>Cout de déploiement et d'exploitation onéreux</p> <p>Technologie très rigide</p>	<p>Débit très limité et surtout divisé par le nombre de prises CPL branchées.</p> <p>Equipements relativement coûteux par rapport aux solutions Wi-Fi</p> <p>Performance étroitement liée à la qualité des installations électriques existantes</p> <p>Technologie très encline aux perturbations électromagnétiques ou aux longueurs de câbles électriques porteur du signal</p>

Tableau 3 : Comparaison Wi-Fi - Ethernet - CPL

A la lumière de ce qui précède, la technologie 802.11 peut jouer un rôle prépondérant en permettant l'accès rapide, souple et à moindre coût aux utilisateurs dans le segment d'accès Indoor, qu'en est-il alors de ses potentialités pour le segment Outdoor ?

### III.2. Wi-Fi pour les réseaux locaux « Outdoor »

A l'image de l'accès en Indoor, plusieurs types de technologies peuvent être utilisées pour collecter les données des utilisateurs. Ainsi des technologies comme les Boucles Locales Radios (fixe ou mobile), les Boucles Locales Filaires (cuivre ou FO) en passant par les solutions Wi-Fi Outdoor sont autant de possibilités pour raccorder les clients.

Les solutions Wi-Fi dans ce segment peuvent, en absence des infrastructures filaires ou BLR, désenclaver des zones exclues des TIC et donc un puissant levier de réduction de la fracture numérique. Ces solutions sont d'autant plus intéressantes

qu'elles permettent la livraison sur le dernier kilomètre à moindre coût et de performance relativement importante pour les consommateurs avec une certaine souplesse (fixe et mobile). Cependant, les fréquences utilisées, eût égard de ces caractéristiques, font que les signaux issus sont absorbés par les obstacles et surtout par l'oxygène et les pluies. Dès lors, le Wi-Fi n'est pas toujours conseillé dans un environnement pluviométrique ou ayant d'énormes obstacles (arbre, bâtiments etc.). Outre cela, la bande de fréquence du Wi-Fi est libre et n'importe qui peut donc l'utiliser sans demander une autorisation à l'ARCEP, toute chose qui contribue à diminuer les performances de ces solutions due aux interférences.

Pour répondre aux inquiétudes des solutions Wi-Fi, les opérateurs ou les entreprises font appel aux technologies BLR. La boucle locale est la partie du réseau qui relie l'abonné final au réseau général. Elle peut donc être filaire ou radio. Aujourd'hui, nous distinguons deux grandes familles de technologies BLR :

- La Boucle Locale Radio fixe

Cette technologie est utilisée dans le cadre des liaisons Point à point (P2P) ou Point à Muti-Point (PMP) fixe. Le coût d'installation d'une infrastructure BLR est de 30% à 40% inférieur à celle d'une infrastructure fixe. La planification du réseau est nettement plus simple que dans le cas d'un réseau filaire car il n'est pas nécessaire de connaître exactement la position des clients. Mais surtout, il est beaucoup plus facile d'étendre progressivement la capacité du réseau. Le BLR va permettre aussi des débits plus élevés que les solutions Wi-Fi car elle semble mieux adaptée à la fourniture de services hauts débit dans la gamme de fréquences hautes sous licence. Par contre, les systèmes radio à accès fixe offrent relativement peu de possibilités à l'abonné et s'apparente aux réseaux filaires. D'où l'intérêt des boucles locales radio mobile.

- La Boucle Locale Radio Mobile.

La mobilité des abonnés exige aux opérateurs une adaptation de leur infrastructure afin de satisfaire les habitudes du client. Elle ajoute de la valeur ajoutée dans les offres des services aux abonnés. C'est pourquoi les BLR mobile sont utilisées dans le cadre des réseaux mobiles. La partie radio de ces technologies mobiles (UMTS, LTE) est caractérisée par les Node B et les e-Node B. Ces équipements qui fonctionnent sur des fréquences (2.1Ghz pour la 3G, 800Mghz,700Mhz 1800Mhz, 2.6Ghz pour la 4G) sous licence permet de collecter les données des différents utilisateurs dans leurs rayons de couverture pour les acheminer vers le réseau cœur. Cependant, la gestion de la mobilité augmente le coût des systèmes radio. D'autre part, cette solution augmente les coûts de transfert pour les consommateurs (nécessité de changer de terminal, terminal plus coûteux, etc.).

- La Boucle Locale Filaire

La boucle locale filaire devient de plus en plus intéressante en termes de coût par rapport à la boucle locale radio lorsque la densité d'abonnés est élevée ou lorsque le taux de pénétration et la densité de trafic sont très élevés. Selon nous, avec l'augmentation de la consommation des données par les abonnés, les technologies Boucle Locale Filaires retrouvent une nouvelle vie.

La convergence des réseaux a rendu possible le haut débit et permet aujourd'hui le développement d'offres comprenant plusieurs services (internet, la télévision et le téléphone) très gourmand en bande passante. Ce bouleversement dans le cœur des réseaux entraîne également de nouveaux changements dans les réseaux d'accès. D'où l'engouement aujourd'hui pour des solutions Boucle locale filaire notamment la fibre optique et la FTTx.

Un tableau comparatif en termes de coût de couverture entre le Wi-Fi et les autres technologies est présenté ci-après :

	Boucle locale filaire	Boucle locale radio	Wi-Fi
<b>Economies de densité</b>	Oui	Non	Oui
<b>Coût fonction du trafic abonné</b>	Non	Oui	Non
<b>Ressource</b>	Sol	Fréquence	Fréquence
<b>Coût de la ressource</b>	Location des emplacements	Tarification des fréquences	Non
<b>Coûts opérationnels</b>	Très élevé	Acceptable	Très faibles

Tableau 4 : Comparaison Boucles (Filaire - BLR - Wi-Fi)

La boucle locale radio possède un avantage de coût par rapport à la boucle locale filaire, au moins dans les zones à faible densité de population ou de trafic tandis que les solutions Wi-Fi possèdent un avantage en termes des coûts (zone dense ou faible densité) de Capex et d'Opex vis-à-vis des Boucles Locales qu'elle soit filaire ou radio.

### III.3. Wi-Fi pour les réseaux longues distances.

Aujourd'hui, le segment transport constitue un handicap pour nos opérateurs et nos fournisseurs d'accès à internet (FAI), pour fournir de la connectivité des zones reculées à faible pouvoir d'achat. Le déploiement de la fibre optique, l'achat des fréquences et la construction des pylônes pour accueillir les antennes pour la technologie BLR ou encore les coûts des liens satellitaires sont des opérations risquées pour les fournisseurs d'accès dans certaines zones dont l'investissement ne représente aucun intérêt pour eux. Pour ces raisons, les fournisseurs d'accès à internet préfèrent, en général, investir dans les régions à forte consommation créant ainsi une grande disparité entre les régions.

Le Wi-Fi se présente alors comme un moyen plus pratique pour étendre la couverture de la communication dans les zones rurales en offrant une nouvelle architecture de réseau à plusieurs niveaux composés de liaisons de grande distance dorsales sans fil point à point à large bande passante et de liaisons de moyenne distance (liaisons d'accès point à multipoint). Aussi, les réseaux Wi-Fi peuvent éventuellement être une solution rentable et pratique pour la connectivité rurale en ce sens que les routeurs Wi-Fi sont peu coûteux, plus faciles à déployer et à entretenir par des personnes locales de la communauté sans être forcément professionnelles.

De nos jours à visibilité directe, les solutions Wi-Fi font plus de 50Km pour fournir de la connectivité large bande à des zones reculées. Une liaison Wi-Fi longue distance est constituée seulement d'un AP et d'une station. La figure suivante donne un aperçu en termes de coût des technologies possibles d'une de liaison de 50Km.

### **III.4. Cas particulier du Super Wi-Fi**

Depuis que le groupe de travail IEEE a ratifié la spécification 802.11, norme régissant la première génération des réseaux locaux sans fil, une attention particulière est accordée à l'évaluation de ce protocole. Ainsi, un certain nombre de travaux lui ont été consacrés pour comprendre, analyser et dégager ses performances. Grâce à ces avancées, des solutions ont été développées pour répondre à l'augmentation de la demande en consommation de données dans les grands centres urbains. Des solutions Wi-Fi alternatives aux autres technologies (Fibre optique, VSat, BLR) peuvent également servir pour connecter les zones reculées à faibles densité mal couvertes. Il faut alors déterminer les besoins en termes de couverture large bande nécessaire pour une stratégie adéquate de couverture.

Le Super-Wi-Fi est une technologie spécialisée dans l'utilisation des espaces blancs du spectre de fréquence de la télévision, pour diffuser de l'internet haut débit. Elle associe deux normes, 802.11af pour les réseaux locaux et 802.22 pour les réseaux régionaux. L'objectif principal de la création de norme 802.22 est de fournir un accès sans fil à large bande dans les zones rurales, en général, sur une portée de 17-30 km. Mais la portée peut aller jusqu'à 100 km de la station de base (BS) à l'équipement de lieux de client (CPE).

#### **III.4.1. Fonctionnement et dispositifs du super Wi-Fi :**

Une station de base (SB), connectée à l'internet, rediffuse cet Internet, en utilisant le protocole super Wi-Fi, à des équipements clients (CPE) ; ces derniers transforment le signal entrant en Wi-Fi standard qui pourra être consommé par n'importe quel équipement client de type téléphone portable, tablette ou ordinateur personnel etc. La connexion SB à Internet peut se faire de plusieurs manières selon la distance qui séparent la SB au réseau : par fibre optique directe ou par des fréquences radios.

Les dispositifs suivants participent à la mise en œuvre et au fonctionnement du super Wi-Fi :

DISPOSITIFS	RÔLE	APPELLATION
Station de base	<ul style="list-style-type: none"> <li>point de liaison de station relais,</li> <li>possibilité de connexion par le CPE,</li> <li>réception du signal FAI,</li> <li>point de liaison par FH, FO...</li> </ul>	SB
Station relais	<ul style="list-style-type: none"> <li>point de transition vers le CPE</li> </ul>	SR
Centre de gestion de Base de données	<ul style="list-style-type: none"> <li>Point de concentration des données ; relatives aux fréquences ;</li> <li>Point de gestion des espaces blancs.</li> </ul>	CGBD
Station terminale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interface entre le réseau et l'utilisateur,</li> <li>Possibilité de le brancher en clé au pc,</li> <li>Possibilité de l'avoir sous forme de boîtier.</li> </ul>	ST ou CPE
Liens physiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support entre les différents éléments :</li> <li>SB.....SR</li> <li>SB.....SGBD</li> </ul>	FH FO

Tableau 5 : Dispositifs du super Wi-Fi

### III.4.2. L'Architecture du super Wi-Fi

- Architecture simplifiée

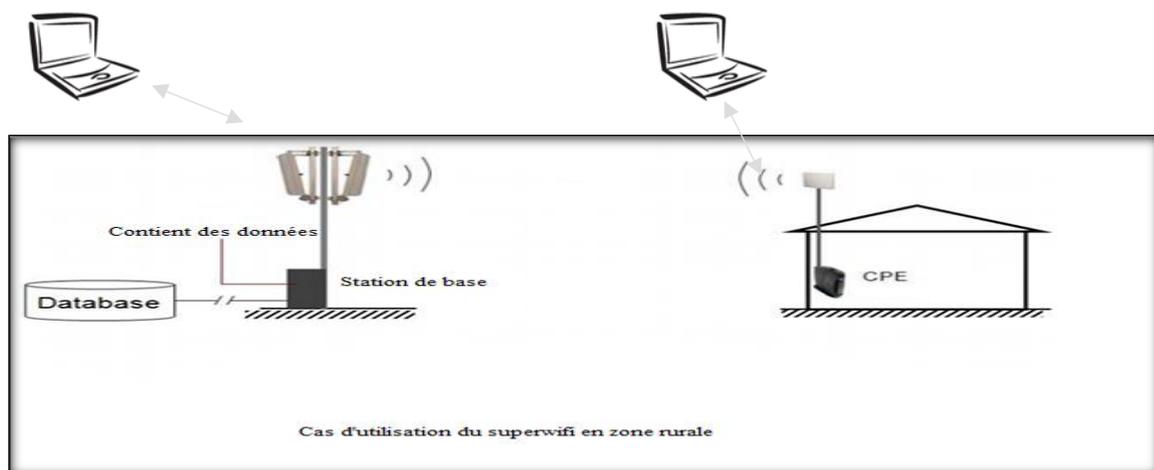


Figure 3 : Architecture simplifiée du super Wi-Fi

La base de données aide à déterminer l'espace blanc et les canaux disponibles dans votre région. Elle est localisée à proximité de la station de base.

- Architecture étendue

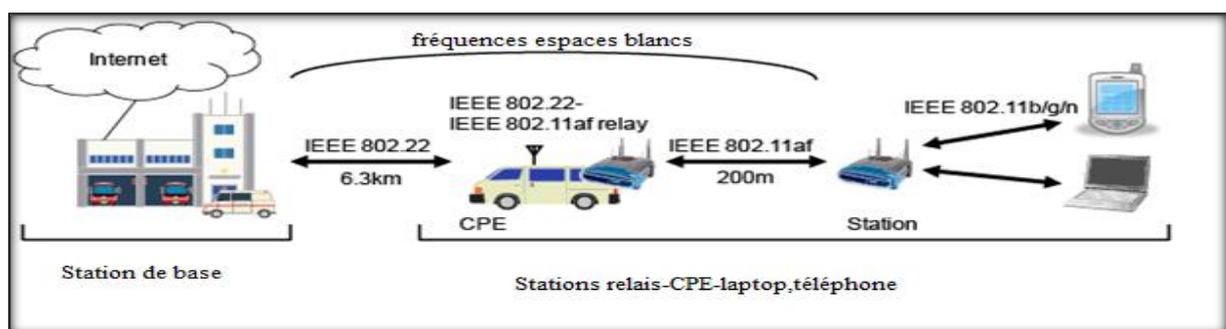


Figure 4 : Architecture étendue du super Wi-Fi

Dans l'architecture étendue, nous avons la possibilité d'utiliser un équipement relais entre la station de base et le CPE.

Les connexions directes du CPE à la station de base se font en utilisant le protocole IEEE 802.22. Les connexions entre deux CPE se font par le protocole IEEE 802.11af.

### III.4.3. Paramètres techniques

L'IEEE a élaboré deux normes, 802.11af pour les réseaux locaux et 802.22 pour les réseaux régionaux, qui sont toutes deux conçues pour les dispositifs fonctionnant dans les espaces blancs de télévision. La norme IEEE 802.22 est une norme de radio cognitive visant à doter les régions rurales moins peuplées d'un accès à large bande en utilisant des canaux de télévision vacants.

Caractéristiques/protocoles super Wi-Fi	802.11af	802.22
Bande passante totale (MHz)	5, 10, 20, 40	6, 7, 8
Débit maximal(Mbit/s)	12	22.69
Multiplexage	OFDM	OFDM
Modulation	BPSK	QPSK
	QPSK	16-QAM
	16-QAM	64-QAM
	64-QAM	

Tableau 6 : Caractéristiques des normes 802.11af et 802.22

### III.4.4. Eléments comparatifs

fréquence (GHz)	force	Faiblesse	technologie
5	Très grande disponibilité spectrale	Faible propagation	WI-FI
		Perturbation en zone urbaine par réseau tiers Exempt de licence (et perturbé)	
3.5	Licence (spectre sécurisé)	Faible canalisation (Canaux de 7.5MHZ) Propagation peu efficace	BLR
2.4	Bonne propagation	Faible canalisation (canaux de 25 MHZ) Propagation peu efficace Exempt de licence (et perturbé)	WI-FI
0.8 , 0.9, 1.8, 2.1, 2.6	Licence (spectre sécurisé) Bonne propagation	Usage Mobile existants	2G, 3G, 4G
0.470 - 0.694	Exempt de licence Bonne Couverture et bonne propagation adapté pour les milieux ruraux	Faible canalisation Interaction possible avec la TNT	SUPER WI-FI

Tableau 7 : Super Wi-Fi, intérêt des fréquences

### III.4.5. Enjeux

#### La couverture

Dans le cas du super Wi-Fi, les fréquences basses de la TNT diffusent facilement sur de grandes distances, pour peu d'énergie, contrairement aux fréquences hautes utilisées pour le Wi-Fi, limitées à quelques centaines de mètres. Théoriquement, cette technologie peut atteindre une distance de 160 km.

