




REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur – Fraternité - Justice

Extension du réseau dorsal en fibres optiques Étude d'avant-projet

RAPPORT PRELIMINAIRE		
 Direction et pilotage du projet <i>Marianne BRUNAT</i> <i>Mark ANDRE</i>	 Études techniques <i>Hicham MGHAZLI</i>	TACTIS Études économiques et réalisation des TDR <i>Florian HUC</i>

Rapport soumis le 24 Janvier 2022

Rédacteur : Orange et partenaires

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 MISE EN CONTEXTE	5
1.1.1 LE DEVELOPPEMENT DES TICs EN REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE	5
1.1.2 DEFINITION DU PROJET	6
1.2 OBJET ET CONTENU DU DOCUMENT	6
1.3 LE MARCHÉ DES TELECOMS EN MAURITANIE	6
1.3.1 PRESENTATION DES REGIMES REGLEMENTAIRES	7
1.3.2 PRESENTATION DES ACTEURS TELECOMS	8
1.3.3 CARACTERISATION DU MARCHÉ DES TELECOMS	10
2. REVUE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES	12
2.1 WARCIP	12
2.1.1 PRESENTATION DU RESEAU	12
2.1.2 INFRASTRUCTURE PASSIVE	13
2.1.3 INFRASTRUCTURE ACTIVE	15
2.1.4 COMMERCIALISATION DES CAPACITES	19
2.1.5 ASPECTS OPERATIONNELS	19
2.1.6 AXES DE PROGRES/AMELIORATION	21
2.2 MAURITEL	22
2.3 MATTEL ET CHINGUITEL	23
2.4 SNIM, SOMELEC ET SOGEM	24
3. REVUE DES AMBITIONS ET BESOINS EXPRIMES	26
3.1 LES PRINCIPAUX OPERATEURS	27
3.1.1 MAURITEL	27
3.1.2 MATTEL	28
3.1.3 CHINGUITEL	29
3.2 LES FAI	30
3.3 LES OPERATEURS INTERNATIONAUX	31
3.4 LES ACTEURS PUBLICS RENCONTRES	31
3.4.1 MTNINA	32
3.4.2 TDM	33
3.4.3 MENFTR	34

3.4.4	MIDEC	35
4.	PROPOSITION DE MACRO-DESIGN DU RESEAU	36
4.1	LIAISONS STRUCTURANTES DU RESEAU NOMINAL PROPOSE	36
4.2	CONDITIONS D'INTEGRATION DES DEUX RESEaux PUBLICS	39
4.3	EXTENSIONS ENVISAGEABLES DU RESEAU	40
4.4	DEPLOIEMENT DE FTTH	44
5.	MACRO-ETUDE ECONOMIQUE	45
5.1	ÉVALUATION GLOBALE DE LA DEMANDE EN MAURITANIE	45
5.1.1	METHODE ET HYPOTHESES STRUCTURANTES	45
5.1.2	RESULTATS DE L'ANALYSE	48
5.2	RESEAU NOMINAL	50
5.2.1	METHODE ET HYPOTHESES STRUCTURANTES	50
5.2.2	RESULTATS	52
5.3	EXTENSIONS DE RESEAU (LOGIQUE D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE)	54
5.4	EXTENSIONS DE RESEAU (BESOIN DE TRANSIT INTERNATIONAL)	55
5.4.1	METHODE ET HYPOTHESES STRUCTURANTES	55
5.4.2	RESULTATS	55
5.5	DEPLOIEMENT DE RESEAU FTTH A NOUAKCHOTT	56
5.5.1	METHODE ET HYPOTHESES STRUCTURANTES	56
5.5.2	RESULTATS	57
5.6	CONCLUSION INTERMEDIAIRE DE L'ANALYSE ECONOMIQUE	58
6.	CONCLUSION DU RAPPORT PRELIMINAIRE	59
6.1	RECOMMANDATION DU GROUPE DE TRAVAIL	59
6.2	PROCHAINES ETAPES DE LA PRE-ETUDE	60
	ANNEXE 1 – LISTE DES ACTEURS RENCONTRES EN MAURITANIE	63
	ANNEXE 2 – SYNTHÈSE DES PARTS DE MARCHÉ DES OPERATEURS	64
	ANNEXE 3 – DETAILS SUR LE MARCHÉ DES TELECOMS	67
	ANNEXE 4 – ATTÉNUATIONS DES SECTIONS DE FIBRE DE WARCIP	70



RAPPORT

1. INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

1.1.1 Le développement des TICs en République Islamique de Mauritanie

La République Islamique de Mauritanie s'est engagée à faire des Technologies de l'Information et de la Communication un levier de développement et de croissance. Dans le cadre de la révision de ses plans d'action, la Mauritanie s'est dotée en 2012/2013 d'un cadre stratégique très solide pour le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) avec plusieurs textes fondateurs : Une « Stratégie Nationale de Modernisation de l'Administration et des Technologies de l'Information et de la Communication 2012-2016 » a été adoptée et sa mise en œuvre évaluée en 2017 ; la Politique Sectorielle du secteur des Télécoms a été approuvée en Conseil des Ministres en janvier 2013 ; le Fonds d'Accès Universel a été réexaminé et un décret a été adopté pour permettre sa collecte à hauteur de 3% du chiffre d'affaires annuel des opérateurs télécoms et ses priorités ont été définies.

La loi sur les télécommunications a été révisée pour tenir compte de l'évolution importante des technologies et de la convergence conduisant à l'adoption en juillet 2013 de la loi 025/2013 sur les communications électroniques. Le Cadre Juridique et Règlementaire de la Société Mauritanienne de l'Information se met progressivement en place, au travers d'un ensemble de textes juridiques visant à harmoniser, développer et encourager l'émulation dans le secteur.

Au cours des dernières décennies, ce secteur a connu un développement important dépassant les prévisions : forte croissance du taux de pénétration des services télécoms, création de l'Autorité de Régulation Multisectorielle (ARE), privatisation de la Poste et ouverture à la concurrence du secteur. À ce jour, la Mauritanie dispose de 3 opérateurs télécoms détenant une licence globale (téléphonie mobile, téléphonie fixe, services Internet) ainsi qu'une demi-douzaine de nouveaux FAIs (fournisseurs d'accès internet).

Le Fonds du Service Universel a été créé en 2000 pour permettre la couverture en TIC du pays, y compris le Haut Débit.