#### L'alternative à la saturation de ressources spectrales libres classiques

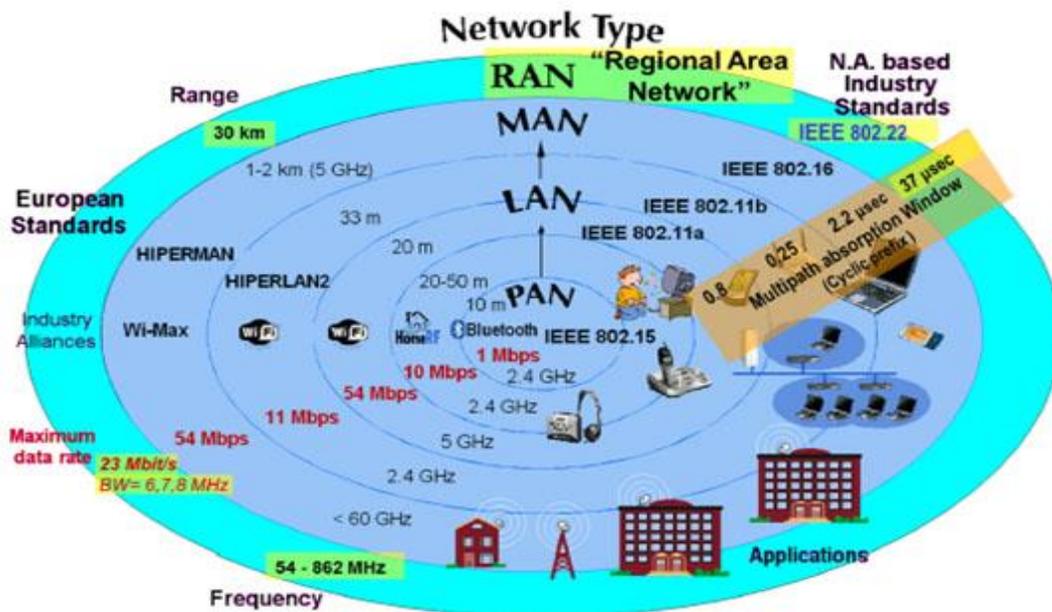
Le Wi-Fi est limité par les fréquences sur lesquelles il opère, qui ne portent qu'à une centaine de mètres. Il est également limité par sa couverture. Et par des bandes de fréquences actuellement saturées.

#### Les coûts de déploiement

La mise à disposition de l'accès au spectre pour les dispositifs d'espaces blancs ne nécessite pas de réaménagement de fréquences et peut s'adosser sur les infrastructures existantes des opérateurs de télévision numériques.

## IV. Le Wi-Fi comme une opportunité

Les solutions Wi-Fi présentées ci-dessus offrent des atouts indéniables pour le développement du « large bandes » aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Comme le résume bien le schéma ci-dessous les normes faisant l'objet des recherches du groupe dédié de l'IEEE, sont conçues de manière à adresser l'ensemble des problématiques que nous souhaitons traiter dans ce travail.



Characteristics of the WRAN standard relative to other wireless network standards

Figure 5 : Standards pour les réseaux sans fil - IEEE

Comme précisé au niveau des différentes solutions, Le Wi-Fi est une opportunité pour le déploiement de réseau large bandes pour les raisons suivantes :

Des solutions technologiques existent pour différents segments de réseaux aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain :

- Pour les réseaux locaux « Indoor »,
- Pour les réseaux locaux « Outdoor »,
- Pour les réseaux longues distances,
- Pour les réseaux ruraux.

Les solutions sont moins coûteuses tout simplement parce que les équipements sont moins coûteux et généralement il n'y a pas de redevances à payer pour leur utilisation dans les gammes de fréquences libres. Le tableau comparatif présenté en annexe montre que les solutions Wi-Fi peuvent être d'un coût moins important que celui des autres, dans un rapport pouvant aller du simple au dixième (1/10).

En outre , comme indiqué plus haut, ces solutions, facilement utilisables sont aisément déployables en raison de leur simplicité.

# CHAPITRE II: BESOINS EN MATIERE DE COUVERTURE NUMÉRIQUE

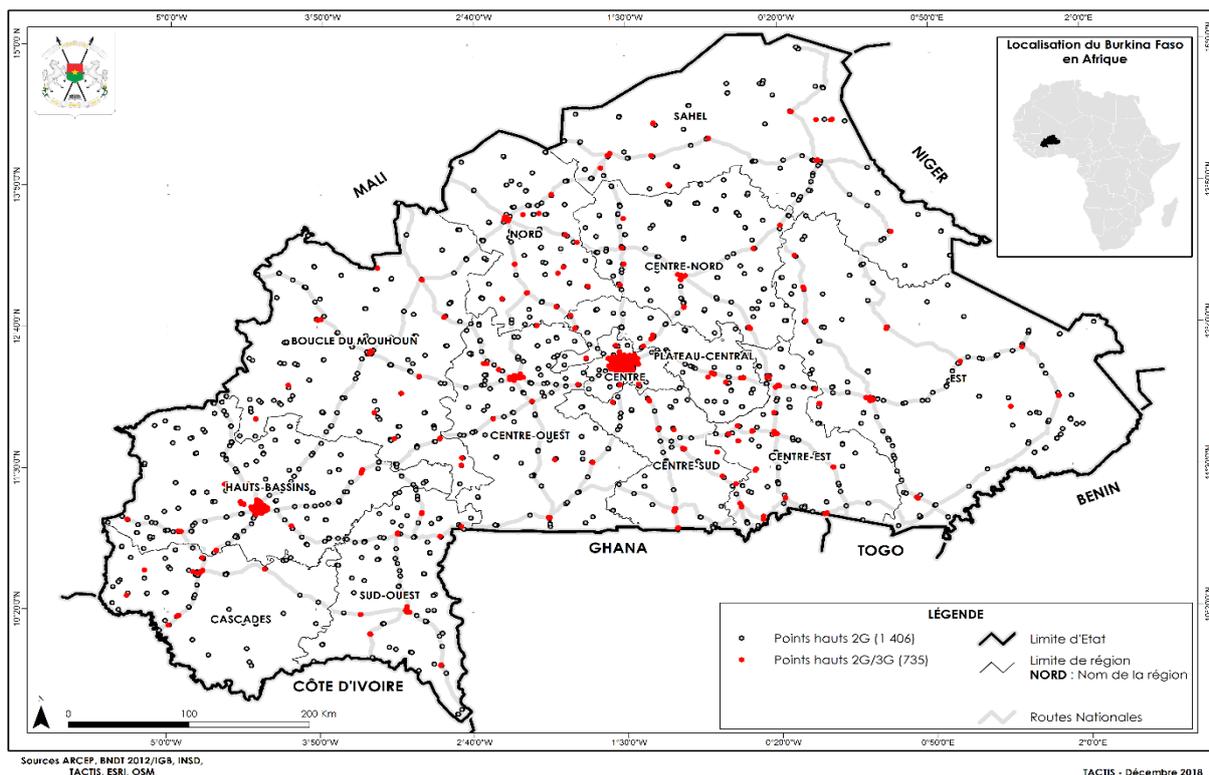
Dans cette partie nous présentons la situation existante en termes de couverture numérique ainsi que toutes les problématiques y afférentes.

## I. Couverture large bande et environnement existant

Le « large bande » au Burkina Faso est mis à disposition des populations à travers les opérateurs de communications électroniques (essentiellement mobile) et les fournisseurs d'accès à internet. Les besoins de l'administration étant couverts par l'Agence nationale de Promotion des TIC (ANPTIC).

### I.1. Couverture mobile

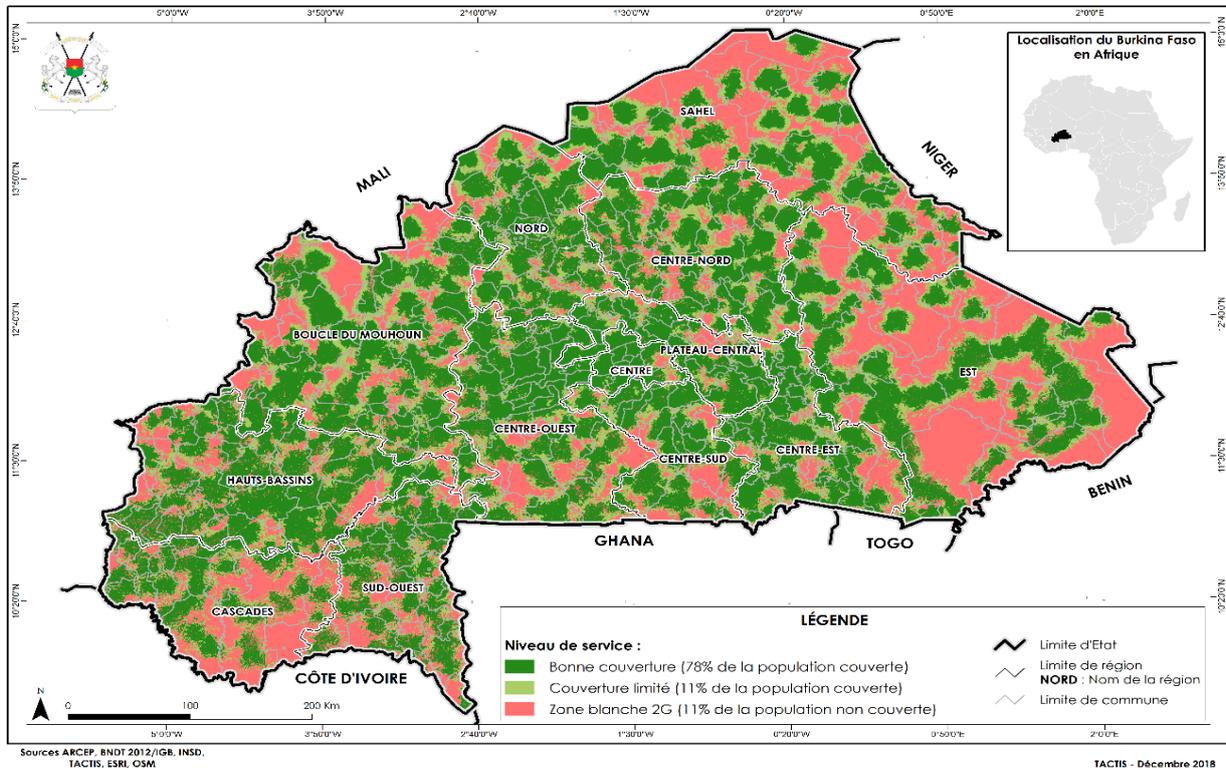
Les trois opérateurs nationaux (Onatel, Orange et Telecel) opèrent des réseaux mobiles 2G/3G. La densité des points hauts mobiles 2G/3G (tout opérateur confondu) est représentée dans la carte ci-dessous.



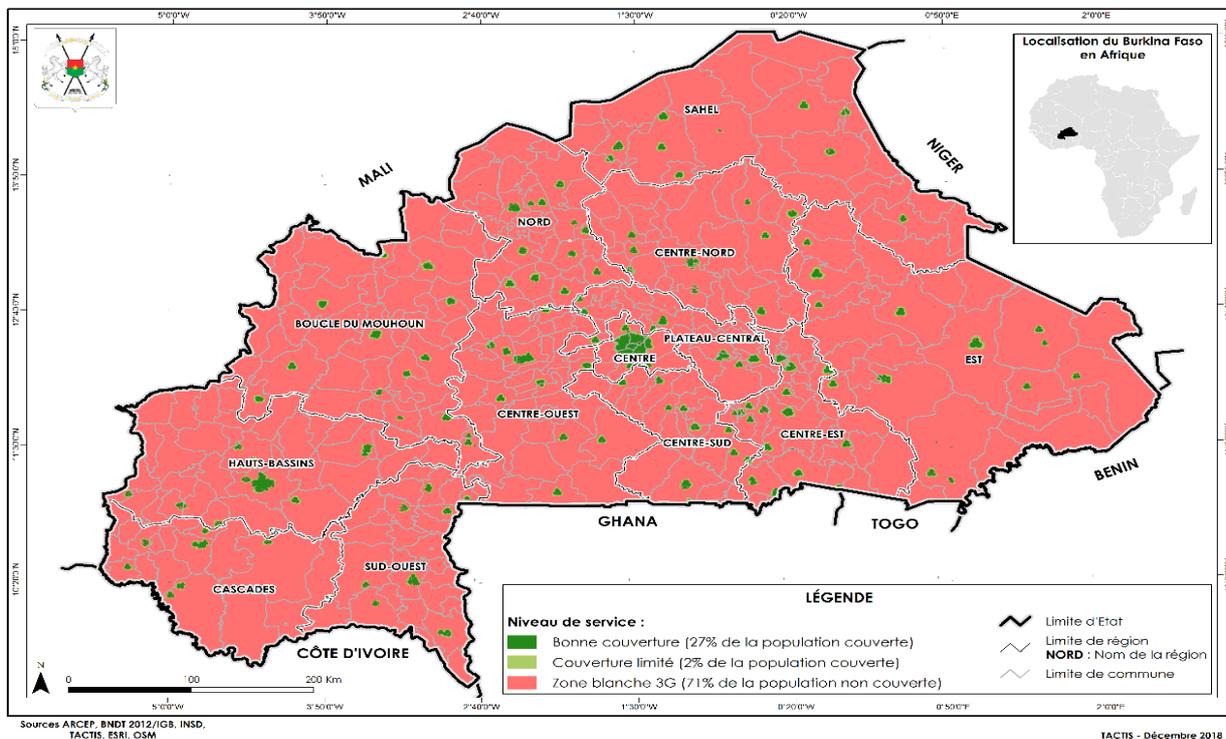
Carte 1 : Localisation des points mobiles 2G/3G tout opérateur confondu

De l'analyse de cette carte, on constate que le territoire du Burkina Faso présente une densité de 2,4 points hauts / km<sup>2</sup> de surface habitée. Cette couverture théorique a été modélisée en considérant une cellule de couverture de 10 km en zone rurale et de 6 km en zone urbaine.

D'une manière globale les couvertures en réseaux mobiles 2G et 3G sont présentée respectivement par les cartes 5 et 6 ci-dessous. Les données utilisées sont celles de fin 2018. Si la couverture en 2G est appréciable, celle en 3G (29% de la population) qui permet de bénéficier d'internet avec un bon débit mérite des efforts de la part des acteurs du secteur.



Carte 2 - Couverture 2G



Carte 3 - Couverture 3G

## I.2. Couverture Fixe

La couverture fixe est dominée par le réseau filaire de l'ONATEL. Au second trimestre 2019. Cet opérateur historique couvre 353 localités et dessert 14 925 clients essentiellement par ADSL.

Le rapport annuel 2018 de l'ARCEP fait quant à lui écho de 1518 abonnés déclarés par les fournisseurs d'accès à internet (FAI). Ce chiffre basé sur la clientèle essentiellement entreprise jusque-là devra connaître une forte hausse avec la multiplication de la clientèle résidentielle de ces structures depuis la mise en œuvre de du Point d'atterrissage virtuel (PAV) de Ouaga.

SI l'ONATEL est présent sur tout le territoire national, les FAI sont essentiellement présents à Ouagadougou, Bobo Dioulasso, Koudougou et quelques localités du pays.

## I.3. Projets structurants d'intérêt

### I.3.1. Projets Existants

Il existe plusieurs infrastructures de communications électroniques structurées en plusieurs segments de réseau. Le tableau ci-après synthétise ces ouvrages par acteur:

Réseaux	ONATEL SA	Orange Burkina SA	Telecel Faso SA	ETAT	SONABEL	SOPAFER
Backbones FO	X	X		X	X	X
FO Métropolitains	X	X		X		
Mobile	X	X	X			
Fixe ADSL	X					
CDMA	X					
WIMAX/WI-Fi				X		
VSAT	X	X	X	X		

Tableau 8 : Synthèse des infrastructures numériques existantes et en projet (Source : ARCEP-MDENP)

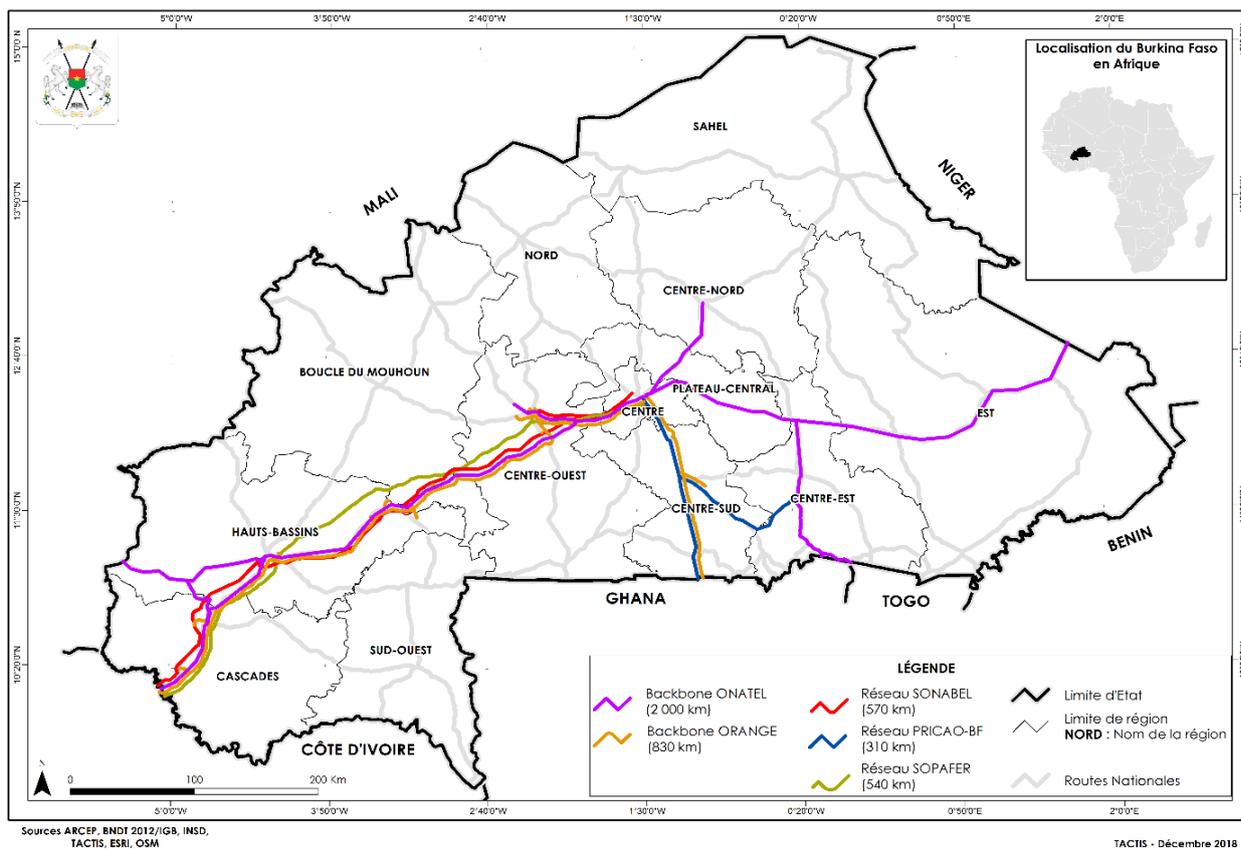
Le descriptif de ces ouvrages est exposé dans les parties suivantes :

- **Les réseaux de transport**

Le Burkina Faso est un pays enclavé. Pour accéder aux câbles sous-marins, le Burkina Faso dépend du Bénin, du Togo, du Ghana ou de la Côte d'Ivoire. Les réseaux de transport « backbones » publics et privés burkinabè construits ou en cours de construction permettent de connecter le pays aux réseaux de ces pays côtiers. En aval, le Niger et le Mali bénéficient du réseau de transport burkinabè pour accéder à la connectivité internationale.