Cependant le déficit d'accès Internet reste plus prononcé dans les zones rurales. La couverture Internet est aujourd'hui limitée aux villes et à quelques ménages aisés qui disposent d'un accès Internet à domicile ou sur mobile. Or l'impact des communications électroniques et des TIC sur le développement du monde rural est de plus en plus évident.

Enfin un projet d'arrivée d'un nouveau câble sous-marin à Nouadhibou est sur le point d'aboutir, ce qui pourrait nécessiter d'ajuster le backbone national du pays pour exploiter au mieux les capacités de ce nouveau câble.

Suite à la construction des portions de backbone fibre optique dans le cadre du programme WARCIP de la Banque Mondiale, la Mauritanie souhaite étendre ce réseau public à travers de nouveaux tronçons permettant :

- **D'apporter le très haut-débit dans des zones actuellement très enclavées**

- **D'ouvrir la connectivité de la Mauritanie vers plusieurs frontières (Mali, Algérie, Sénégal)**
- **De ne pas être tributaire de « morceaux » de réseau ne disposant pas de suffisamment de capacités ou d'offre d'IRU¹ pour s'intégrer avec le réseau WARCIP.**

1.1.2 Définition du projet

Dans le cadre du financement de l'État Français, par l'intermédiaire du dispositif FASEP (Fonds d'études et d'Aide au Secteur Privé), Orange et le Ministère de la Transition Numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration (MTNINA) ont signé un protocole d'accord le 04 Octobre 2021 définissant le périmètre de travail pour une pré-étude technico-économique. Orange, qui assure le pilotage de projet et représente le point de contact pour le MTNINA, est associé aux partenaires suivants :

- Axians (filiale du groupe Vinci Energies)
- TACTIS (cabinet de conseil)

Cette étude d'avant-projet, dite « étude amont », a pour objectifs de définir précisément le tracé définitif du réseau dorsal optique complétant/intégrant WARCIP (« macro-design »), le budget d'investissement nécessaire et le *business model* lié à la construction et l'exploitation commerciale de cet ouvrage et de réaliser les termes de référence associés. Les différents volets de l'étude doivent permettre :

- De cerner les conditions techniques de réalisation de l'extension du réseau existant (faisabilité technique)
- De garantir la rentabilité économique du projet sur le long terme (viabilité économique)

L'étude est dimensionnée sur un calendrier de 4,5 mois, avec un **démarrage le 27 Novembre 2021** (T0).

1.2 Objet et contenu du document

Ce document présente l'ensemble du travail réalisé lors de la première phase de la pré-étude : inventaire des infrastructures existantes et évaluation du retour d'expérience lié à WARCIP, analyse des besoins exprimés de connectivité et modèles économiques développés.

Ce travail s'est notamment appuyé sur les entretiens réalisés à Nouakchott entre le 30 Novembre et le 03 Décembre 2021 avec les principales parties prenantes de l'écosystème télécoms mauritanien (voir annexe 1).

Il présente des recommandations et conclusions, dont la validation permettra de déclencher la seconde phase de la pré-étude : examen des conditions de sûreté/sécurité par régions, études sociales et environnementales, relevés terrains sur le tracé du réseau à construire et études économiques et réglementaires détaillées.

1.3 Le marché des télécoms en Mauritanie

¹ IRU: Infeasible Rights of Use

1.3.1 Présentation des régimes réglementaires

Le marché des télécoms est régulé par l'ARE (Autorité de Régulation) en vertu des lois de libéralisation des télécoms de 1999 et la loi 25-2013. L'ARE régule également le secteur des postes, de l'énergie et de la distribution d'eau. Les entreprises opérant dans le secteur des télécoms sont soumises à un régime réglementaire dépendant de ces deux lois. La loi de libéralisation de 1999 prévoyait que tout service télécoms à destination du public était soumis au régime de la licence individuelle. Cependant, depuis la loi de 2013, on distingue 2 régimes différents en Mauritanie :

- La licence individuelle / licence globale
- Le régime général d'autorisation

La licence individuelle / licence globale permet de fournir au public les services de télécommunication requérant l'usage de ressources spectrales limitées. Elle est obligatoire pour commercialiser des services d'opérateur mobile (y-compris des 4G boxes). L'octroi de cette licence est géré par l'ARE à travers un appel d'offre. Il inclut un processus d'enchère pour l'achat de spectre. À l'issue de la procédure, celle-ci est sanctionnée par un arrêté du ministre. Cette licence est assortie à des obligations (ex : couverture population, calendrier de déploiement, financement du secteur et de l'accès universel, etc.) Concernant les conditions économiques assorties à cette licence, le principal élément est le paiement d'une somme fixe définie par enchère pour l'acquisition du droit d'utiliser les ressources spectrales. Plusieurs éléments participant au calcul de la redevance fixe sont listés ci-dessous :

- Redevance fond universel = 3% du chiffre d'affaires (net des charges de connexion nationales et internationales)
- Redevance fond formation et recherche = 1% du chiffre d'affaires
- Redevance de régulation = définie annuellement par l'autorité et oscille entre 0,5% et 3% du chiffre d'affaires

Le régime général d'autorisation permet quant à lui la commercialisation auprès du public de l'ensemble des services télécoms envisageables à l'exception de ceux requérant l'usage de ressources spectrales. Par exemple, le régime de l'autorisation permet de commercialiser des services à valeur ajoutée, de fournir des services d'internet fixe via réseau filaire (optique ou cuivre) auprès de particuliers ou d'entreprises, de déployer un réseau télécoms fixe (optique ou cuivre), de vendre de la capacité de gros sur des segments interurbains, etc. De manière dérogatoire, en cas de carence dans la fourniture de services requérant du spectre de la part d'une entreprise détentrice d'une licence, l'ARE peut autoriser un autre acteur à utiliser ce spectre. C'est sur la base de ce régime que des autorisations ont été conférées à des FAI pour fournir des services d'internet fixe via des technologies de type FWA².

L'octroi de l'autorisation se fait sur la base d'un cahier des charges défini par l'ARE pour la fourniture de chaque type de service (ex : obligation de couverture, calendrier, redevances financières, etc.) Toute entreprise peut se porter candidate à l'octroi d'une autorisation. Les modalités de reversement économique assorties à l'autorisation sont analogues à celles de la licence, sans versement du prix de l'enchère pour le spectre néanmoins.

² FWA = Fixed Wireless Access

1.3.2 Présentation des acteurs télécoms

Généralités

A l'heure actuelle le marché mauritanien est essentiellement composé de trois grands opérateurs disposant d'une licence générale permettant d'opérer à la fois sur le marché de la téléphonie mobile, téléphonie fixe et internet : MAURITEL (opérateur historique), MATTEL (filiale du groupe Tunisie Telecom) et CHINGUITEL (filiale du groupe Sudatel).

MAURITEL est l'opérateur historique Mauritanien privatisé lors de la libéralisation du secteur en 1999. Depuis 2001, l'entreprise est une filiale du groupe Maroc Télécoms à hauteur de 51%. MAURITEL fournit un panel complet de services télécoms : téléphonie mobile, téléphonie fixe, internet fixe, internet mobile (commercialisation des 1ers services 4G en Mauritanie), service de capacité de gros sur les segments interurbains. Les revenus 2019 de MAURITEL (hors services de collecte) sont estimés aux alentours de 5.575 M de MRU, soit 136 M€. En tant qu'opérateur historique, MAURITEL jouit d'une position forte sur le marché Mauritanien³ :

- Téléphonie mobile : en 2019 son parc était estimé à 2,5M de lignes, soit une PDM volume de 52%. Sa PDM sur la voix mobile était de 61% du trafic pour 60% de la valeur.
- Téléphonie fixe : en 2019 son parc était de 56k lignes, soit une PDM volume de 91%. La PDM en valeur sur le marché de la voix fixe était de 96%.
- Internet : sur l'internet fixe, MAURITEL est en quasi-situation de monopole tant en volume qu'en valeur avec un parc de ~18k abonnés. Sur l'internet mobile, la PDM en volume de MAURITEL était de 62% en 2019. En valeur celle-ci s'élevait à 55%.
- Services de capacité : sur ce marché, MAURITEL dispose d'un réseau de 1700 km de fibre optique permettant de relier Nouadhibou, Nouakchott, Rosso et Aïoun. Ce réseau lui permet de se partager en quasi-duopole à 50/50 le marché mauritanien du transport de capacité interurbain avec le GIE IMT.

MATTEL est le deuxième opérateur mauritanien en termes de PDM et de revenus. Il est actuellement détenu majoritairement par Tunisie Télécoms (51%), BSA et Comatel (24,5% conjointement). La société fait l'objet d'un processus de vente et pourrait être acquise par le groupe Malgache Axian. Le chiffre d'affaires estimé pour 2019 de la société était de 1786 M de MRU, soit 43,5 M€. MATTEL fournit des services de téléphonie mobile et d'internet mobile essentiellement :

- Téléphonie mobile : en 2019 son parc était estimé aux alentours de 1M de lignes, soit une PDM volume de 21%. De même sa PDM sur la voix mobile était de 22% du trafic pour 22% de la valeur.
- Internet : MATTEL ne fournit que des services d'internet mobile. La PDM en volume de Mattel était de 22% en 2019. En valeur celle-ci s'élevait à 21%.

CHINGUITEL est une filiale du groupe soudanais Sudatel, CHINGUITEL est le troisième opérateur télécoms de Mauritanie. Il propose une large gamme de services télécoms incluant la

³ L'ensemble des données relatives aux parcs, PDM et revenus des opérateurs sont issus de l'observatoire de l'ARE et de l'étude des marchés pertinents de Progressus Corporation.

téléphonie mobile, la téléphonie fixe (technologie radio CDMA en voie d'extinction), l'internet mobile et l'internet fixe. En 2019 ses revenus étaient estimés à 1530 M de MRU, soit 37,4 M€.

- Téléphonie mobile : en 2019 son parc était estimé à 1,3M de lignes, soit une PDM volume de 27%. Sa PDM sur la voix mobile était de 16% du trafic pour 18% de la valeur.
- Téléphonie fixe : en 2019 son parc était estimé aux alentours de 5,5k lignes, soit une PDM volume de 9%. La PDM en valeur sur le marché de la voix fixe était de 4%.
- Internet : sur ce marché, CHINGUITEL jouit d'une part très marginale inférieure à 5% tant en volume qu'en valeur. Sur l'internet mobile, la PDM en volume de CHINGUITEL était de 16% en 2019. En valeur celle-ci s'élevait à 24%.

La synthèse des parts de marché des opérateurs sur les différents segments est donnée en annexe 2 pour l'année 2019.

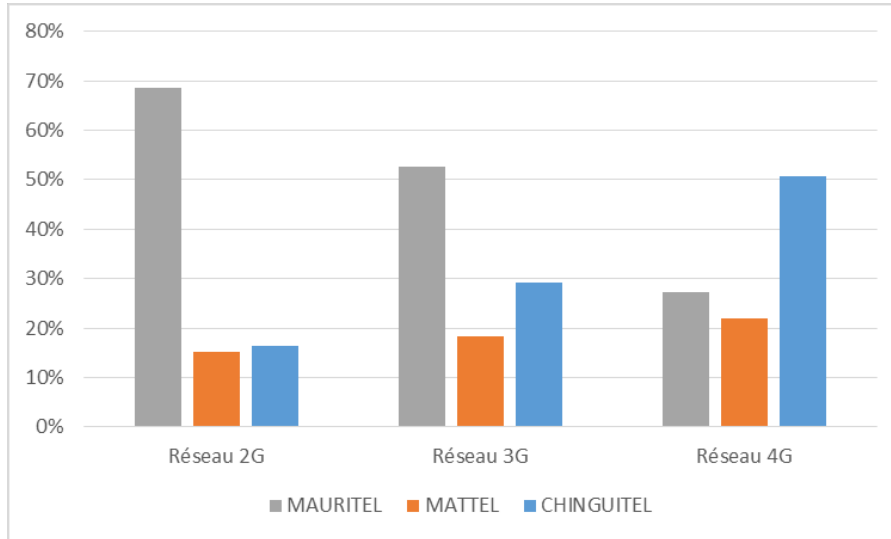
En complément de ces opérateurs globaux, plusieurs autres acteurs bénéficient d'une autorisation leur permettant d'exercer différentes activités télécoms ne requérant pas l'usage de ressources spectrales : le Groupement d'Intérêt Économique IMT (cf. section 2.1), la SNIM, la SOMELEC et SOGEM (cf. section 2.4). Ces entreprises ont déployé des infrastructures de fibre optique pour leur besoins propres et commercialisent, pour certaines, une partie de leur capacité excédentaire.