#### **« Backbones » en fibre optique existants**

La cartographie ci-dessous recense l'ensemble des réseaux optiques existants, réalisés par les acteurs publics et privés.



Carte 4 - Backbones optiques existants (tout acteur confondu)

L'analyse de l'éloignement des localités (villages, etc.) montre qu'à l'échelle du pays :

- seules 5 % des localités sont à moins de 1 km d'un backbone optique existant (et un quart à moins de 5 km) ;
- près de 80 % des localités sont à plus de 10 km d'un backbone optique existant.

#### *Backbone satellite ou faisceaux hertziens*

Les opérateurs et FAI ont pour leurs besoins de collecte nationale et/ou de sécurisation, recours à des technologies alternatives de type faisceaux hertziens ou satellitaire, notamment VSAT. On constate qu'environ 20 % des localités se situent à moins de 1 km d'un backbone à faisceaux hertziens tout opérateur confondu (soit plus de 30% de la population).

- *Accès à la capacité internationale*

Le transport de données sur câbles optiques sous-marins représente depuis les années 2000 la quasi-totalité du trafic intercontinental du fait de leurs performances en termes de débits et de qualité de service. Ces infrastructures ont quasiment alors supplanté les satellites et les réseaux hertziens, désormais dévolus à la desserte numérique des zones enclavées.

L'accès concurrentiel à ces infrastructures représente donc une condition essentielle de développement numérique à l'échelle du pays. La position géographique enclavée

du Burkina Faso constitue tant un handicap pour l'accès aux capacités internationales qu'une opportunité de développement des réseaux transfrontaliers afin de positionner le pays en hub central de la sous-région.

En début d'année 2018 les tarifs de capacités au Burkina Faso oscillaient entre 100 000 et 200 000 FCFA / Mbit/s / mois (soit 150 à 300 € / Mbit/s par mois) selon la nature des contrats souscrits (IRU, location) et la nature de la connectivité (volume de capacités, capacités activées entre 2 points, transit IP livré à Ouagadougou...). L'inauguration du point d'atterrissage virtuel en juillet 2018 a eu déjà un impact très important en réduisant le coût de la capacité internationale (6 fois moins élevé en 2019).

En outre la mise en place du premier point d'échange internet (IXP) en 2015 a permis de circonscrire localement le trafic échangé tout en faisant une optimisation de la bande passante internationale utilisée et en améliorant la qualité des services internet au niveau local.

De juillet 2018 à 2020 le trafic échangé localement a ainsi été multiplié par 13.

- ***Les réseaux métropolitains (MAN)***

Les réseaux optiques métropolitains en cours d'exploitation sont les suivants :

- la boucle optique à Ouagadougou, d'une longueur de 40 km, du RESeau Informatique National de l'Administration (RESINA), d'une longueur de 40 km, qui constitue l'épine dorsale de l'infrastructure publique de l'administration. Cette infrastructure de communication unifiée et mutualisée dédiée aux besoins de l'ensemble des ministères et institutions sur l'ensemble du territoire, constitue le socle sur lequel reposent toutes les applications et les solutions déployées par les différentes entités de l'Administration.
- Les réseaux optiques MAN des opérateurs privés sont opérés par deux acteurs :
  - ONATEL SA opère un linéaire de 80 km dont 62 km à Ouagadougou (62 km) et 18 km à Bobo-Dioulasso,
  - ORANGE Burkina SA dispose d'un linéaire de 129 km en exploitation dans la ville de Ouagadougou.

Comme on le constate, cet existant très peu étendu ne permet pas de collecter les nœuds de réseau les plus importants (points de présence, nœuds du réseau fixe, sites mobiles 3G et 4G) en vue d'une meilleure qualité de service. Les acteurs ont recours à des technologies sans fil moins onéreuses en attendant l'indispensable déploiement de Fibre optique pour ce segment de réseau.

### ***1.3.2. Projets en cours de déploiement***

Les projets à court et moyen terme des acteurs du secteur doivent être pris en compte lors de la définition des ambitions portées par l'autorité publique, l'objectif étant de coordonner les projets publics et privés afin de les rendre complémentaires. Nous proposons dans cette partie les projets qui nous ont été partagés par les concernés.

- **Connectivité à l'international**

Le Point d'atterrissage Virtuel ainsi que le point d'échange internet de Bobo Dioulasso sont en cours de réalisation dans le cadre du projet PRICAO avec une capacité supplémentaire de 15GBps qui sera injectée dans le pays.

- **Backbone optiques**

**Backbone d'initiative publique**

Les infrastructures d'initiative publiques sont distinguées comme suit :

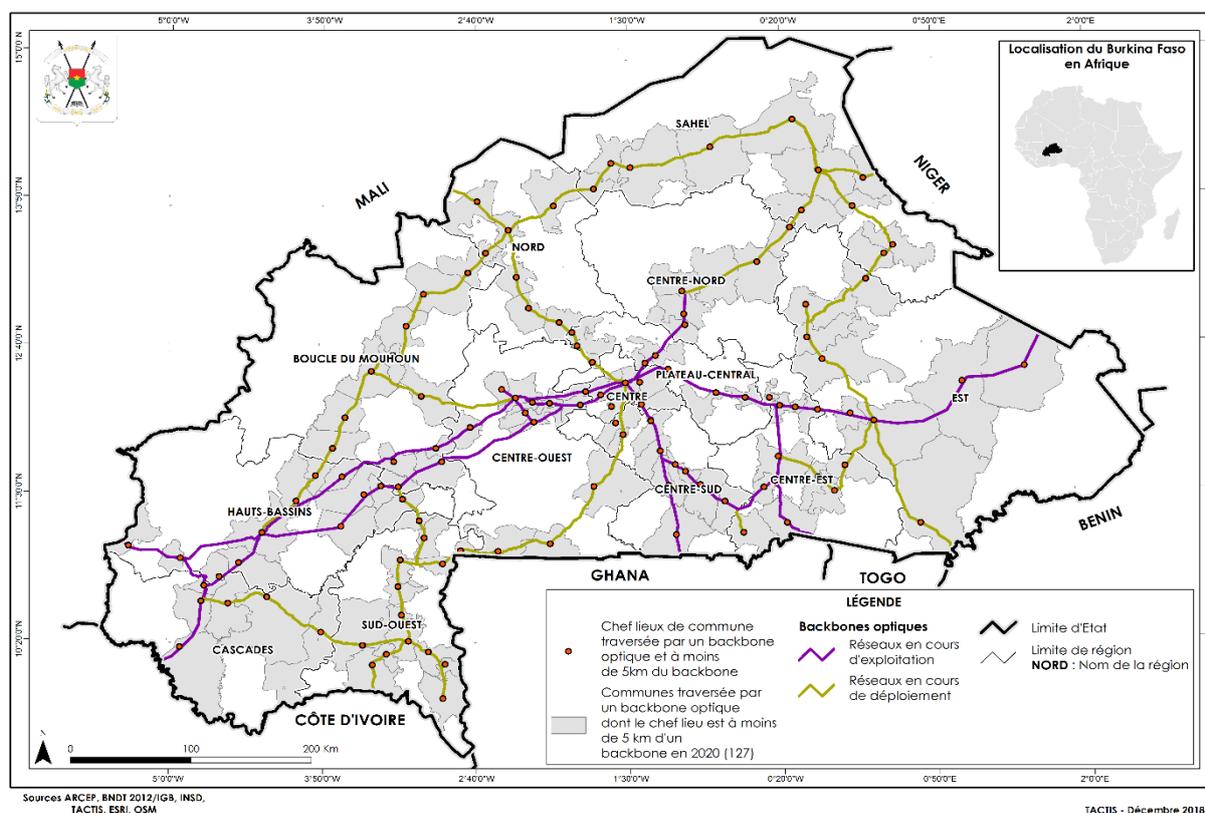
- En cours de déploiement :
  - 2001 km dans le cadre de la première phase du Projet Backbone National des Télécommunications
  - 660 km dans le cadre du Projet G-CLOUD
- Projetés :
  - 150 km dans le cadre du Projet FA / PRICAO
  - 600 km par la SONABEL

**Backbone d'initiative privée**

Seule la société ONATEL SA a communiqué les extensions de son backbone :

- 700 km et 800 km projetés (échéances 2020).

La carte ci-dessous synthétise les évolutions des backbones optiques pour tous les acteurs avec pour échéance 2020.



Carte 5 - Synthèse des backbones en exploitation, en cours de déploiement et planifiés

- **Réseaux optiques métropolitains**

Treize (13) communes font actuellement l'objet de déploiement d'un réseau métropolitain en fibre optique d'initiative publique dans le cadre du programme G-CLOUD. En plus les villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso connaissent une extension des réseaux existants par les opérateurs privés.

Somme toute, les opérateurs vont présenter des besoins croissants de connexions fibre optique des sites techniques et notamment du raccordement des points hauts de téléphonie mobile dans la perspective du déploiement de la 4G. A cet égard les opérateurs seront amenés à étendre leurs infrastructures fibres optiques sur d'autres villes.

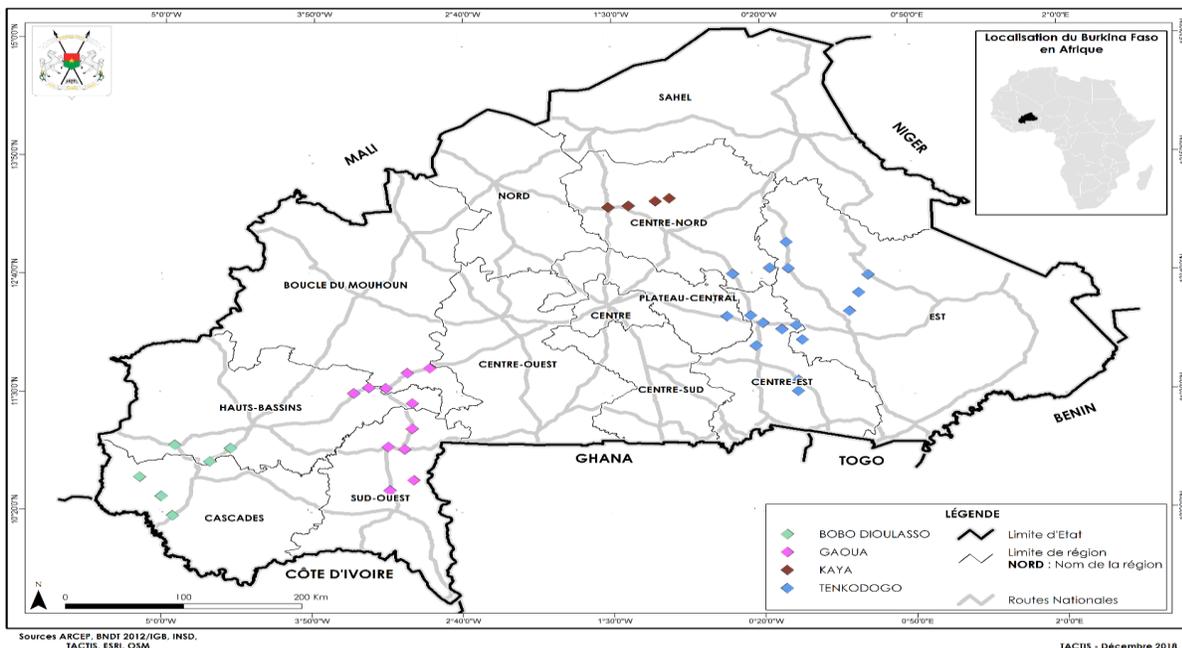
- **Réseau mobile Haut Débit (HD)**

L'Etat a engagé un processus pour l'attribution de licences technologiquement neutres. Les opérateurs ORANGE et ONATEL ont respectivement acquis leurs licences en Janvier et Mars 2019.

Les perspectives des opérateurs sur ce segment sont celles contenues dans le cahier de charges des opérateurs.

- **Solutions satellitaires**

Dans le cadre du projet d'appui au développement des TIC (PADTIC), le gouvernement prévoit une couverture satellitaire des zones isolées au réseau de l'administration (RESINA). Le hub satellitaire est situé à Ouaga 2000 au siège du RESINA et plusieurs stations terrestres disséminées à travers le territoire comme l'illustre la carte ci-dessous.



Carte 6 - Zones de couverture satellitaires dans le cadre du projet PADTIC

#### **I.4. Environnement réglementaire et législatif**

Le cadre législatif et réglementaire des communications électroniques en vigueur au Burkina Faso est élaboré conformément aux directives et actes communautaires (UEMOA et CEDEAO). Les principaux textes sont les suivants :

- la loi N° 061-2008 du 27 novembre 2008, portant réglementation générale des réseaux et services de communications électroniques au Burkina Faso ;
- la Loi N° 027-2010/AN du 25 mai 2010 portant modification de la loi N° 061- 2008 /AN du 27 novembre 2008 portant réglementation générale des réseaux et des services de communications électroniques au Burkina Faso <sup>1</sup> ;
- le Décret N° 2010-215/PRES/PM/MEF/MPTIC portant fixation des modalités d'acquisition de licences d'établissement et d'exploitation des réseaux de téléphonie fixe et mobile et d'internet ;
- le Décret N° 2010-245 PRES/PM/MPTIC/MEF portant définition des procédures et conditions attachées aux régimes des licences individuelles, autorisations générales et déclarations ;
- le Décret N° 2010-451/PRES/PM/MPTIC/MEF/MCPEA portant définition des conditions générales d'interconnexion réseaux et services de communication électroniques et d'accès à ces réseaux et services ;
- le Décret N° 2009-346/PRES/PM/MPTIC portant attributions, composition, organisation et fonctionnement de l'autorité de régulation des communications électroniques ARCEP ;
- le Décret N° 2003-176/PRES/PM/MPT portant adoption de la stratégie de développement du service universel en matière de télécommunications.

#### **I.5. Utilisation des bandes libres**

L'ARCEP a délivré des autorisations d'utilisation de fréquences à un certain nombre d'utilisateurs dans les bandes 2.4 et 5 GHz en mode « outdoor ». De par le monde entier, ces bandes sont généralement utilisées "sans licence" tant que les équipements se conforment à certaines contraintes techniques, notamment en termes de puissance d'émission et de puissance rayonnée, le Wi-Fi étant l'exemple le plus connu. Par conséquent la situation pose d'énormes problèmes au régulateur qui doit pouvoir trouver une solution.

Au-delà des opérateurs et fournisseurs d'accès à internet plus habilités, ce sont les utilisateurs indépendants qui utilisent ces solutions pour connecter leurs sites ou les distributeurs automatiques de banques par exemple.

La situation est telle que l'environnement spectrale des deux plus grandes villes du pays est extrêmement pollué.