Il faut enfin mentionner l'existence d'une dernière catégorie d'acteurs : les FAI (Fournisseurs d'Accès Internet), qui sont des sociétés fournissant des services d'accès internet fixe, essentiellement en zones urbaines. Ces acteurs sont de nouveaux entrants sur le marché Mauritanien et ont pour la plupart reçu une autorisation en 2020 de la part de l'ARE. Beaucoup ont bénéficié d'autorisations dérogatoires de la part de l'ARE pour fournir des services d'internet fixe en utilisant des technologies radios du fait des défaillances des opérateurs traditionnels mauritaniens qui n'offraient pas de solution satisfaisante. Les deux principaux FAI sont Sahel télécoms et Conecty. Néanmoins sept autres entreprises ont bénéficié au cours des deux dernières années d'une autorisation de l'ARE : CSS-Wigo, WiMex, Smart MS (Rimatel), Netcom SA, Global Technics, Patrienet SA, Ganeb Ressources SARL.

Parts de marché des réseaux mobiles

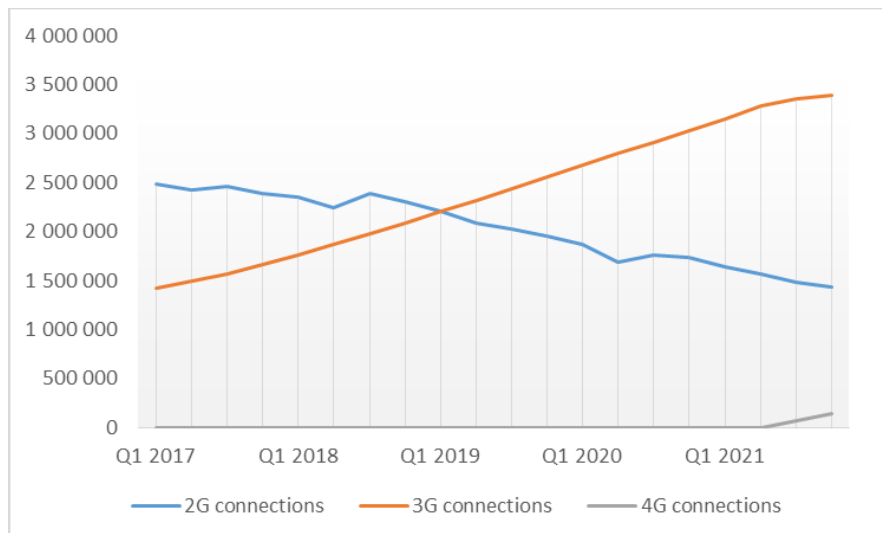
Concernant les réseaux de téléphonie mobile 2G/3G/4G, on apprend sur le site GSMA⁴ qu'au Q4 2021, les deux tiers du parc global est constitué d'antennes 3G, et que le parc 4G est pour l'instant très peu développé (3%).

⁴ GSMA = Groupe Spécial Mobile Association



Contribution de chaque opérateur aux réseaux mobiles 2G/3G/4G, GSMA Q4 2021

Le graphique suivant présente l'évolution des connexions 2G/3G/4G sur la période 2017-2021. Sans surprise, on constate que le réseau 3G se densifie sensiblement au détriment du réseau 2G, lorsque les premières antennes 4G font leur apparition au Q3 2021. Les données GSM sont de nature déclarative et peuvent donc présenter un défaut de fiabilité dans certains cas.



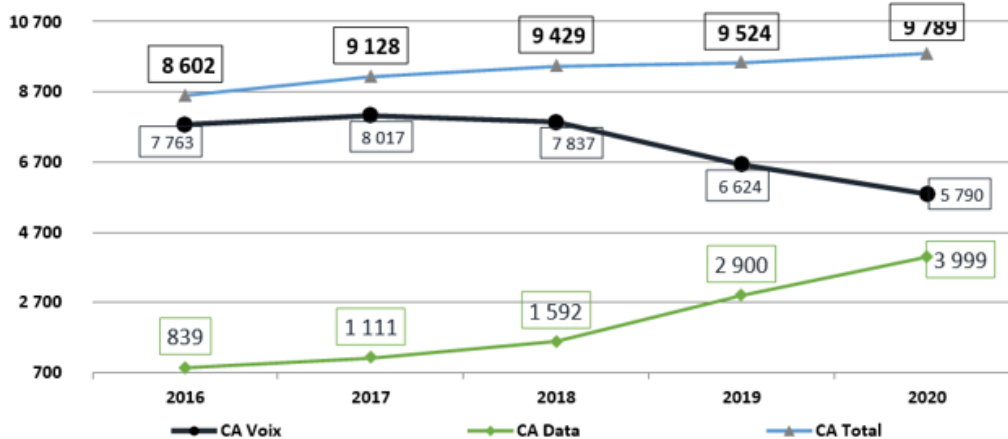
Contribution de chaque opérateur aux réseaux mobiles 2G/3G/4G, GSMA Q4 2021

1.3.3 Caractérisation du marché des télécoms

Sont résumés ci-dessous quelques éléments quantitatifs permettant de mieux appréhender le marché des télécoms mauritanien dans sa globalité et sa diversité. Davantage de détails sont donnés en annexe 3.

Marché des télécoms

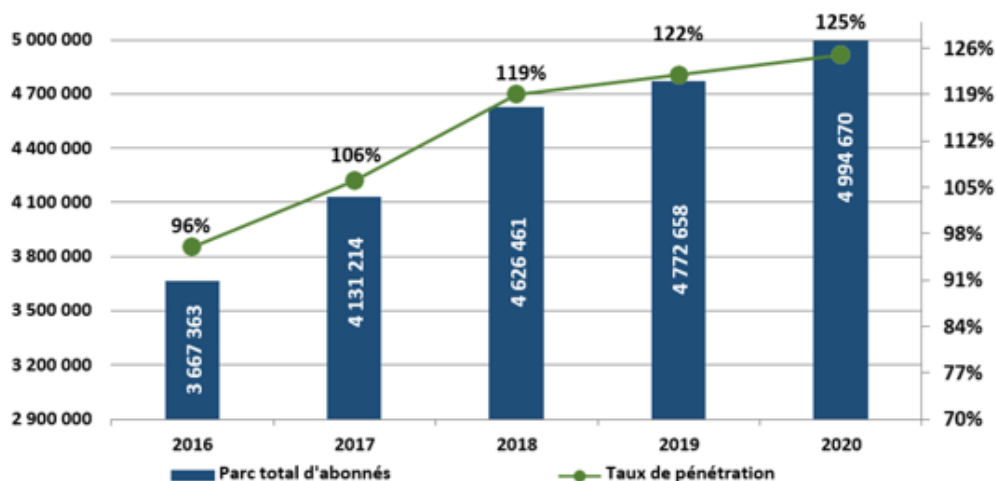
Le marché des télécoms mauritanien représentait une valeur totale de 9.789 M de MRU en 2020, soit 239 M€ de chiffre d'affaires. Au cours de la période 2016-2020, cette valeur a cru à un rythme annuel moyen de 3,3% avec une croissance très contrastée entre le marché de la téléphonie et le marché de l'internet. On constate un effet de bascule entre les revenus issus de la téléphonie qui ont décliné à un rythme annuel de -7% lorsque les revenus internet ont eux augmenté de 48% par an en moyenne sous l'effet du développement de la data et des services OTT.



Chiffre d'affaires des télécoms (2016-2020, en m MRU), Observatoire ARE 2020

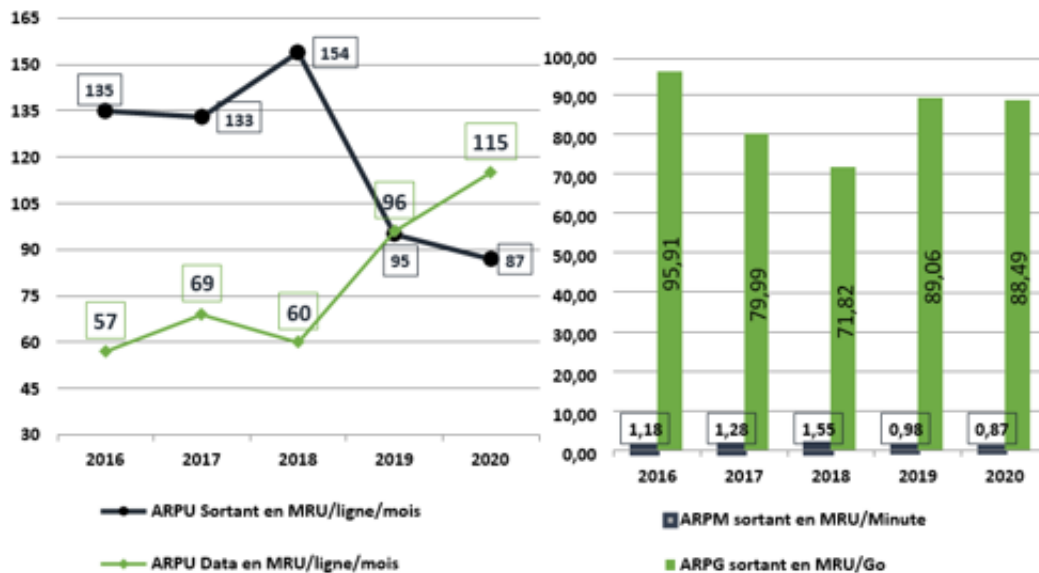
Parc d'abonnés téléphonie fixe et mobile

Le parc mauritanien comportait en 2020 4.994k abonnés en téléphonie fixe et mobile. Rapporté à la population, il en résulte un taux de pénétration de la téléphonie de 125%. Sur la période 2016-2020, le parc téléphonie mauritanien a cru de plus d'un million d'utilisateurs à un rythme annuel de 8%. L'extrême majorité du parc de téléphonie est constitué d'abonnés mobiles, le parc d'abonnés fixe se limitant à 62k lignes pour un taux de pénétration modeste de 1,6%. Sur la période 2016-2020, le parc d'abonnés téléphonie fixe a augmenté à un rythme deux fois moindre que le parc mobile, 4%, à comparer à 8% par an.



ARPU⁵ et ARPG internet

L'ARPU Internet s'élevait à 115 MRU / ligne / mois en 2020, en forte progression relativement au niveau de 2016 qui était de 57 MRU / ligne / mois. Sur cette période, l'ARPU a cru en moyenne de 19,2% par an. De même, en 2019 l'ARPU internet a dépassé l'ARPU téléphonie pour la 1ère fois. L'examen de l'ARPG permet de constater une relative stabilité sur la période 2016-2020 avec une baisse annuelle limitée à -2%. En 2020 celui-ci s'élève à 88,49 MRU / Go. Cette observation incite à déduire que la hausse des revenus internet est essentiellement liée à la double action d'une hausse i) de la pénétration Internet et ii) de la consommation par abonné.



ARPU et ARPG Internet (2016-2020, en MRU), Observatoire ARE 2020

2. REVUE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

2.1 WARCIP

2.1.1 Présentation du réseau

Le réseau WARCIP (*West African Regional Communications Infrastructure Program*) est le réseau de transport optique construit sur le territoire national à l'initiative du Gouvernement Mauritanien. Il a bénéficié du financement de la Banque mondiale et la Banque Européenne d'Investissement à hauteur de 13,5 millions de dollars US⁶.

La construction de ce réseau, entièrement confiée à l'entreprise chinoise ZTE, a été pilotée par l'entité mauritanienne WARCIP, tandis qu'un contrat d'affermage a permis à la SDIN (Société de Développement des Infrastructures Numériques), propriétaire des infrastructures,

⁵ ARPU = Average Revenue Per User, ARPG = Average Revenue Per Go

⁶ <https://www.agenceecofin.com/infrastructures/2102-64173-la-mauritanie-a-engage-la-construction-de-quatre-troncons-de-fibre-optique-qui-completeront-le-backbone-national>

d'en confier l'exploitation, la maintenance et la commercialisation de capacités au Groupement d'Intérêt Économique « International Mauritania Telecom » (GIE IMT) qui exploitait déjà la station d'atterrissement du câble sous-marin ACE depuis 2012.

Le GIE est détenu par les trois opérateurs principaux du pays MAURITEL/MATTEL/CHINGUITEL à hauteur de 20%/20%/15%, Mauripost (35%) et la société mauritanienne BSA (10%).