## **II. Marché**

### **II.1. Situation du Burkina Faso**

#### **II.1.1. Situation sur le plan international**

Différents indicateurs internationaux permettent d'évaluer la maturité du marché des communications électroniques au Burkina Faso. Deux d'entre eux sont jugés pertinents pour cette analyse de marché

- *ICT Development Index*

L'index IDI (ICT<sup>2</sup> Development Index) développé par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) mesure les développements de la société de l'information dans 176 pays. En 2017, le Burkina Faso est classé 162<sup>ème</sup> sur 176 pays, il est en 26<sup>ème</sup> position en Afrique sur 38 pays évalués. Le Burkina Faso a gagné une place à ce classement entre 2016 et 2017.

- *Indice d'Accessibilité*

Le Rapport sur l'Indice d'Accessibilité 2017 est un rapport annuel publié par l'Alliance « for Affordable Internet » qui examine les cadres politiques et réglementaires qui ont permis à un certain nombre de pays de rendre l'accès à l'internet haut débit plus abordable, accessible et universel. L'Indice d'Accessibilité (ADI) permet de noter et de classer 58 pays sur la base d'une analyse approfondie des indicateurs d'infrastructures télécoms, d'accessibilité des communications électroniques. Le Burkina est classé 33<sup>ème</sup> sur 37 pays en Afrique et 54<sup>ème</sup> sur 58 pays globalement.

#### **II.1.2. Situation au niveau de la CEDEAO**

Pour comparer la situation du Burkina Faso avec celle des autres pays de la CEDEAO, l'indice IDI (ICT Development Index) développé par l'Union Internationale des Télécommunications a été utilisé. Cet index présente deux avantages. D'une part il prend en compte trois composantes essentielles pour mesurer la pénétration des TIC dans une société, à savoir l'accès au TIC, l'usage des TIC et les compétences nécessaires pour s'approprier les TIC. D'autre part, alors que de nombreux indices n'évaluent qu'un nombre limité de pays, l'indice IDI porte sur 157 pays. Toutefois, il est à noter que sur les quinze pays de la CEDEAO trois pays n'ont pas été évalués en 2017, année de base pour notre comparaison. Ces trois pays sont le Niger, le Liberia et la Sierra Leone. Néanmoins, on peut affirmer que l'absence de données sur les technologies de l'information de la communication dans ces pays est un signe de la faiblesse de l'économie numérique dans ces sociétés.

Le Burkina Faso présente un IDI relativement faible au regard des résultats des autres pays de la sous-région comme le présente le graphique ci-après. Si l'on exclue les pays aux données manquantes, on constate que le Burkina est positionné dans le dernier tiers des pays de la CEDEAO.

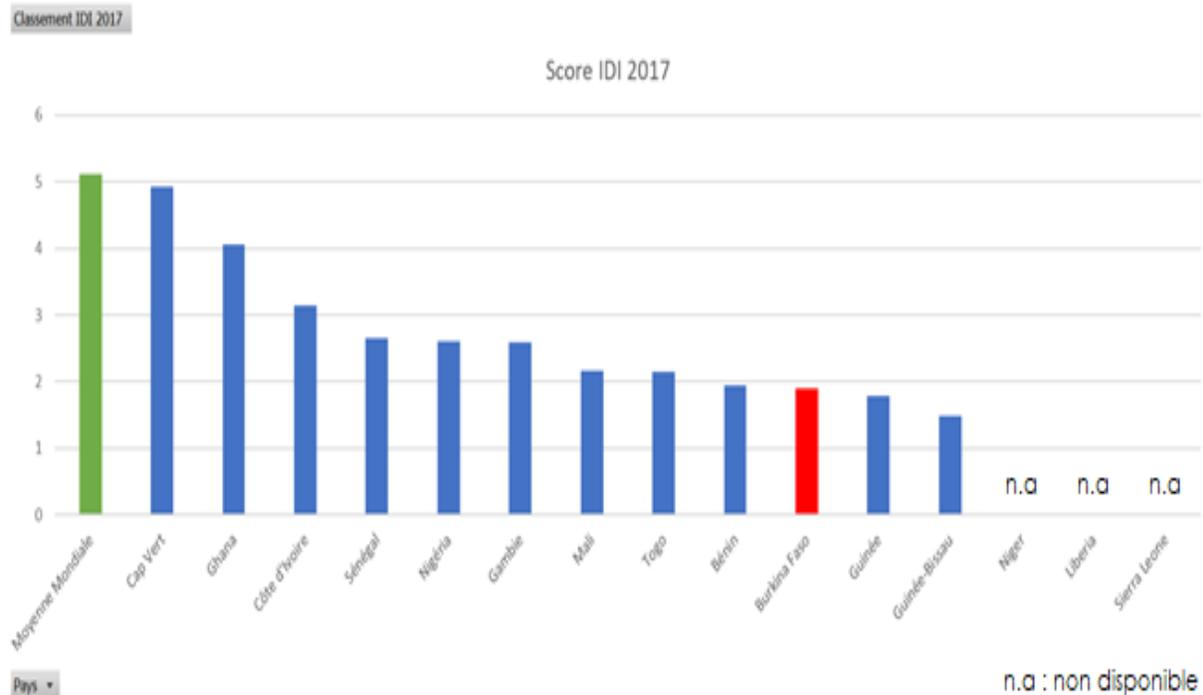


Figure 6 : graphique IDI 2017 des pays de la CEDEAO (Rapport UIT, 2017, Mesurer la Société de l'Information 2017)

Ce résultat s'explique en particulier par le sous-indice Compétences TIC pour lequel le Burkina présente le plus mauvais score de la sous-région comme le montre le graphique ci-après.

## II.2. Principaux acteurs du marché

Le marché est essentiellement constitué par celui des opérateurs de communications électronique, bien qu'il existe une trentaine de fournisseurs d'accès à internet (FAI) agréés par l'ARCEP.

### II.2.1. Les opérateurs de communications électroniques ouverts au public

Les trois principaux acteurs du marché des communications électroniques sont l'ONATEL SA, ORANGE BURKINA SA, et TELECEL FASO SA.

- **ONATEL SA**

L'ONATEL SA est l'opérateur historique du Burkina Faso, né de la scission en 1987 de l'Office des Postes et Télécommunications. En 1994, il est transformé en société

d'Etat. En 1996, l'Onatel commence à opérer sur le segment de la téléphonie mobile, puis en 2001, l'Etat crée Telmob, détenue à 100% par l'ONATEL, spécialisé dans la téléphonie mobile. En 2009, l'Onatel a été introduite à la Bourse Régionale des Valeurs Mobilières, à Abidjan. Maroc Telecom possède aujourd'hui 51% de la société. L'ONATEL commercialise les services suivants :

- Téléphonie fixe ;
- Internet fixe : cuivre (ADSL), fibre optique, sans fil ;
- Téléphonie/Internet Mobile 2G 3G et 4G.
- Services financiers mobiles : Mobicash, porte-monnaie électronique permettant de faire des transferts, des achats et de payer des factures.

- **Orange Burkina SA**

Présente sur le marché burkinabè depuis le rachat en 2016 de la société AIRTEL Burkina, entrée sur le marché en 2000. ORANGE BURKINA commercialise les services suivants :

- Internet fixe : fibre optique, sans fil ;
- Téléphonie/Internet Mobile 2G 3G et 4G.
- Services financiers mobiles : Orange money, porte-monnaie électronique permettant de faire des transferts, des achats et de payer des factures

- **Telecel Faso SA**

Telecel Faso, filiale du groupe Planor Afrique S.A, une holding fondée en 2004 par l'homme d'affaires burkinabè T. Apollinaire Compaoré, opère des réseaux depuis 2000. Telecel commercialise les services suivants :

- Téléphonie/Internet Mobile 2G et 3G
- Internet fixe : sans fil ;

	ONATEL BURKINA SA	ORANGE BURKINA SA	TELECEL FASO SA
<b>Société mère</b>	Maroc Télécom	Orange Middle East and Africa et Orange Côte d'Ivoire	Planor Afrique S.A
<b>Date d'entrée sur le marché</b>	1987	2000	2000
<b>Date d'obtention licence globale</b>	2010	2010	2010
<b>Date d'obtention licence 3G</b>	2012	2013	2017
<b>Date d'obtention licence 4G</b>	2019	2019	
<b>Part de marché mobile (T4 2019)</b>	41,97%	43,56%	14,48%
<b>Part de marché fixe</b>	100%		
<b>Nombre clients mobiles (millions) T4 2019</b>	8,5	8,9	2,5
<b>Nombre abonnés internet (millions) T4 2019</b>	2,8	3,1	0,5

Tableau 9 : *Opérateurs au Burkina Faso (Source : rapports 2019 de l'ARCEP)*

## **II.2.2. Les Fournisseurs d'accès à internet**

L'ARCEP du Burkina Faso enregistre prêt d'une trentaine de FAI déclarée. Toutefois cinq d'entre eux concentrent l'essentiel des activités menées par ces acteurs : Internet Puissance Plus (IPP), ALINK TELECOM, UNICOM, IPSYS, VIRTUAL TECHNOLOGIES (COLIBRI). Si les trois premiers disposent de licences d'utilisation de fréquences dans les gammes 3,5 GHz, les deux derniers utilisent les bandes de fréquences libres.

## **II.3. Principaux segments de marchés**

### **II.3.1. Marché de la téléphonie fixe**

Le marché de la téléphonie fixe décline. Le taux de pénétration en décembre 2016 est de 0,39 pour 100 habitants. L'ARCEP identifie les facteurs suivants pour expliquer le déclin de la téléphonie fixe :

- la concurrence des réseaux mobiles ;
- la mauvaise qualité du service après-vente (ex : dans les zones rurales les postes CDMA sont éteints par manque de terminaux ou de batteries de rechange) ;
- l'absence de maintenance des systèmes IRT qui ne sont plus fabriqués ;
- l'offre ADSL insuffisante et de mauvaise qualité ;
- le manque d'innovation en matière d'offre de fixe autre que la voix ;
- l'absence d'un plan de développement en perspective du réseau fixe.

Toutefois un regain d'intérêt pour l'internet fixe hertzien est à noter.

### **II.3.2. Marché de la téléphonie mobile**

Les trois opérateurs sont titulaires de licence globale. Ils offrent des services de téléphonie mobile de 2<sup>e</sup> génération, des services 3<sup>e</sup> génération (depuis 2013 pour Onatel SA et Orange Burkina SA, depuis 2017 pour Telecel Faso). Il est à noter que les deux premiers ont obtenu des licences technologiquement neutres respectivement en janvier et mars 2019. En fin 2019, le parc d'abonnements atteignait 20 364 508, soit un taux de pénétration de 97,58 %. Les exigences du cahier des charges devraient permettre la mise à disposition du haut débit internet mobile au niveau de l'ensemble des 49 communes urbaines et assimilées du pays. Ce qui laisse beaucoup d'espaces pour le marché de l'internet au niveau du reste des 351 communes du pays.

### **II.3.3. Marché de l'Internet**

Le marché de la fourniture d'accès internet est divisé entre l'internet mobile offert par les trois opérateurs globaux de Communications électroniques et l'internet fixe proposé par Onatel et des fournisseurs d'accès internet. Au dernier semestre 2019 l'observatoire de l'ARCEP dénombrait 6 441 178 abonnements internet mobile (29,20% de taux de pénétration) et moins de 15 000 abonnements internet fixe (moins de 1% de taux de pénétration).

### **II.3.4. Marché de l'Internet Fixe**

Un grand nombre de fournisseurs de services Internet ont demandé un accès au spectre à l'ARCEP. Dans le même temps, le nombre de fournisseurs de services Internet actifs sur le marché au Burkina Faso est limité. L'analyse de la couverture des opérateurs mobiles pour les services de données a également montré qu'il reste beaucoup de place à l'amélioration de l'accès aux services Internet.

Bien qu'il soit difficile d'établir, à ce stade, le nombre exact de FAI que le marché pourrait supporter, il est clair qu'il ne peut y en avoir un nombre illimité, compte tenu des contraintes qui pèsent sur l'équilibre entre la demande et les prix. Ceci est d'autant plus vrai que l'un des principaux clients potentiels des FAI - l'administration publique - est desservi par RESINA (ANPTIC), un FAI propre au gouvernement burkinabé. Cet opérateur est le seul autorisé à opérer un certain nombre d'applications essentielles du gouvernement.

Les FAI actifs desservent actuellement la plupart des entreprises dans les deux plus grandes villes (Ouagadougou et Bobo) et ils se sont partagé un nombre assez limité d'abonnés entre eux. Jusqu'à la mise en activité du Point d'atterrissage virtuel de Ouagadougou, ils étaient focalisés sur le marché des entreprises plutôt que celui des particuliers. Il est important de noter que les deux FAI parmi les cinq actifs qui semblent se développer le mieux sont ceux qui ne disposent pas de spectre sous licence : IPSYS et VIRTUAL TECHNOLOGIES (COLIBRI).

## **III. Identification des besoins**

Dans cette partie les besoins présents et futurs sont analysés à l'aune des éléments suivants :

- La situation existante décrite plus haut
- Une enquête réalisée auprès de trente-sept (37) utilisateurs en milieu urbain
- Une enquête réalisée auprès des principaux fournisseurs d'accès à internet pour laquelle trois (03) sur cinq (05) ont apporté des réponses.

### **III.1. En terme de couverture**

#### **III.1.1. Sur la base de l'existant**

L'analyse de la couverture existant et des projets structurants montre que :

- la problématique de la connectivité à l'internationale est en cours de résolution par l'Etat,
- la problématique des réseaux de transport est également bien adressée dans le cadre du SDAN,

- la question du développement des réseaux Mobiles pour les 15 prochaines années également avec les licences technologiquement neutres octroyée en 2019 est abordée,
- le développement des réseaux fixes n'est pas totalement adressée,
- les conditions d'utilisation des bandes libres ne sont pas convenables.

Le besoin d'évolution non pris en compte par les différentes initiatives en cours est bien celui de la mise à disposition de la majorité de la population de réseaux fixes. Toutefois il apparaît clairement dans le SDAN que les réseaux fixes filaires au regard des coûts de déploiement ne pourront couvrir que 50% des 2 plus grandes villes du pays et 25% des 5 villes suivantes. D'où le besoin des réseaux fixes sans fils essentiellement dans les zones rurales mais aussi dans les zones urbaines non couvertes par les réseaux filaires et les réseaux mobiles.

### **III.1.2. Sur la base de l'Enquête réalisée**

- *Utilisateurs des villes*

L'enquête effectuée auprès d'un échantillon de 37 clients résidentiels montrent que 83,5 % disposent d'une connexion internet tout simplement parce qu'ils ne disposent pas de terminaux adéquats. Cette connexion est effectuée essentiellement via les réseaux mobile 3G/4G. Même si la qualité est cependant jugée mauvaise une faible majorité est disposée à investir un peu plus. Ils sont pour l'essentiel disposés à utiliser un autre moyen de connexion tel que le Wi-Fi. Le volume de donnée utilisé n'excède pas 5GO pour la majorité pour un budget mensuel compris entre 1000 et 5000 F CFA.

Au regard de ses éléments les utilisateurs des villes sont intéressés par toute solution technologique qui pourrait être facilement utilisable peu coûteuse de préférence depuis leur terminal portable mobile. Une Solution Wi-Fi accessible dans un premier temps via le téléphone avec 5GO de capacité pour un coût de l'ordre de 1000 F CFA mensuel et avec une qualité de service meilleure que celle proposée par les opérateurs pourrait être un succès dans les grandes Villes.

Cette enquête allie à la couverture la question du besoin d'une solution sans fil, peu coûteuse, facilement accessible avec une bonne qualité de service

- *FAI*

Au niveau de l'infrastructure réseau, il est important de noter que les solutions Wi-Fi sont utilisés par l'ensemble des acteurs en « Backhaul » et en accès. Ceux disposant de spectres sous licences l'utilisent en plus. Ces solutions Wi-Fi sont essentiellement utilisées dans la gamme de fréquence 2,4 GHz pour l'accès « indoor et outdoor » et en 5GHz pour le « backhauling et l'accès outdoor ». Les fonctions TPC et DFS sont implémentées au niveau de l'ensemble des équipements utilisés comme recommandé.

En utilisation backhaul les puissances d'émission sont comprises entre 5 et 20 W et en accès entre 200mW et 5 W. La portée de ces réseaux variant entre 150m pour les réseaux d'accès indoor, 3Km pour les réseaux d'accès point à point et 15 à 30 Km pour les réseaux de transmission selon qu'on se trouve en milieu urbain ou interurbain.

Il est important de noter que les acteurs utilisent différents types d'équipement pour fournir leurs services. Les facilités de déploiement et la bonne couverture qu'ils offre à un coût réduit font des équipements de marque « Ubiquiti » les plus utilisés sur le marché aussi bien par les acteurs disposant de spectre sous licences que pour ceux n'en possédant pas. Si tous les acteurs utilisent des plateformes de gestion de leur infrastructure Wi-Fi, seul l'un d'eux utilise une plateforme intégré d'exploitation « express Wi-Fi ».

Par ailleurs la présence des différents acteurs en zone rural est assez faible pour les raisons suivantes:

- l'énergie est une grosse contrainte en milieu rural. L'absence du réseau d'électricité impose l'utilisation de solutions solaires,
- dans ces zones il est difficile de procéder à la collocation à des pylônes, il faut les déployer soi-même ce qui engendre des coûts importants,
- le spectre de fréquences sous licences en dessous de 18GHz n'est pas disponible,
- Il est difficile d'établir des liaisons interurbaines.