Les étapes clé du réseau construit par le projet WARCIP sont résumées ci-dessous :

- Q4 2011 : Rédaction d'une étude technico-économique (société Sofrecom pour le compte de l'Agence d'Accès Universel aux Services)
- Q3 2013 : Mise en vigueur du projet WARCIP-Mauritanie
- Q1 2015 : Survey sur base documentaire et Cahier des Charges du réseau (société JIDCOM)
- Q2 2015 : Appel d'offres international (délai d'exécution 18 mois maximum)
- Q4 2018 : Début des travaux de construction
- Q4 2020 : Fin de déploiement de 2 tronçons par ZTE (incluant l'audit de 4 mois sur les infrastructures de génie civil)
- Aout 2021 : Fin de déploiement des tronçons restants par ZTE (incluant l'audit de 3 mois) et transfert des actifs vers la SDIN

Suite aux audits techniques réalisés par Tactis, concernant les travaux de génie civil, de constructions des centres techniques, de conformité des infrastructures actives et passives, des réserves majeures avaient été formulées par le cabinet de conseil. Celles-ci ont été levées au mois de juillet 2021 par ZTE et ses sous-traitants locaux (mise en conformité de la qualité des fibres optiques notamment i.e. vérifications des traces OTDR, reprises sur le génie civil et les sites télécoms), tandis que les déficiences mineures ont été totalement levées en Janvier 2022. Des rapports de travail correctif sont régulièrement produits et analysés par Tactis.

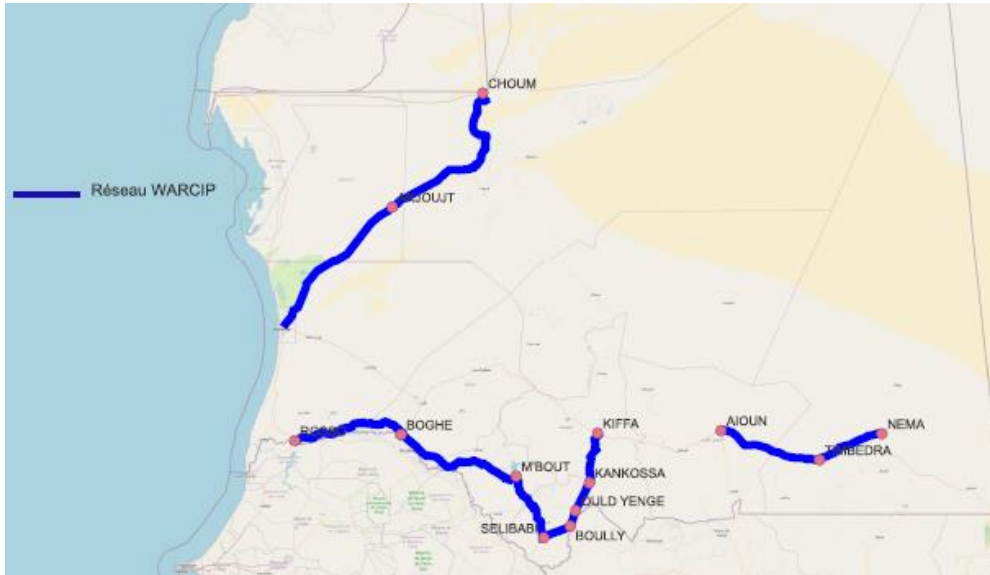
2.1.2 Infrastructure passive⁷

Le projet WARCIP est composé i) d'un réseau backbone interurbain, lui-même constitué de quatre tronçons couvrant dix-huit villes et incluant le raccordement des sites des trois opérateurs mobiles (1659 km) et ii) d'une boucle locale à Nouakchott ou « BLN » constituée d'un anneau et de 2 liaisons point-à-point pour une longueur totale de 39 km :

- Axe n°1 : Rosso-Bogue-Kaédi-Sélibabi (570 km)
- Axe n°2 : Sélibabi-Kiffa (233 km)
- Axe n°3 : Aioun-Nema (288 km)
- Axe n°4 : Nouakchott-Atar-Choum (568 km)

La première des liaisons point-à-point de la BLN est connectée avec le data center en cours de construction, la deuxième est dirigée au Sud vers le câble de garde de fibre optique CGFO / SOGEM.

⁷ Informations obtenues auprès de l'IMT.



Carte du réseau WARCIP (hors BLN)



Carte de la boucle locale de Nouakchott

Sur le parcours interurbain, le câble contenant 48 fibres optiques de type G.652 est posé en pleine terre à l'exception de deux endroits :

- Liaison Rosso-Bogue : câble non armé déposé en conduite avec une chambre tous les 2km car il s'agit d'une zone humide donc inondable
- Liaisons au Nord de part et d'autre d'Atar : comme décrit plus haut car il s'agit de zones rocheuses

Ces 24 paires de fibres sont toutes la propriété de la SDIN. Une seule paire de fibres est aujourd'hui utilisée. La desserte des antennes des 3 opérateurs mobiles le long du parcours est réalisée par des câbles à 12 fibres optiques partant d'une chambre L3TV depuis le lien principal vers une autre chambre au plus près des dites antennes/pylônes.

L'annexe 4 de ce rapport détaille les valeurs d'atténuation (exprimes en dB) des différentes sections de WARCIP.

L'anneau métropolitain de Nouakchott comprend lui 72 paires de fibres dont 12 sont réservées au datacenter en construction pour être ensuite utilisés pour se connecter au réseau de la SOGEM-OMVS⁸ (Nouakchott-Rosso). Cet anneau ne comporte aucun équipement actif, il est connecté à la liaison Nord (Axe n°4) au niveau de Nouakchott (IMT).

La nature topologique de WARCIP, initialement conçu pour compléter les bouts de réseau en fibre optique existants, interdit tout principe de sécurisation de trafic (liaisons disjointes sans maillage/redondance de parcours physique) à l'exception de la boucle locale à Nouakchott. La protection de trafic par des routes physiquement différentes est faite à la discrétion de chaque opérateur depuis son propre réseau.

2.1.3 Infrastructure active

L'ingénierie du système optique WDM (liaisons point-à-point et boucle) est optimisée pour la transmission de 40 longueurs d'onde à 10 Gbit/s avec un équipement initial de 4 longueurs d'onde à 10 Gbit/s sur chacun des axes (NKC-Choum, Rosso-Sélibabi-Kiffa et Aioun-Nema), et une possibilité d'upgrade à 80 longueurs d'onde sans coupure de trafic. Le système est compatible avec le débit de 40 Gbit/s par longueur d'onde.