Cette enquête auprès des FAI pose avec acuité le besoin d'infrastructure de transport par les FAI pour faciliter leur déploiement en milieu rural, celui de partage d'infrastructure, celui d'énergie et celui de spectre de fréquences.

## **III.2. En terme de réglementation**

### ***III.2.1. Sur la base de l'existant***

Dans cette partie, l'analyse de l'existant réglementaire porte sur six (06) points :

- le régime des activités de communications électroniques ;
- les conditions d'accès et d'interconnexion ;
- le partage d'infrastructures ;
- le service universel ;
- la gestion du spectre ;
- les insuffisances du cadre réglementaire actuel vis-à-vis des bandes libres.

- ***Régime des activités de communications électroniques***

En conformité avec les cadres régionaux de la CEDEAO et de l'UEMOA, les régimes applicables aux réseaux et services de communications électroniques au Burkina Faso sont les suivants : la licence individuelle, l'autorisation générale, Entrée libre (sous réserve de déclaration préalable auprès de l'ARCEP).

Le cadre réglementaire existant est favorable au développement des service d'accès à l'Internet fixe. En effet l'établissement, l'exploitation des réseaux et la fourniture des services de communications électroniques sont régis dans notre pays par la loi n°061-2008/AN du 27 novembre 2008 portant réglementation générale des réseaux et services de communications électroniques.

Aux termes de l'article 12 de cette loi, sont soumises à l'obtention préalable de licences individuelles :

- l'établissement et l'exploitation de réseaux de communications électroniques ouverts au public ;
- la fourniture de services de communications électroniques au public ;
- l'utilisation de ressources rares telles que les numéros et les fréquences ;

Par ailleurs l'article 17 de cette loi, permet d'assurer librement après le dépôt, auprès de l'Autorité de régulation, d'une déclaration d'intention d'ouverture, l'exploitation commerciale des services d'accès à Internet non visées par l'article 12 ci-dessus cité.

Toutefois, s'il existe plus d'une cinquantaine de structures déclarées comme fournissant des service d'accès à l'Internet fixe, peu d'entre elles sont actives et lorsqu'elles le sont, elles fournissent des services quasi uniquement aux entreprises. D'une part, les technologies filaires (Fibre optique, Cuivre ..) ne sont pas réalisées du fait du coût important de déploiement, et, d'autre part, les ressources spectrales sont limitées. Aujourd'hui seuls trois fournisseurs d'accès à Internet partagent avec l'Agence nationale de promotion des technologies de l'information et des communication les spectres prévus à cet effet. A l'exception de l'ANPTIC, les boucles locales radio sont essentiellement déployées à Ouagadougou et Bobo Dioulasso. Dans le même temps, l'analyse de la couverture des opérateurs mobiles pour les services de données montre qu'il reste beaucoup de place à l'amélioration de l'accès aux services Internet.

- ***Service universel***

L'ensemble du Titre 3 de la Loi n°061-2008/AN est consacré à l'Accès et Service Universels et aborde successivement, de façon détaillée et téléologique, le rôle des pouvoirs publics en la matière (chap. 1), l'accès aux infrastructures d'information et de communication (chap. 2), le financement du SU par le fonds pour l'accès et le service universel (chap. 3)

Il faut souligner ici qu'au-delà d'un certain nombre de mesures visant à faciliter l'accès du plus grand nombre aux infrastructures permettant de délivrer les services de base, les dispositions de la loi élargissent le périmètre de ces services à tous ceux concourant à

l'utilisation des technologies de l'information et de la communication et mettent largement en avant :

- la connectivité haut débit et l'accès à l'Internet et aux services haut débit ;
- le rôle complémentaire de l'Etat et le recours précisément à des PPP ;
- la neutralité technologique des réseaux et des services ;
- la création d'accès public au haut débit dans les bureaux de poste, les écoles, les bibliothèques et autres centres communautaires ;
- la promotion d'applications comme la cyber éducation, la télémédecine, l'administration publique en ligne, les services électroniques pour le développement du monde rural et le commerce électronique ;
- la promotion des sources d'énergie alternatives pour remédier à la faible pénétration de l'électricité dans les zones rurales.

La mise en œuvre passée des politiques de l'accès/service universel au Burkina Faso semble ne pas s'être effectuée convenablement. L'adoption de la Stratégie Nationale de Développement de l'Accès et du Service Universels pour la période 2017 - 2021 pourra permettre d'y répondre.

- ***Gestion du spectre***

Il est admis qu'une politique efficace du spectre radioélectrique reposant, en particulier, sur l'utilisation du dividende numérique, la possibilité pour les opérateurs d'utiliser différentes bandes de fréquences indépendamment des technologies afin d'optimiser leurs déploiements l'attribution de fréquences inutilisées ou mal utilisées à des FAI /BLR, etc. fait partie des outils permettant d'augmenter la couverture haut débit.

De ce point de vue, le cadre législatif et réglementaire en vigueur au Burkina Faso pour la gestion du spectre et des équipements associés est conforme aux standards et aux règles internationaux ainsi qu'aux cadres régionaux qui en sont inspirés.

Toutefois la question de l'utilisation des bandes libres reste à adresser car il y a peu d'orientations notamment en ce qui concerne les fréquences libres : Wi-Fi, IoT, drones. La définition de conditions d'utilisation et le contrôle de leur respect effectif, sont extrêmement importants. En outre leur utilisation par des structures privées (banques) non spécialisées dans le domaine pose des problèmes importants en termes d'utilisation de ces ressources.

### ***III.2.2. Sur la base de l'Enquête réalisée***

Aujourd'hui la capacité à l'international est accessible (1/6<sup>ème</sup> du coût depuis juin 2018) mais le rôle de distribution au client final dévolu aux FAI n'est pas encore pris en charge.

Le premier élément d'information qui ressort de l'enquête est qu'il y a un besoin de spectre supplémentaire sous licence. On est en train d'arriver à la limite de ce que le l'usage des bandes libres peut offrir surtout pour les liens « front haul » en milieu urbain. Les brouillages et les interférences sont de plus en plus fréquents. Tous les FAI consultés

souhaitent un réaménagement réglementaire pour permettre à ceux qui ne disposent pas de spectre d'en avoir et pour augmenter la quantité allouée. Paradoxalement ils reconnaissent que le nombre de licences à ce sujet doit être limité.

Les problématiques à résoudre sont les suivantes :

- Réglementer l'importation des équipements Wi-Fi
- Améliorer les connaissances radio des acteurs du Wi-Fi (Besoin de formation des IXP)
- Organiser des ateliers de formation sur la gestion des fréquences sur les points d'accès Wi-Fi
- Entreprendre des actions de sensibilisation sur l'utilisation conjointe et l'écosystème des acteurs
- Donner des licences a un nombre réduit de FAI pour une meilleure qualité de service
- Favoriser la liberté d'utilisation sur le marché et que l'Etat confirme clairement que le Wi-Fi est libre (indispensable pour rassurer les firmes internationales)

### **III.3. En terme de marché**

#### ***III.3.1. Sur la base de l'existant***

Le marché des télécommunications en matière de services et applications haut débit peut être soit orienté offre (ce sont les offreurs de service qui ont une influence déterminante sur le marché à la fois en termes de produits et en termes de prix) ou orienté demande (ce sont les clients qui conduisent les offreurs de services à mettre au point de nouveaux services et applications).

Concernant le haut et le très haut débit, on peut distinguer deux classes de services :

- Les services d'accès mobile (3G/4G ...) et les services d'accès fixe (xDSL, FTTH, câble et Sans Fil) mis en œuvre par les fournisseurs de services locaux
- Les services de contenus tels que les OTT (Facebook, WhatsApp, Google, YouTube, sites de streaming...), sur lesquels les opérateurs locaux n'ont pas de prise.

En Afrique et au Burkina en particulier comme le confirme l'enquête les utilisateurs se connectent essentiellement pour Facebook et WhatsApp. Les OTT contribuent donc fortement à créer la demande et lorsque la capacité est disponible, le marché est « drivé » par la demande. Cette approche est valable pour les milieux urbains.

Par contre lorsque la capacité n'est pas disponible le marché est drivé par l'offre. Cette approche est valable pour les milieux ruraux.

### **III.3.2. Sur la base de l'Enquête réalisée**

- **Utilisateurs des villes**

L'enquête effectuée auprès d'un échantillon de 37 clients résidentiels montrent que 83,5 % disposent d'une connexion internet essentiellement via les réseaux mobile 3G/4G. Ils sont pour l'essentiel disposés à utiliser un autre moyen de connexion tel que le Wi-Fi. Les services essentiellement ciblés sont Facebook et WhatsApp via le terminal mobile.

Des offres nomades (utilisables depuis le téléphone) , une qualité et un coût compétitif favoriseraient un essor d'offre Wi-Fi.

- **FAIs**

Les informations recueillies auprès de FAI peuvent être analysées selon le profil de l'acteur concerné :

- **Acteur disposant de spectre sous licence**

Pour l'un de ces acteurs le chiffre d'affaire est de l'ordre de 500 Million de F CFA annuel pour un bénéfice d'environ 50 millions de F CFA qui est quasiment entièrement utilisé pour l'investissement ; 70% de ses clients sont connectés par BLR radio avec le spectre sous licence et 30% des clients sont connecté via le Wi-Fi. La clientèle traditionnelle est la clientèle entreprise mais il adresse de plus en plus la clientèle résidentielle.

- **Acteur ne disposant pas de spectre sous licence**

Pour les acteurs utilisant uniquement le Wi-Fi il n'y a aucun bénéfice remonté toutefois pour l'acteur majeur du secteur présent sur 3 grandes villes du pays avec 60 points d'accès il est noté 7900 utilisateurs par mois avec une croissance mensuelle de 49% notée depuis qu'il a acquis la solution « express Wi-Fi » en Septembre 2019. La stratégie orientée clientèle résidentielle, est d'obtenir le maximum d'abonnés pour pouvoir faire du bénéfice. Cet acteur qui est en train de s'imposer sur le marché des FAI s'adresse de plus en plus à des marchés de niches (étudiants, marchés,) et vise à s'étendre sur le territoire national. Le revenu par utilisateur qu'il annonce est de 845 F CFA /mois.

La grosse problématique pour le développement de ce marché, est pour ces acteurs la question du transport interurbain pour pouvoir se déployer sur tout le territoire. Il ressort de ces éléments que si le marché n'est globalement pas encore ces acteurs sont prêts à se déployer sur l'ensemble du territoire si l'Etat les accompagne.

Deux marchés relativement différents sont ainsi identifiés. Il s'agit de celui des zones urbaines et celui des zones rurales.

Le marché de la fourniture d'accès à internet, essentiellement concentré en zone urbaine, est déjà développé et assez dynamique. Au niveau de ce marché, c'est la problématique

de la qualité que nous nous proposons de traiter. La satisfaction du consommateur final en termes de qualité de service avec des coûts raisonnables est l'enjeu.

Dans les zones rurales, le besoin du marché est relativement important et pourrait permettre de réduire la fracture numérique. Les projets de déploiement de réseau « backbone » et « backhaul » entrepris par l'Etat pourraient se voir offrir des solutions d'accès facilement déployables et peu coûteuses aux populations rurales. La problématique immédiate est plus celle de l'accès que celle de la qualité.

## CHAPITRE III: REGULATION DES BANDES LIBRES

Le Burkina Faso a un fort besoin pour son développement, de couverture large bande. Deux marchés différents sont à adresser, celui des zones urbaines et celui des zones rurales. Si pour le premier l'objectif est de pouvoir améliorer l'offre proposée en développant la concurrence, sur le second l'approche est plutôt de trouver les moyens d'inciter les acteurs à se déployer dans les zones rurales en vue de réduire la fracture numérique. Il existe à travers les bandes de fréquences libres Wi-Fi des opportunités technologiques importantes pour ce faire. La question qui se pose alors est celle de savoir comment tirer profit de la technologie existante pour répondre au besoin de couverture numérique du Burkina Faso.

L'incitation à l'utilisation de technologie Wi-Fi par la puissance publique peut être réalisée à travers trois (03) orientations stratégiques :

- Favoriser une utilisation libre de ces technologies par des acteurs habilités dans le respect des conditions d'utilisation de ses technologies en vue d'offrir des services de qualité
- Réduire la fracture numérique par des mesures incitatives au déploiement de solution Wi-Fi en milieu rural
- Favoriser la concurrence par la qualité de l'offre en milieu urbain

Ces trois orientations correspondent aux axes de régulation (leviers réglementaire est stratégiques) identifiés pour une utilisation efficiente des bandes libres au Burkina Faso.

### I. Utilisation libre du Wi-Fi

L'utilisation libre de ces technologies par des acteurs habilités en cinq (05) actions :

- Attribuer des licences au FAI
- Restreindre l'utilisation des bandes libres en extérieur aux acteurs détenteurs de licence.
- Abaisser les redevances de fréquences Point à Point
- Définir les conditions d'utilisation du Wi-Fi
- S'assurer du respect des conditions d'utilisation du Wi-Fi

#### I.1. Attribuer des licences au FAI

La proposition pour cette action consiste à attribuer des licences aux FAI dans des conditions favorables à l'objectif d'extension de la connectivité à large bande aussi bien dans les zones rurales que pour fournir la couverture nécessaire dans les grandes agglomérations.

Les informations recueillies auprès de l'ARCEP font état des éléments suivants :

- 3 FAI ainsi que l'ANPTIC disposent d'autorisation d'utilisation de spectre dans la gamme de fréquence 3,5GHz
- Il est possible de rendre disponible du spectre pour dix (10) FAI au maximum

La situation du marché pour le service fixe sans fil point à multipoints indique :

- L'existence d'un nombre très important de demandes de fréquences BLR ;
- L'existence d'un potentiel de croissance pour l'accès aux services Internet ;
- L'existence de modèles d'affaires très intéressants parmi les FAI consultés lors de l'enquête, qui n'attendent qu'à disposer de cette ressource spectrale pour adresser des niches de marchés dont le déploiement de hotspots pour cibler le grand public, cibler des clients résidentiels, offrir des services très spécialisés aux entreprises, écoles...

En somme, le marché de l'Internet présente beaucoup de potentiel. Des licences spécifiques pourraient être mises à disposition pour les entreprises désireuses de se concentrer sur les services innovants, ou sur les zones géographiques mal desservies.

En prenant en compte les éléments ci-dessus évoqués et la réglementation existante et en vue d'atteindre les objectifs fixés en matière de qualité, l'attribution d'une licence pour l'établissement et l'exploitation de réseaux de communications électroniques ouverts au public en vue de la fourniture de services d'accès Internet par Boucle Locale Radio dans les conditions ci dessous:

- Une durée de licence assez longue pour permettre de mettre en œuvre des business plan rentables ; soit 10 ans renouvelables.
- Un nombre de licences limité dix (10) au maximum au regard des contraintes de l'ARCEP
- Un montant de droit d'entrée minimale n'excédant pas 10 000 000 FCFA au regard des résultats de l'enquête auprès des FAI
- Une sélection basée sur la qualité excluant les 3 opérateurs de communication électroniques existant. Cette sélection pourrait se faire avec des conditions préalables, devant servir à prouver les capacités techniques et financières des éventuels candidats à déployer et opérer de tels réseaux:
  - Disposer de fonds suffisants, une fois le spectre attribué;
  - Démontrer la capacité technique à déployer un service;
  - Avoir un business plan qui assurera la longévité du service.
- Un cahier de charge exigeant en matière de qualité de service et permettant une utilisation efficace du spectre sur l'ensemble du territoire y compris dans les zones les moins rentables:
  - Introduction d'une clause de type «use it or lose it», de sorte que si le spectre n'est pas utilisé de manière démontrable à une date définie au préalable, la licence expire et le droit d'accès au spectre est révoqué;

- Introduction d'un ensemble de critères minimaux de déploiement de service, afin de s'assurer que le spectre est utilisé pour améliorer les services à large bande sur tout le territoire plutôt qu'uniquement dans les endroits où les recettes peuvent être les plus élevées.

## **I.2. Restreindre l'utilisation des bandes libres en extérieur aux acteurs détenteurs de licence.**

En matière d'utilisation de Wi-Fi en fonction du contexte d'utilisation, deux cas de figures peuvent se présenter :

- L'utilisation en « indoor » ou milieu intérieur peut être accessible librement à tous.
- L'utilisation en milieu « outdoor » ne pourrait être libre que pour les titulaires de licence.

La mise en application de ces mesures aurait le mérite de limiter les brouillages et les interférences surtout en milieu urbain. On pourrait éviter ainsi que tous les utilisateurs non professionnels du métier utilisent les fréquences libres abusivement. En outre le contrôle qui relève des attributions de l'ARCEP serait facilité.