C'est l'entreprise ZTE qui fournit tous les équipements actifs (série Zxone 8000 pour la couche WDM et les équipements de brassage OADM et ZXMP S385 pour la couche SDH). Le système de gestion de réseau de ZTE est le NetNumenTM U31, introduit sur le marché en 2010.

Trois types de sites composent l'infrastructure active :

- Les sites de type CT1 qui sont équipés d'équipements terminaux optiques WDM et de terminaux SDH (6)

⁸ Voir la section consacrée à la SOMELEC

- Les sites de type CT2 qui sont équipés de multiplexeurs optiques à insertion/extraction OADM et de terminaux SDH (9)
- Les sites de type CT3 qui sont des sites d'amplification ILA (5)

Cela est résumé dans les deux tableaux suivants qui précisent la nature des 20 sites, les sites opérateurs à desservir et le type d'équipement hébergé.

Liaison	Localisation	Type	POP opérateurs à desservir	Équipements à héberger
Kiffa - Sélibaby et Sélibaby - Rosso	Kiffa	CT1	Mauritel, Chinguitel, Mattel	LTE WDM - SDH
	Kankossa	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Ould Yenje	CT2	Mauritel	OADM - SDH
	Sélibaby	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel, Site Sogem	OADM - SDH
	Mbout	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Kaedi	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Bogue	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Site interm. Km 95	CT3	Mauritel, Chinguitel, Mattel	ILA
Ayoun - Nema	Rosso	CT1	Mauritel, Chinguitel, Mattel	LTE WDM - SDH
	Ayoun	CT1	Mauritel, Chinguitel, Mattel	LTE WDM - SDH
	Aouinat El Zbil	CT3	Mauritel, Chinguitel, Mattel	ILA
	Timbedgha	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
Choum - Nouakchott	Nema	CT1	Mauritel, Chinguitel, Mattel	LTE WDM - SDH
	Choum	CT1	Mauritel, Chinguitel, Mattel	LTE WDM - SDH
	Attar	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Site interm. Km 81	CT3	Mauritel, Chinguitel, Mattel	ILA
	Akjoujt	CT2	Mauritel, Chinguitel, Mattel	OADM - SDH
	Site interm. Km 97	CT3	Mauritel, Chinguitel, Mattel	ILA
	Site interm. Km 169	CT3	Mauritel, Chinguitel, Mattel	ILA
Nouakchott (IMT)	CT1	IMT	LTE - SDH	

Tableau récapitulatif pour les sites terminaux/d'extraction/d'amplification (1/2)

Sur les 20 sites d'hébergement d'équipements qui composent le réseau, 17 sont des sites MAURITEL. Le seul site hébergé chez CHINGUITEL est le Relai 2, à environ 160 kilomètres de Nouakchott vers Akjoujt. Il reste enfin 2 sites dont le premier est chez IMT (Nouakchott) et le second dans les locaux de la SDIN (Choum). Les contrats d'hébergement, en cours de négociation entre IMT et les opérateurs, n'ont pas été consultables à l'heure de rédaction de ce rapport. L'alimentation énergétique dans les sites terminaux est double : secteur et groupe électrogène. Pour les sites intermédiaires (amplification et OADM), l'alimentation secteur est remplacée par l'énergie solaire.

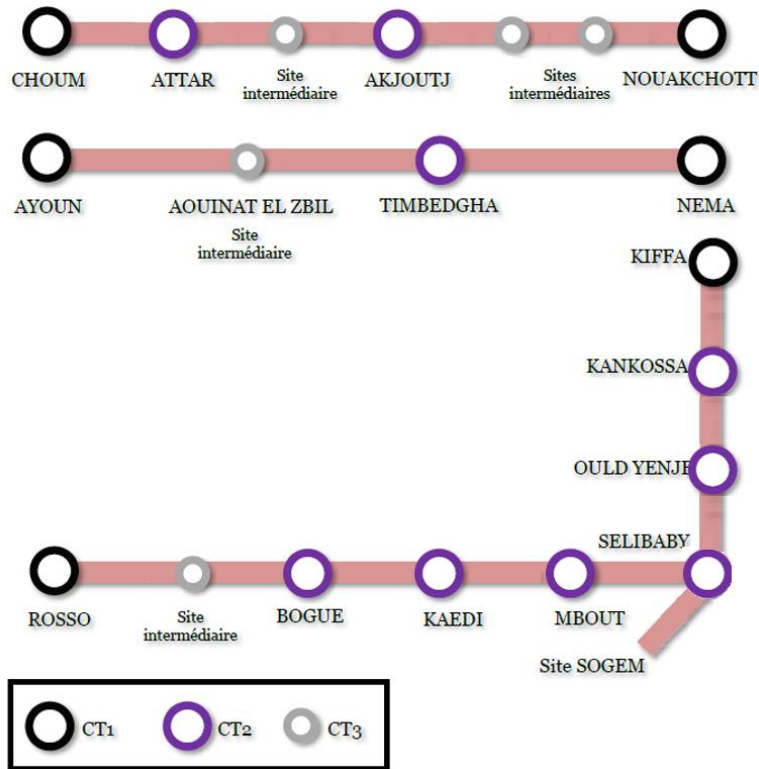


Tableau récapitulatif pour les sites terminaux/d'extraction/d'amplification (2/2)

L'interconnexion entre l'équipement WDM et l'équipement SDH est faite par l'intermédiaire d'une interface à 10Gbps (STM-64). IMT ne dispose malheureusement pas de plan de multiplex détaillant la configuration des connexions des équipements WDM et SDH pour tous les sites. L'équipement SDH est lui équipé en interfaces E1, STM-1, STM-4 et GbE :

- Il existe 63 E1 (soit un STM-1 optique) entre chaque site, pour les 3 liaisons, mais ils ne sont pas utilisés et IMT ne sait pas comment ces E1 sont connectés à l'équipement SDH (interface).
- Les interfaces pour les circuits STM-1/STM-4/GbE sont respectivement OL1/OL4/SEG4.
- Les cartes SEG4 sont équipées de 8 ports électriques de 100 Mbps chacun et 4 ports optiques GbE (modules optiques de 1,5 Gbps). Un seul des 8 ports électriques est utilisé sur l'axe Nord pour les caméras de Choum. Ces cartes ne pouvant délivrer qu'un STM-16 (16 VC-4), seuls deux des quatre ports GbE peuvent être utilisés (chaque capacité de 1GbE nécessite 7 VC-4).