Conformément à l'article 111 de la loi N° 061-2008/AN portant réglementation générale des réseaux et services de communications électroniques au Burkina Faso, L'Autorité de régulation peut adopter un système de licences génériques d'utilisation de fréquences dans certaines gammes de fréquences dans le but d'apporter davantage de souplesse et de favoriser le développement. Le décret d'application n°2011-92/PRES/PM/MPTIC/MEF portant définition des procédures applicables à la gestion du spectre des fréquences radioélectriques, pourrait être revu de manière à ce que la question des bandes libres utilisées en « outdoor » soit traitée pour mettre en œuvre cette action.

## **I.3. Abaisser les redevances de fréquences pour les liaisons Point à Point**

Les fréquences des liaisons point à point sont extrêmement importantes pour les réseaux de transmission. Celles de la gamme de fréquences 5,8GHz très prisée par les acteurs car utilisée par des équipements Wi-Fi peu coûteux sont encombrées. Il est important à des fins de qualité de donner la possibilité aux FAI d'obtenir du spectre à un coût extrêmement réduit en milieu urbain. Le spectre au-dessus de 18GHz, peu utilisé peut-être très intéressant. C'est pourquoi la proposition ici est d'en réduire drastiquement les coûts de redevances.

Pour ce faire une modification du décret n°2010-246/PRES/PM/MPTIC/MEF portant fixation des taux et modalités de recouvrement des redevances, contributions et frais institués au profit de l'Autorité de régulation des communications électroniques, est la solution appropriée.

#### **I.4. Définir les conditions d'utilisation du Wi-Fi**

Cette action est l'un des éléments clef du travail proposé. Après analyse, la proposition pour cette action est de définir les paramètres d'utilisation adaptées à l'usage de ces fréquences prévues pour les réseaux locaux point-multipoint ainsi que les niveaux de puissances qui doivent être respectés.

Les fréquences radioélectriques désignées dans la liste ci-dessous peuvent être utilisées librement pour des applications de réseaux locaux radioélectriques à large bande (RLAN) par les dispositifs de faible puissance et de faible portée dans le respect des conditions d'utilisation définies en annexe:

- 2400 - 2483.5 MHz
- 5150 - 5350 MHz
- 5470 - 5725 MHz

Pour toutes les autres la transposition de la recommandation ERC/REC 70-03 du Comité des communications électroniques (ECC) peut être actée.

Pour mettre en œuvre cette action L'ARCEP devra procéder à un dédommagement des acteurs pour lesquels elle avait délivré des autorisations d'utilisation de fréquences dans les bandes 2.4 et 5 GHz.

Pour le cas particulier de la bande 5.8 GHz (5725 - 5875 MHz), il est intéressant qu'elle puisse être utilisable à court terme pour les réseaux de transmission point à point. L'approche serait de la rendre disponible, à la demande, uniquement aux titulaires de licences.

#### **I.5. S'assurer du respect des conditions d'utilisation du Wi-Fi**

Cette action relève des prérogatives de l'ARCEP. Il faut pour la mettre en œuvre :

- Un renforcement de l'équipe en charge du contrôle du spectre en terme d'effectif et de ressources techniques,
- Un encadrement des acteurs pouvant utiliser les bandes libres en extérieure. A ce sujet l'action consistant à restreindre l'utilisation des bandes libres en extérieur aux acteurs détenteurs de licences est un important volet.
- Un renforcement des procédures de sanctions.

Pour ce troisième point Le décret d'application n°2011-92/PRES/PM/MPTIC/MEF portant définition des procédures applicables à la gestion du spectre des fréquences radioélectriques, pourrait être revu en son volet sanction à travers la modification de son article 16. Ceci afin que toute décision de suspendre une assignation de fréquence puisse être prononcée par dérogation des articles 185 et suivants de la Loi, c'est-à-dire, sans mise en demeure ou avec une mise en demeure assortie d'un délai très court. Et surtout

que le non-respect des conditions d'utilisation des bandes de fréquences libres puissent être sanctionné au même titre.

## **II. Réduction de la fracture numérique**

La réduction de la fracture numérique par des mesures incitatives en quatre (04) actions:

- Développer l'offre de capacité
- Faciliter l'utilisation des réseaux de transport en milieu rural
- Favoriser la desserte des zones rurales
- Encourager le développement des fournisseurs hybrides d'électricité et internet pour les zones isolées

### **II.1. Développer l'offre de capacité**

La situation enclavée du Burkina Faso rend difficile l'accès à la capacité internationale. Toutefois la position géographique du pays peut devenir un atout si une bonne politique est menée en la matière et permettre ainsi de baisser d'avantage le coût de la connectivité internationale.

Pour ce faire la première proposition est de renforcer le développement des Points d'atterrissage virtuel (PAV) au Burkina Faso. Cet apport peut être effectué comme suit :

- Une subvention perpétuelle pour l'exploitation de fibre noire (au moins 4 brins à dédier) ou une capacité de transport (au port un port 10G) sur le réseau Backbone national d'initiative publique ;
- L'octroi d'un régime fiscal favorable (exonération d'impôts et autres taxes) ;
- La recherche de subvention auprès des partenaires techniques et financiers pour augmenter la bande passante internationale au PAV ;

La seconde approche consisterait à réguler efficacement l'accès aux capacités nationales et internationales. Il s'agira de revoir l'analyse des marchés de capacité, notamment en imposant des baisses de tarifs supplémentaires aux opérateurs en se fondant sur l'obligation d'orientation vers les coûts applicables aux opérateurs puissants. En outre la mise en œuvre du mécanisme régional de règlement des différends prévu à l'article 9 du Règlement CEDEAO C/REG.19/12/16 portant conditions d'accès à la bande passante nationale et internationale sur les réseaux terrestres au sein de l'espace CEDEAO (Abuja, 15-16 Décembre 2016), pourra être d'un apport considérable.

### **II.2. Faciliter l'utilisation des réseaux de transport en milieu rural**

Dans les zones rurales, le besoin du marché est relativement important et pourrait permettre de réduire la fracture numérique. Les projets de déploiement de réseau « backbone » et « backhaul » entrepris par l'Etat pourraient se voir offrir des solutions

d'accès facilement déployables et peu coûteuses aux populations rurales. La problématique immédiate est plus celle de l'accès que celle de la qualité. Dans ces zones, nous recommandons une utilisation libre avec des conditions d'utilisations moins strictes en termes de niveau de puissance autorisée en extérieur. Ceci faciliterait la couverture et permettrait de résoudre plus facilement la problématique d'accès.

La première activité proposée est l'adoption de plusieurs textes fondateurs suggérés dans le cadre du Schéma directeur d'aménagement numérique (SDAN) du Burkina, adopté par décret n°2019 - 0837-PRES/PM/MDENP/MINEFID du 07 août 2019. Il s'agit :

- du décret portant adoption du Référentiel Général pour le Déploiement des infrastructures de télécommunications en fibre optique (RGD-FO) au Burkina Faso
- du décret portant mutualisation des infrastructures,
- du décret relatif au partage des infrastructures,
- de l'arrêté de mise en place des organes du SDAN.

Ils devront permettre de rendre plus harmonieux et moins coûteux l'aménagement numérique du pays avec une réalisation essentiellement par le secteur privé souhaitée.

La deuxième activité serait de renforcer la régulation des offres de gros à l'échelle nationale. Il s'agira de revoir l'analyse des marchés de capacité, notamment en imposant des baisses de tarifs supplémentaires aux opérateurs en se fondant sur l'obligation d'orientation vers les coûts applicables aux opérateurs puissants.

La troisième activité qui pourrait avoir un impact immédiat est que l'Etat s'engage à ce que pendant 5 ans les FAI puissent bénéficier d'accès à la capacité au 1/10 du coût pratiqué à Ouagadougou à tous les points de présence de backbone optique avec pour condition d'être présent et actif dans les localités concernées au bout de 5 ans et dans tous les 351 chefs-lieux de commune rurale au bout de 10 ans.

### **II.3. Favoriser la desserte des zones rurales**

Les zones rurales peuvent être regroupées en trois types de zones :

- Zone 1 : Les zones à potentiel intérêt pour le privé (jusqu'au niveau chef-lieu de communes rurales). Pour ces zones les dispositions prévues au niveau du paragraphe précédent sont convenable.
- Zone 2 : Les zones qui peuvent être jugées d'intérêt uniquement publique sans rentabilité possible. Il s'agit de celles concernées par le service universel. Pour ces zones le fonds du service universel pourra être sollicité afin que des solutions associant les services de téléphonie de base au Wi-Fi puissent être déployées dans ces zones.
- Zone 3 : Les zones mixtes

Dans ces zones un appel à manifestation d'intérêt ouvert à tous les détenteurs de licence pourra être lancé dans un premier temps pour leur couverture.

Pour les zones restantes, à la fin de ce processus, l'ANPTIC en collaboration avec la SBT pourraient être autorisés à déployer le super Wi-Fi librement en collaboration avec des partenaires techniques et financiers.

#### **II.4. Encourager le développement des fournisseurs hybrides d'électricité et internet pour les zones isolées**

Il s'agit de mettre en place des incitations pour favoriser l'émergence d'un écosystème de co-développement des télécoms et de l'électricité en zone « off-grid ». Le terme off-grid ou électricité hors réseau, désigne le fait de ne pas être connecté au réseau principal et donc de constituer un réseau autonome d'ampleur limitée.

Pour la mise en œuvre de cette activité, des modifications des textes (décrets ou lois) en vigueur sont nécessaires pour encadrer la mise en œuvre sur le terrain. Les propositions sont décrites dans la partie dédiée aux leviers législatifs et réglementaires.

Un régime fiscal favorable et une exonération sur les redevances des fréquences pourront être accordés à ces acteurs.

### **III. Concurrence par la qualité de l'offre**

La concurrence par la qualité de l'offre en deux (02) actions :

- Faciliter la mise à disposition de fréquences de transport en milieu urbain
- Favoriser la mise en œuvre d'offre nomade

#### **III.1. Faciliter la mise à disposition de fréquences de transport en milieu urbain**

Les fréquences des liaisons point à point sont extrêmement importantes pour les réseaux de transmission. Le spectre au-dessus de 18GHz, présente des caractéristiques moins intéressantes que le spectre dans les gammes de fréquences plus basses en raison de contraintes de propagation. C'est pourquoi la proposition ici est d'optimiser le spectre alloué aux opérateurs dans les bandes en dessous de 18GHz, afin de pouvoir le mettre à disposition des fournisseurs de services internet.

#### **III.2. Favoriser la mise en œuvre d'offre nomade**

Dans ce marché, guidé par la demande (Facebook, WhatsApp) le défi est de pouvoir concurrencer les offres mobiles existantes. Dans un contexte où la qualité de service mobile est fortement décriée il s'agira de pouvoir proposer des offres de bonne qualité.

Le service fixe jadis chasse gardée de l'ONATEL SA est de plus en plus concurrentiel aussi bien au niveau des résidents qu'au niveau des entreprises. En effet l'arrivée de PAV Burkina et de BFIX permet aujourd'hui à tous les acteurs, opérateurs comme fournisseurs d'accès à internet de bénéficier non seulement de capacité internationale au même coût mais aussi et surtout de contenus locaux (Mise à jour des GAFA et contenus produits localement. La différenciation se fera désormais au niveau des offres proposées aux clients finaux à travers différents types de technologies filaires ou hertziennes en fonction de leur choix.

Favoriser la multiplication des offres d'accès à internet fixes ou mobile ne peut profiter qu'au client final à travers l'amélioration indispensable de la qualité et la diminution du coût si le secteur est bien régulé.

L'enquête réalisée dans le cadre de ce travail a clairement montré que l'essentiel des clients possédait pour 85% de ceux interrogés à Ouagadougou un smartphone. Par conséquent les offres qui ont le plus de possibilité d'être attrayantes sont les offres nomades qui permettraient à un utilisateur d'avoir une connexion Wi-Fi à son domicile de l'avoir aussi à son lieu de travail ou à son école sans avoir besoin de se reconnecter à un nouveau réseau.

Pour favoriser le développement de telles offres une des mesures les plus importante est de faciliter l'entrée sur le marché de terminaux mobiles compatibles Wi-Fi. Il faudrait en outre rendre obligatoire le partage d'infrastructures existantes entre titulaires de licence dans les dispositifs réglementaires déjà évoqués plus haut.

Des facilités plus accrues devront être apportées pour ce faire dans les zones d'intérêt particulier telle que les Ecoles, universités, marchés, zone d'activités économiques diverses qui mobilisent un grand nombre de clients Wi-Fi potentiel.

### **III.3. Production et hébergement de contenus locaux**

La production et l'hébergement de contenus localement est un gage de qualité important. Le temps d'accès au contenu OTT et aux contenus locaux importants surtout les sites importants de l'administration se trouve extrêmement réduit.

En outre cela permettrait de développer une filière et une économie numérique locales avec l'émergence de nouveaux acteurs nationaux et l'arrivée sur le territoire d'acteurs internationaux. L'arrivée de nouveaux services data et notamment vidéo, développés par ces acteurs permettra de générer du trafic et de rentabiliser rapidement les infrastructures qui auront été déployées.

Pour faire émerger de nouveaux acteurs nationaux et attirer des entreprises internationales il faut que ces entreprises puissent trouver des solutions sécurisées et compétitives pour héberger leurs équipements, produire du contenu, réaliser le traitement technique et le stockage de ce contenu en local. Sans quoi ils ne s'installeront pas sur le territoire. Pour mettre en œuvre cette action il sera nécessaire de :

- Soutenir la construction de Datacenter locaux et développer une offre d'hébergement compétitive. L'amélioration de celui de l'ANPTIC est l'option privilégiée
- Poursuivre le développement des Points d'échange internet (IXP). Pour ce faire il serait intéressant de subventionner le BFIX pendant cinq ans. Ceci devra permettre:
  - la création de nouveaux points d'échange internet dans d'autres localités du Burkina Faso ;
  - L'attrait d'acteurs internationaux pour se connecter au point d'échange du Burkina ;
  - Offrir des conditions favorables à l'entrée de nouveaux acteurs indépendants (non intégrés verticalement), notamment des acteurs d'interconnexion ou de peering et des acteurs pouvant proposer des serveurs de cache ;

Les sources de subventions possibles étant le Fonds d'accès et de service universel, les Partenaires techniques et Financiers, le Budget de l'Etat.

- Promouvoir le développement de contenus locaux

#### **III.4. Formation des fournisseurs d'accès à internet**

Pour ce point extrêmement opportun relevé par les fournisseur d'accès à internet l'action consisterait à ce que chaque année une session de formation à destination des FAI puisse être organisée par l'ARCEP sur le déploiement de solution Wi-Fi.

## CONCLUSION

L'utilisation des fréquences libres est une opportunité pour le développement du « large bande » au Burkina Faso. Les fréquences libres concernées sont celles utilisées pour les réseaux locaux d'accès à Internet « Wi-Fi ». Les opportunités offertes par les technologies de communications électroniques utilisant le Wi-Fi sont nombreuses, et différents modèle d'utilisation existent aujourd'hui. Au-delà de l'utilisation classique dans le cadre de réseaux locaux « indoor » ce sont les utilisations dans le cadre de réseaux locaux « outdoor » et de réseaux longues distances qui se révèlent intéressants. Le super-Wifi peut constituer une solution adaptée à la couverture des zones isolées.

La couverture internet du Burkina est extrêmement faible (30% de taux de pénétration en 2019) avec une fracture numérique importante. Les bandes libres sont actuellement utilisées dans des conditions tels que les deux plus grandes villes du pays sont extrêmement polluées dans les gammes de fréquences concernées, rendant difficile toute fourniture de service de qualité. Les besoins sont importants et varient selon qu'on se situe en milieu rural ou en zones urbaines.

Dans les grandes villes, où cohabitent plusieurs fournisseurs de services le défi est de susciter l'adhésion à des services différents de ceux proposés par les opérateurs de téléphonie mobile, qui sont de plus en plus décriés, pour ce qui concerne la qualité technique et le coût. Dans les zones rurales, au niveau desquelles il y a un fort besoin d'accéder à internet, le défi est de pouvoir identifier les conditions suffisamment motivantes pour que les fournisseurs de services internet puissent s'y déployer.

Pour tirer profit des opportunités technologiques offertes par le Wi-Fi, afin de répondre au besoin de couverture numérique du Burkina Faso, le travail réalisé suggère que la puissance publique mette en œuvre son action à travers trois (03) orientations stratégiques :

- Favoriser une utilisation libre de ces technologies par des acteurs habilités dans le respect des conditions d'utilisation de ses technologies en vue d'offrir des services de qualité ;
- Réduire la fracture numérique par des mesures incitatives au déploiement de solution Wi-Fi en milieu rural ;
- Favoriser la concurrence par la qualité de l'offre en milieu urbain.

Pour leur mise en œuvre, plusieurs leviers règlementaires et stratégiques sont proposé à travers treize actions clef à mener. La nécessité d'attribuer des licences aux fournisseurs d'accès à internet et de limiter aux titulaires de licences l'utilisation libre des bandes de fréquences concernées, est un élément important en vue d'améliorer la qualité de service. En outre il est indispensable que les conditions d'utilisation des fréquences libres utilisée pour le Wi-Fi soit bien définie et publiées conformément à la réglementation. Le contrôle

qui en découle doit absolument être mené avec efficacité avec des sanction conséquentes et faciles à mettre en œuvre en cas de non-respect. Pour réduire la fracture numérique, il est proposé de faciliter l'accès à la capacité de transport dans les milieux ruraux à travers des subventions, mais aussi, et surtout, de renforcer la réglementation existant en matière de partage et de mutualisation d'infrastructures. Si l'utilisation du fond du service universel est considérée, le financement est surtout envisagé dans le cadre de mesures incitatives. Enfin, la mise en œuvre d'un projet Super Wi-Fi par l'ANPTIC en collaboration avec la SBT est encouragée.

# ANNEXES

## I. Fiches de collectes

### I.1. Questionnaires adressé aux utilisateurs pour estimer les besoins du marché des réseaux larges bandes fixes Wi-Fi

1. Utilisez-vous une connexion internet ?

Oui  Non

2. Si non pourquoi ?

3. Si non souhaitez-vous l'avoir ?

Oui  Non

4. Avez-vous une connexion internet à la maison ?

Oui  Non

5. Quel type de connexion internet utilisez-vous ?

3G/4G  ADSL/Fibre Optique  BLR/Wi-Fi

6. Que pensez-vous de la qualité ?

Mauvaise  moyenne  bonne  excellente

7. Seriez-vous disposé à dépenser plus pour une meilleure qualité ?

Oui  Non

8. Seriez-vous disposé à utiliser un autre type de connexion pour un meilleur rapport qualité prix ?

Oui  Non

9. Quel volume de donnée utilisez-vous par mois ?

100Mo  100Mo à 1Go  1 à 5Go  Supérieur à 5Go

10. Quel budget consacrez-vous par mois à internet ?

500F  1000 à 5000F  5000 à 10.000F  Supérieur à 10.000F

11. Que pensez-vous du coût ?

Abordable  Acceptable  Cher  Très cher

12. Quels services internet utilisez-vous les plus ?

Facebook  WhatsApp  Google  Mailing  YouTube  Autre

13. Quel(s) terminal(naux) utilisez-vous pour accéder à internet ?

Téléphone  Ordinateurs  Clef de connexion  Routeur Wi-Fi

14. Que pensez-vous du coût de terminal ?

Abordable  Acceptable  Cher  Très cher

15. Seriez-vous prêt à vous connecter à internet via un Hotspot Wi-Fi ?

Oui  Non

## I.2. Questionnaire adressé aux FAI pour recueillir les données précise de l'utilisation des solutions Wi-Fi au Burkina Faso

### Informations relatives au réseau du titulaire

**1. Quelle est le modèle d'utilisation du spectre de façon générale dans votre réseau ?**

Backhaul avec fréquence sous licence (1)  Backhaul avec solution Wi-Fi (2)

Backhaul avec (1) et (2)  Segment accès avec fréquence sous licence (3)

Segment accès avec solution Wi-Fi (4)  Segment accès avec (3) et (4)

**2. Utilisez-vous des solution Wi-Fi dans le cadre de vos activités pour la fournir de la capacité à vos clients ?**

Oui  Non

**3. Etes-vous présent en zone rurale ?**

Oui  Non

**4. Sinon quelles sont les contraintes ?**

**5. Utilisez-vous des plateformes pour la gestion de vos infrastructure Wi-Fi ?**

Oui  Non  NC

### Informations relatives aux différents solutions Wi-Fi utilisées

**6. Quelles sont les principales marques utilisées pour la fourniture des services**

**7. Dans votre expérience d'utilisation, quelles sont vos préférences parmi les marques des solutions Wi-Fi par vous utilisées et existantes ?**

**8. Quelles sont dans ce cas vos motivations ?**

**9. Les pourcentages pour chaque marque utilisée ?**

Pourcentage	Liste des marques
0-25%	
25-50%	
50-75%	
75-100%	

### Informations relatives aux contraintes technologiques

**10. Les gammes de fréquences utilisées et les proportions sur chaque segment de réseau ?**

**Sur la 2.4Ghz**

Segment Backhaul : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100%

Segment accès Outdoor : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100%

Segment accès Indoor : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100%

**Sur la 5Ghz**Segment Backhaul : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100% Segment accès Outdoor : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100% Segment accès Indoor : 0-25%  25-50%  50-75%  75-100% **11. Sur la 5Ghz les fonctions TPC et DFS sont-elles implémentées dans vos équipements ?**Oui  Non  NC **12. Les plages de puissances maximales utilisées sur chaque segment de réseau ?****Sur la 2.4Ghz**Segment Backhaul : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres Segment accès Outdoor : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres Segment accès Indoor : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres **Sur la 5Ghz**Segment Backhaul : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres Segment accès Outdoor : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres Segment accès Indoor : 1-200 mW  200Mw-5W  5W-20W  Autres **13. Quelle est la distance max atteint par vos liens radio Wi-Fi en Urbain ?****14. Quelle est la distance max atteint par vos liens radio Wi-Fi en zone rurale ?****Informations relatives à la réglementation****15. Quelles sont les difficultés rencontrées sur l'utilisation des solutions Wi-Fi ?****16. Souhaiterez-vous des aménagements règlementaires sur l'utilisation des solution Wi-Fi ?**Oui  Non **17. Quelle sont vos propositions pour résoudre les difficultés d'utilisation des solutions Wi-Fi ?****Informations relatives à la gestion du spectre****18. La quantité du spectre qui vous a été assigné est-elle suffisante ?**Oui  Non **19. Sinon avez-vous des propositions ?****20. Quelle sont vos attentes vis-à-vis de l'ARCEP et de MDENP ?****21. Vos solutions Wi-Fi sont-elles homologuées par les services techniques de l'ARCEP ?**Oui  Non

**Informations relatives aux marchés actuel et en perspective**

**22. Quel est votre chiffre d'affaire ?**

**23. Quel est votre bénéfice ?**

**24. Quel budget consacrer au déploiement ?**

**25. Combien de clients raccordez-vous ?**

**26. Quels sont les types de client raccordés et les proportions ?**

Résidentiels  clients nomades  entreprises  administrations

Universités  établissements scolaires  gare de transport

**27. Quel est votre marché actuel en zones urbaine et rurales ?**

**28. Quels sont vos perspectives à venir en zones urbaine et rurales ?**

**29. Quel es l'usage moyen mensuel par utilisateur (en Mo) ou trafic global en milieu rurale et en milieu urbain**

## II. Résultats

### II.1. Enquête par interview directe adressé aux utilisateurs pour estimer les besoins du marché des réseaux larges bandes fixes Wi-Fi

ENQUETE UTILISATEURS		REPONSES
QUESTIONS	REPONSES POSSIBLES	TOTAL
Utilisez-vous une connexion internet ?	OUI	32
	NON	5
	PAS DE REPONSE	0
Si non pourquoi ?		pas de telephone
Si non souhaitez-vous l'avoir ?	OUI	5
	NON	1
	PAS DE REPONSE	31
Avez-vous une connexion internet à la maison ?	OUI	6
	NON	28
	PAS DE REPONSE	3
Quel type de connexion internet utilisez-vous ?	3G/4G	32
	ADSL/Fibre Optique	0
	BLR/Wi-Fi	0
	PAS DE REPONSE	5
Que pensez-vous de la qualité ?	Mauvaise	14
	moyenne	12
	bonne	6
	excellente	0
	PAS DE REPONSE	5
Seriez-vous disposé à dépenser plus pour une meilleure qualité ?	OUI	11
	NON	9
	PAS DE REPONSE	7
Seriez-vous disposé à utiliser un autre type de connexion pour un meilleur rapport qualité prix ?	OUI	27
	NON	3
	PAS DE REPONSE	6
Quel volume de donnée utilisez-vous par mois ?	100Mo	4
	100Mo à 1Go	6
	1 à 5Go	17

	<b>Supérieur à 5Go</b>	5
	<b>PAS DE REPONSE</b>	5
<b>Quel budget consacrez-vous par mois à internet ?</b>	<b>500F</b>	1
	<b>1000 à 5000F</b>	23
	<b>5000F à 10000F</b>	7
	<b>Supérieur à 10000F</b>	1
	<b>PAS DE REPONSE</b>	5
<b>Que pensez-vous du coût ?</b>	<b>Abordable</b>	4
	<b>Acceptable</b>	4
	<b>Cher</b>	16
	<b>Très cher</b>	8
	<b>PAS DE REPONSE</b>	5
<b>Quels services internet utilisez-vous les plus ?</b>	<b>Facebook</b>	29
	<b>WhatsApp</b>	29
	<b>Google</b>	18
	<b>Mailing</b>	4
	<b>YouTube</b>	15
	<b>Autre</b>	5
	<b>PAS DE REPONSE</b>	5
<b>Quel(s) terminal(naux) utilisez-vous pour accéder à internet ?</b>	<b>Téléphone</b>	30
	<b>Ordinateurs</b>	7
	<b>Clef de connexion</b>	1
	<b>Routeur Wi-Fi</b>	0
	<b>PAS DE REPONSE</b>	6
<b>Que pensez-vous du coût de terminal ?</b>	<b>Abordable</b>	3
	<b>Acceptable</b>	7
	<b>Cher</b>	17
	<b>Très cher</b>	6
	<b>PAS DE REPONSE</b>	5
<b>Seriez-vous prêt à vous connecter à internet via un Hotspot Wi-Fi ?</b>	<b>OUI</b>	33
	<b>NON</b>	1
	<b>PAS DE REPONSE</b>	3

## II.2. Enquête par interview directe sur les FAI pour recueillir les données précises de l'utilisation des solutions Wi-Fi au Burkina Faso

ENQUETE UTILISATEURS		RESULTATS			COMPILATION REPONSES
QUESTIONS	REPONSES POSSIBLES	FICHE 1: COIBRI	FICHE 2: UNICOM	FICHE 3: IPP	
1. Quelle est le modèle d'utilisation du spectre de façon générale dans votre réseau ?	Backhaul avec fréquence sous licence (1)				0
	Backhaul avec solution Wi-Fi (2)	1			1
	Backhaul avec (1) et (2)		1	1	2
	Segment accès avec fréquence sous licence (3)				0
	Segment accès avec solution Wi-Fi (4)	1			1
	Segment accès avec (3) et (4)		1	1	2
2. Utilisez-vous des solution Wi-Fi dans le cadre de vos activités pour la fournir de la capacité à vos clients ?	OUI	1	1	1	3
	NON				0
	SANS REPONSE				0
3. Etes-vous présent en zone rurale ?	OUI	1		1	2
	NON		1		1
	SANS REPONSE				0
Sinon quelles sont les contraintes ?		L'Energie est une grosse contrainte car il faut utiliser le solaire	Indisponibilité des fréquences sécurisés en deçà de 18Ghz, difficultés de collocation à des pylônes.	Difficultés d'établir des liaisons d'interconnexion entre notre PoP Principal et les zones rurales ou autres villes du Burkina	
Utilisez-vous des plateformes pour la gestion de vos infrastructure Wi-Fi ?	OUI	1	1	1	3
	NON				0
	SANS REPONSE				0

Quelles sont les principales marques utilisées pour la fourniture des services		Ubiquity ALTAI CAMBIUM (ex Motolla) IGNIGHT NET	TELRAD, CERAGON, UBIQUITY, MIKROTIK, FortiAP	Mikrotik Ubiquiti	
Dans votre expérience d'utilisation, quelles sont vos préférences parmi les marques des solutions Wi-Fi par vous utilisées et existantes ?		Ubiquity pour faciliter le déploiement, cambium est meilleure en termes de fonctionnalités	par ordre : TELRAD, CERAGON, UBIQUITY, MIKROTIK, FortiAP	Mikrotik Ubiquiti	
Quelles sont dans ce cas vos motivations ?		Ubiquity pour faciliter le déploiement, cambium est meilleure en termes de fonctionnalités	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TELRAD [3,5 GHz] : Solution à grande portée en fréquence sécurisée.</li> <li>• CERAGON [18 GHz] : Solution adopté n'ayant pas pu obtenir de fréquence sécurisée en deçà de 18GHz auprès de l'ARCEP.</li> <li>• UBIQUITY [5 GHz]: Solution adopté pour certaines liaisons point à point en cas d'interférence sur la fréquence 3.5 Ghz et disponibilité sur le marché local.</li> <li>• UBIQUITY, MIKROTIK, FortiAP [2,4 GHz]: point d'accès utilisés pour du hotspot Wi-Fi en fonction des contraintes liées à chaque site sur la portée du signal et le nombre d'utilisateurs.</li> </ul>	Bonne couverture radio et stabilité de transmission + sécurisation	
Les pourcentages pour chaque marque utilisée ?	0-25%		CERAGON, UBIQUITY		0
	25-50%		MIKROTIK, FortiAP		0
	50-75%				0

	75-100%	UBIQUITY	TELRAD		0
10. Les gammes de fréquences utilisées et les proportions sur chaque segment de réseau ?					0
Segment Backhaul 2,4 GHz	0-25%				0
	25-50%				0
	50-75%				0
	75-100%		1		1
Segment accès Outdoor 2,4 GHz	0-25%				0
	25-50%				0
	50-75%				0
	75-100%			1	1
Segment accès Indoor 2,4 GHz	0-25%				0
	25-50%				0
	50-75%				0
	75-100%	1	1	1	3
Segment Backhaul 5 GHz	0-25%		1		1
	25-50%				0
	50-75%				0
	75-100%	1		1	2
Segment accès Outdoor 5 GHz	0-25%				0
	25-50%			1	1
	50-75%				0
	75-100%				0
Segment accès Indoor 5 GHz	0-25%				0
	25-50%				0
	50-75%				0
	75-100%			1	1
Sur la 5GHz les fonctions TPC et DFS sont-elles implémentées dans vos équipements ?	OUI	1	1	1	3
	NON				0
	SANS REPONSE				0
Les plages de puissances maximales utilisées sur chaque segment de réseau ?					0
Segment Backhaul 2,4 GHz	1-200 mW				0
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W				0

	Autres				0
Segment accès Outdoor 2,4 GHz	1-200 mW		1		1
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W				0
	Autres				0
Segment accès Indoor 2,4 GHz	1-200 mW	1			1
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W				0
	Autres				0
Segment Backhaul 5 GHz	1-200 mW				0
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W	1	1		2
	Autres				0
Segment accès Outdoor 5 GHz	1-200 mW				0
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W				0
	Autres				0
Segment accès Indoor 5 GHz	1-200 mW				0
	200 mW -5W			1	1
	5W-20W				0
	Autres				0
Quelle est la distance max atteint par vos liens radio Wi-Fi en Urbain ?		Lien 1 : 2/3 km de la CPE (5725-5875) En local 100m max	3 km	15 Km si pas d'interférence on peut atteindre 20 Km en PTP En Wi-Fi accès maximum 150 m	
Quelle est la distance max atteint par vos liens radio Wi-Fi en zone rurale ?		Lien 1 : 2/3 km de la CPE (5725-5875) En local 100m max	NC	Entre 25 et 32 Km fonction du débit à transporter	

Quelles sont les difficultés rencontrées sur l'utilisation des solutions Wi-Fi ?		On est en train d'arriver à la limite de ce que le free peut offrir surtout pour les liens front haul Besoin de spectre supplémentaire sous licence Aujourd'hui la capacité est là mais le (problème de distribution aujourd'hui, déployer pour le FAI 1/10 du cout). Libéraliser le marché peut favoriser le développement des FAI Les marges étant compressés il y aura moins de FAI ça va s'autoréguler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portée limitée du Wi-Fi (2,4 GHz) Outdoor Hotspot en fonction des sites,</li> <li>• Brouillages sur les sites où plusieurs Wi-Fi (5 GHz) sont présents</li> </ul>	Interférences .. , aucune réglementation ou contrôle en la matière pas mal d'amateurs qui polluent le spectre	
Souhaiterez-vous des aménagements réglementaires sur l'utilisation des solutions Wi-Fi ?	OUI	1	1	1	3
	NON				0
	SANS REPONSE				0

Quelle sont vos propositions pour résoudre les difficultés d'utilisation des solutions Wi-Fi ?		Equipements terminaux - Améliorer les connaissances radio des acteurs du Wi-Fi (Besoin de formation des IXP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organiser des ateliers de formation sur la gestion des fréquences sur les points d'accès Wi-Fi</li> <li>Entreprendre des actions de sensibilisation sur l'utilisation conjointe et l'écosystème des acteurs</li> </ul>	Réglementer l'importation des équipements Wi-Fi - Réduire les opérateurs pour une meilleure qualité de service vu que le spectre n'est pas infini donc impossible pour plus de 4 opérateurs d'offrir du service Wi-Fi sur un même territoire et offrir du haut débit - Réglementer le titre d'opérateur comme les agréments MDENP avec des ingénieurs et techniciens qualifiés pour le support et exploitation	
La quantité du spectre qui vous a été assigné est-elle suffisante ?	OUI				0
	NON		1	1	2
	SANS REPOSE	1			1
Sinon avez-vous des propositions ?		Je n'ai pas de spectre disponible, 20MHz suffirait	En avoir plus.	Pas de spectre alloué en Wi-Fi en tant que tel	
Quelle sont vos attentes vis-à-vis de l'ARCEP et de MDENP ?		Donner des licences de spectres sous licences va permettre a de gros état - Favoriser la liberté d'utilisation sur le marché et que l'Etat confirme clairement que le Wi-Fi est libre (indispensable pour rassurer le	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place un système d'identification fiable des sources de brouillages</li> <li>Réorganisation de l'allocation des fréquences sécurisées pour optimiser leur disponibilité.</li> </ul>	Réglementer l'environnement avec rigueur Octroyer des licences par régions et par grandes villes avec des limites si possibles Limiter les opérateurs comme le cas des opérateurs GSM afin d'avoir la qualité de service et permettre aux	

		firmes internationales)		opérateurs sérieux de grandir et innover ..	
Vos solutions Wi-Fi sont-elles homologuées par les services techniques de l'ARCEP ?	OUI			1	1
	NON	1	1		2
	SANS REPONSE				0
Quel est votre chiffre d'affaire ?			8 000 000 par mois	<i>CA Annuel = 480 Millions en 2019</i> <i>CA Annuel = 401 Millions en 2018</i>	
Quel est votre bénéfice ?		Pas de bénéfice, logique de création de marché	Pas de bénéfice, vente déficitaire pour le moment à cause de la chute des prix de la connexion internet en mi-2018 à 10 fois moins le prix d'avant. Apparition de nombreux FAI à partir de cet événement. Perte de nombreux clients suite au brouillage de nos fréquences sécurisée pendant plusieurs mois sur deux ans (2018-2019)	<i>Bénéfice 2018 = 51 Millions</i> <i>- Bénéfice 2019 = 42 Millions</i>	
Quel budget consacré au déploiement ?		Point déploiement domicile 70 000 // site hotspot 600 000 Un ISP ne peut pas investir plus de 20 millions par mois	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissement ~ = 500 000 000</li> <li>Frais récurrents mensuels ~ = 10 000 000</li> </ul>	Budget annuel de 55 Millions avec un accroissement de 10% par an	

Combien de clients raccordez-vous ?		60 points d'accès actuellement 5700 utilisateurs par semaines 7900 utilisateurs par mois 1700 utilisateurs pas jours Croissance mensuelle de 49% Prix : 10 GO a 3500 // 1 O à 500 F // 5 GO à 2000 F / 2 GO à 800 F	~100	Parc client BLR : + 2000 Client Wi-Fi en moyenne : + 900	
Quels sont les types de client raccordés et les proportions ?	Résidentiels	1	1	1	3
	clients nomades		1	0	1
	entreprises	1	1	1	3
	administrations	1		1	2
	Universités		1	1	2
	établissements scolaires	1		1	2
	gare de transport			1	1
	Autre				0
Quel est votre marché actuel en zones urbaine et rurales ?		Zone Urbaine Ouaga : compte bcp sur le projet de l'université Zone Urbaine Koudougou : 10000 (inclus université) Zone Rurale Koubri ( Zone Tintilou :	Connexion internet et interconnexion de sites en milieu urbain.	Urbain : Bobo , Ouaga, Ziniare , Koudougou - Rural : Koubri , Tanghin Dassouri , Saaba , Pabré ..	
Quels sont vos perspectives à venir en zones urbaine et rurales ?		Tout le burkina	Interconnexion et fourniture de connexion internet, Wi-Fi, centre de services TICs et de formation	Déploiement dans les localités : Koudougou, Ouahigouya , Fada , Koupela , Tenkodogo , Dori , Yako , Gourci, Banfora , Pô , ...	

Quel es l'usage moyen mensuel par utilisateur (en Mo) ou trafic global en milieu rurale et en milieu urbain		Revenu par utilisateur payant : 845 F /mois Revenu par  La grosse problématique est la question du transport (si l'Etat favorise ce sera un succès à pourquoi ne pas estimer le cout en fonction du découpage administratif. Plus on est petit moins ça coute.	Information indisponible	Urbain en moyenne 20 Go - Rural en moyenne 12 Go	
---	--	---	--------------------------	---	--

### **III. Conditions d'utilisation de fréquences pour des applications de réseaux locaux radioélectriques à large bande (RLAN), par les appareils de faible puissance et de faible portée**

Les conditions d'utilisation des fréquences ci-dessous sont basées sur les limites de puissance et les seuils de fréquence définis dans le document ERC 70-03 pour la bande des 2.4 GHz et la bande supérieure de 5 GHz.

#### **III.1. Tableau des puissances maximales autorisées et les conditions d'utilisation des fréquences dans la bande dans la bande 2,4 GHz, par les systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (RLAN)**

Les puissances sont exprimées en PIRE : puissance isotrope rayonnée équivalente

Il résulte de la limitation sur la puissance (PIRE) que l'étendue d'un réseau constitué au moyen de la seule technologie RLAN est typiquement de quelques centaines de mètres.

L'opérateur qui souhaite déployer des liaisons point à point, avec des portées non compatibles avec les limitations de puissance indiquées dans les tableaux, doit solliciter à cet effet auprès de l'Autorité une autorisation d'utilisation de fréquences dans l'une des bandes de fréquences identifiées pour cet usage dans toutes les localités du Burkina Faso.

- En extérieur et en intérieur

Fréquences en MHz	Intérieur	Extérieur
Bande 2400 – 2483.5 MHz	100 mW	100 mW

#### **III.2. Tableau récapitulatif sur les puissances autorisées et les conditions d'utilisation des fréquences dans la bande 5 GHz par les systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (RLAN)**

Les tableaux ci-dessous présentent les fréquences dont l'utilisation est autorisée en intérieur et extérieur et celles dont l'utilisation n'est autorisée qu'en intérieur.

Ils présentent les conditions d'utilisation des fréquences de la bande 5 GHz selon les sous-bandes.

Les puissances sont exprimées en PIRE (puissance isotrope rayonnée équivalente).

- En extérieur et en intérieur

Bandes de fréquences	Limite de PIRE moyenne maximale autorisée sans régulation de la puissance de l'émetteur (sans TPC)	Limite de PIRE moyenne maximale autorisée avec une régulation de la puissance de l'émetteur (avec TPC)
Bande 5470-5725 MHz	500 mW	1000 mW
Bande 5725-5875 MHz	25 mW	500 mW

- Seulement en intérieur

Bandes de fréquences	Limite de PIRE moyenne maximale autorisée sans régulation de la puissance de l'émetteur (sans TPC)	Limite de PIRE moyenne maximale autorisée avec une régulation de la puissance de l'émetteur (avec TPC)
Bande 5150-5250 MHz	100 mW	200 mW
Bande 5250-5350 MHz	100 mW	

\*La régulation de la puissance de l'émetteur (TPC) :

Les installations d'accès sans fil incluant les réseaux locaux radioélectriques (WAS/RLAN) fonctionnant dans les bandes 5250-5350 MHz et 5470-5725 MHz doivent assurer, en moyenne, une atténuation d'au moins 3 dB sur la puissance de sortie maximale autorisée des installations, par un mécanisme de régulation de la puissance de l'émetteur (TPC : Transmitter Power Control).

Si ce mécanisme de régulation de la puissance de l'émetteur n'est pas utilisé, la PIRE moyenne maximale autorisée ainsi que les limites de la densité de PIRE moyenne correspondante pour les bandes 5250-5350 MHz et 5470-5725 MHz sont réduites de 3 dB.

## IV. Comparatifs de coûts

### SOLUTION DE TYPE BLR SUR 3-5km

	PRIX AP	IMAGE AP et lien	PRIX SM (Subscriber Module)	IMAGE SM (Subscriber Module) OU SU (Subscriber Unit) et lien
BLR Native : Cambium PMP450 3.3-3.6GHz  NB : cet équipement fonction sur la bande de 5GHRZ aussi	\$3,059.00 1 838 459 FCFA	  <a href="https://www.inetdeal.com/p-7154-c030045a001a-cambium-pmp450i-3ghz-ap-connectorized-access-point.aspx">https://www.inetdeal.com/p-7154-c030045a001a-cambium-pmp450i-3ghz-ap-connectorized-access-point.aspx</a>	\$609.00 366 000 FCFA	  <a href="https://www.inetdeal.com/p-6962-c035045c014a-cambium-pmp450-33-36ghz-sm-subscriber-module-with-high-gain-directional-integrated-antenna-uncapped-throughput.aspx">https://www.inetdeal.com/p-6962-c035045c014a-cambium-pmp450-33-36ghz-sm-subscriber-module-with-high-gain-directional-integrated-antenna-uncapped-throughput.aspx</a>
BLR Wi-Fi: Ubiquiti LiteBeam 5AC-LR avec antenne 26 dBi LBE-5AC-LR	119,00 € 78 059 FCFA	  <a href="https://www.mhzshop.com/shop/fr/WIFI/CPE-5-x-GHz-WiFi/Point-d-acces-CPE-exterieur-Ubiquiti-LiteBeam-5AC-LR-avec-antenne-26-dBi-LBE-5AC-LR.html">https://www.mhzshop.com/shop/fr/WIFI/CPE-5-x-GHz-WiFi/Point-d-acces-CPE-exterieur-Ubiquiti-LiteBeam-5AC-LR-avec-antenne-26-dBi-LBE-5AC-LR.html</a>	119,00 € 78 059 FCFA	  <a href="https://www.mhzshop.com/shop/fr/WIFI/CPE-5-x-GHz-WiFi/Point-d-acces-CPE-exterieur-Ubiquiti-LiteBeam-5AC-LR-avec-antenne-26-dBi-LBE-5AC-LR.html">https://www.mhzshop.com/shop/fr/WIFI/CPE-5-x-GHz-WiFi/Point-d-acces-CPE-exterieur-Ubiquiti-LiteBeam-5AC-LR-avec-antenne-26-dBi-LBE-5AC-LR.html</a>
BLR Native RADWIN 5000 HPMP HBS 5100 Series	\$4,200.00 2 525 200 FCFA		\$893.00 536 693 FCFA	

<p>Base Station Radio Connectorized for external antenna (2x N-type), supporting multi frequency bands at 3.xGHz, factory default 3.65GHz FCC/IC</p>		 <p><a href="https://www.inetdeal.com/p-5620-rw-5100-0230-radwin-5000-hpmp-hbs-5100-series-base-station-radio-connectorized-for-external-antenna-2x-n-type-supporting-multi-frequency-bands-at-3xghz-factory-default-365ghz-fccic.aspx">https://www.inetdeal.com/p-5620-rw-5100-0230-radwin-5000-hpmp-hbs-5100-series-base-station-radio-connectorized-for-external-antenna-2x-n-type-supporting-multi-frequency-bands-at-3xghz-factory-default-365ghz-fccic.aspx</a></p>		 <p><a href="https://www.inetdeal.com/p-6760-rw-5550-0h30-radwin-5000-hpmp-hsu-550-sff-series-subscriber-unit-radio-with-20-dbi-integrated-antenna-supporting-frequency-at-35ghz-up-to-50mbps-net.aspx">https://www.inetdeal.com/p-6760-rw-5550-0h30-radwin-5000-hpmp-hsu-550-sff-series-subscriber-unit-radio-with-20-dbi-integrated-antenna-supporting-frequency-at-35ghz-up-to-50mbps-net.aspx</a></p>
--	--	--	--	--

**SOLUTION POUR LES FAISCEAUX SUR UN RAYON DE 7-15km**

	<p><b>FH Native :</b> Ceragon FibeAir IP-20C All Outdoor ODU Terminal 18GHz</p>	<p><b>FH Wi-Fi:</b> Cambium PTP450i 5GHz</p>	<p><b>FH Wi-Fi:</b> Ubiquiti AF-5G30-S45 et AF-5X,5GHZ</p>	<p><b>FH Wi-Fi:</b> RADWIN 2000 C-Plus ODU frequency bands at 5.xGHz up to 250Mbps 5.8GHz</p>
<p>Prix</p>	<p>\$8,500.00 5 112 750 FCFA</p>	<p>\$945 567 945</p>	<p>121,81 € TTC Et 430,96 € TTC  362.627 FCFA</p>	<p>\$1,155.00 694 155 FCFA</p>
<p>Image</p>				
<p>Lien</p>	<p><a href="https://www.inetdeal.com/p-6325-ip-20c-f-18-h-esx-ceragon-fibeair-ip-20c-all-outdoor-odu-terminal-18ghz-mimo-hardware-ready-tx-high-fcc.aspx">https://www.inetdeal.com/p-6325-ip-20c-f-18-h-esx-ceragon-fibeair-ip-20c-all-outdoor-odu-terminal-18ghz-mimo-hardware-ready-tx-high-fcc.aspx</a></p>	<p><a href="https://www.inetdeal.com/p-6931-c050045b001a-cambium-ptp450i-5ghz-end-connectorized-odu-row.aspx">https://www.inetdeal.com/p-6931-c050045b001a-cambium-ptp450i-5ghz-end-connectorized-odu-row.aspx</a></p>	<p><a href="https://www.senetic.fr/product/AF-5G30-S45">https://www.senetic.fr/product/AF-5G30-S45</a>  <a href="https://www.senetic.fr/product/AF-5X">https://www.senetic.fr/product/AF-5X</a></p>	<p><a href="https://www.inetdeal.com/p-5843-rw-2050-4200-radwin-2000-c-plus-odu-connectorized-for-external-antenna-2x-n-type-supporting-frequency-bands-at-5xghz-up-to-250mbps-net-aggregate-throughput-factory-">https://www.inetdeal.com/p-5843-rw-2050-4200-radwin-2000-c-plus-odu-connectorized-for-external-antenna-2x-n-type-supporting-frequency-bands-at-5xghz-up-to-250mbps-net-aggregate-throughput-factory-</a></p>

				default-58ghz-fccic.aspx
--	--	--	--	--------------------------

**SOLUTION WIFI HOTSPOT INDOOR ET OUTDOOR**

	HOTSPOT INDOOR :	HOTSPOT Indor :	HOTSPOT OUTDOOR	HOTSPOT OUTDOOR
	Cambium ambium cnPilot Enterprise E410 802.11ac Wave 2 Dual Band Wi-Fi MU-MIMO 2x2 Beamforming Indoor Access Point with	UAP Ubiquiti UniFi AP single unit	Mikrotik QRT-5 5GHz 802.11ac 2x2 Dual Chain Wireless Radio with 25dBi 11deg Integrated Antenna, 720MHz CPU, 128MB RAM, Gigabit LAN, RouterOS L4, PoE, PSU, pole mount	Ubiquiti outdoor UAP
Prix	\$293.25 176 243 FCFA	74,53 € TTC 48 888 FCFA	\$199.00 119 599 FCFA	145,81 € TTC 95 645 FCFA

IMAGE				
LIEN	<a href="https://www.inetdeal.com/p-7215-pl-e410peua-rw-cambium-cn-pilot-enterprise-e410-80211ac-wave-2-dual-band-wi-fi-mu-mimo-2x2-beamforming-indoor-access-point-with-poe-injector-row-eu-po.aspx">https://www.inetdeal.com/p-7215-pl-e410peua-rw-cambium-cn-pilot-enterprise-e410-80211ac-wave-2-dual-band-wi-fi-mu-mimo-2x2-beamforming-indoor-access-point-with-poe-injector-row-eu-po.aspx</a>	<a href="https://www.senetic.fr/product/UAP">https://www.senetic.fr/product/UAP</a>	<a href="https://www.inetdeal.com/p-7041-rb911g-5hpacd-qrt-mikrotik-qrt-5-5ghz-80211ac-2x2-dual-chain-wireless-radio-with-25dbi-11deg-integrated-antenna-720mhz-cpu-128mb-ram-gigabit-lan-routers-l4-poe-psu-pole-mount.aspx">https://www.inetdeal.com/p-7041-rb911g-5hpacd-qrt-mikrotik-qrt-5-5ghz-80211ac-2x2-dual-chain-wireless-radio-with-25dbi-11deg-integrated-antenna-720mhz-cpu-128mb-ram-gigabit-lan-routers-l4-poe-psu-pole-mount.aspx</a>	<a href="https://www.senetic.fr/product/UAP-OUTDOOR5">https://www.senetic.fr/product/UAP-OUTDOOR5</a>

## V. Bibliographie

### RAPPORTS ET DOCUMENTS

- Loi N° 061-2008/An Portant Reglementation Generale Des Reseaux Et Services De Communications Electroniques Au Burkina Faso
- Etude De Réaménagement, De Valorisation Et D'utilisation Du Spectre Des Fréquences Au Burkina Faso - Arcep Burkina - 2017
- Schéma Directeur D'aménagement Numérique du Burkina Faso - Ministère du Développement De L'Economie Numérique et des postes - 2019

### WEBOGRAPHIE

- Ritu Srivastava, *Community Networks REGULATORY ISSUES AND GAPS, AN EXPERIENCE FROM INDIA*, October 2017. Lien : <https://www.apc.org/en/pubs/community-networks-regulatory-issues-and-gaps-experiences-india> (visité : 10 décembre 2019 15 : 45)
- Synthèse de la consultation publique portant sur les modalités de déploiement des réseaux Wi-Fi à l'extérieur des bâtiments (Outdoor). Lien :