L'équipement WDM est équipé en interfaces OL64 (interconnexion avec l'équipement SDH) et MQA2 pour les circuits GbE construits directement sur la couche WDM (cas de MAURITEL uniquement). Ces cartes sont équipées de module optique de 2,5 Gbps.

Certains circuits sont protégés en 1+1 depuis les interfaces SDH « client » qui sont dédoublées (ce faisant, ils utilisent la même carte de transport optique WDM qui, si elle tombe en panne, ne permet donc pas de restaurer le trafic).

Les matrices de trafic du réseau WARCIP sont données ci-dessous. Il faut noter que les circuits GbE sont construits en insérant les interfaces appropriées dans l'équipement WDM ou celui SDH.

Liaison Nord				
	Nouakchott	Akjoujt	Atar	Choum
Nouakchott	//	2x1GE STM-4	2x1GE	3x1GE
Akjoujt	//	//		
Atar	//	//	//	
Choum	//	//	//	//

Liaison Est								
	Rosso	Bogue	Kaédi	Mbout	Selibabi	Ould Yenje	Kankossa	Kiffa
Rosso	//	1GE	2x1GE STM-4					4x1GE 2xSTM-4
Bogue	//	//	1GE					
Kaédi	//	//	//		STM-4			1GE
Mbout	//	//	//	//				
Selibabi	//	//	//	//	//	2xSTM-1		2x1GE 2xSTM-4
Ould Yenje	//	//	//	//	//	//		2xSTM-1
Kankossa	//	//	//	//	//	//	//	
Kiffa	//	//	//	//	//	//	//	//

Liaison Sud			
	Aioun	Timbedgha	Nema
Aioun	//	1xGE	1xGE
Timbedgha	//	//	1xGE
Nema	//	//	//

Tableaux des capacités activées (circuits)

Selon les informations données par IMT, 80% des interfaces seraient aujourd'hui équipées en technologie SDH, les 20% restants étant de type Ethernet. Cela semble poser un double problème majeur aux opérateurs qui i) ne possèdent plus de SDH dans leur propre réseau et donc n'utilisent pas ces interfaces dans les équipements SDH de l'IMT et ii) font face à

la pénurie de ports Ethernet disponibles sur le réseau. Les équipements SDH ne peuvent pas être retirés car ils contiennent les cartes Ethernet.

En termes de transport optique, cela se traduit par les activations détaillées ci-dessous.

- Liaison Nord :
 - o 1x STM64 Express IMT-Choum (Protection SDH) - canal 1
 - o 1x STM64 Omnibus pour la ligne SDH droppé sur chaque site - canal 2
 - o 4x STM16 Express IMT-Choum (multiplexés dans 1 lambda 10G) - canal 3
 - o 4x STM16 Omnibus droppés sur chaque site (multiplexés dans 1 lambda 10G) - canal 4
- Liaison Est :
 - o 1x STM64 Express AÏOUN-NEMA utilisé pour la protection SDH SNCP - canal 1
 - o 1x STM64 Omnibus AÏOUN-TIMBEDGHA-NEMA pour le raccordement des équipements SDH - canal 2
 - o 4x STM16 Express AÏOUN-NEMA (multiplexés dans 1 lambda 10G) disponible à l'emploi - canal 3
 - o 4x STM16 Omnibus (multiplexés dans 1 lambda 10G) droppés sur chaque site et disponible à l'emploi - canal 4
- Liaison Sud :
 - o 2x STM64 Express Rosso-Kiffa régénérés à Mbout - canaux 1,2
 - o 1x STM64 Omnibus pour la ligne SDH - canal 3
 - o 1x STM64 Omnibus disponible à l'emploi - canal 4
 - o 4x STM16 Omnibus (multiplexés dans 1 lambda 10G) disponible à l'emploi - canal 5
 - o 4x 1GbE Express Rosso-Kiffa (multiplexés dans 1 lambda 10G) disponible à l'emploi - canal 6

2.1.4 Commercialisation des capacités

À fin Novembre 2021, l'IMT vend de la capacité sous forme de circuits Ethernet ou SDH pour les 3 opérateurs de téléphonie mobile et depuis très récemment pour deux FAI (Sahel Telecom et Wigo-CSS).

Sur l'anneau de Nouakchott, l'IMT vend de la fibre noire ; 6 paires de fibres sont actuellement en utilisation par les FAIs. Les statuts de l'IMT imposent à MAURITEL, MATTEL et CHINGUITEL de louer sous forme d'IRU 90% des fibres de l'anneau pendant les 5 premières années de la convention. Ce point devra être clarifié dans les études ultérieures.

2.1.5 Aspects opérationnels

L'exploitation et la commercialisation de WARCIP est confiée à l'IMT, sous forme de contrat d'affermage. L'IMT est une entité composée de 14 personnes (dont 5 pour la supervision des systèmes ACE et WARCIP). Le contrat de maintenance pour les équipements actifs est en cours de rédaction. Il s'agira d'un lot unique confié directement au fournisseur ZTE précédé d'une approbation de la commission départementale des marchés publics du Ministère de tutelle (procédure dictée par la convention d'affermage entre IMT et la SDIN).

La partie passive du réseau fait quant à elle l'objet d'un appel d'offre national pour la maintenance préventive et curative (parution officielle en novembre 2021). Les réponses sont attendues pour le 7 février 2022. Deux lots composent l'appel d'offres dont la durée d'exécution est fixée à douze mois :

- Lot n°1 : axe n°4 et BLN
- Lot n°2 : axes n°1, n°2 et n°3

L'annexe 5 de ce rapport détaille les équipements passifs à maintenir (informations contenues dans le dossier d'appel d'offres de novembre 2021).

Le NOC⁹ et le NA sont situés à l'IMT à Nouakchott, des liaisons sont louées à MAURITEL sur les sections Nouakchott-Rosso et Kiffa-Aioun pour la supervision complète du réseau. Il y a 3 horloges de synchronisation à Nouakchott, Kiffa et Aioun.

IMT exploitant le réseau WARCIP depuis Mars 2021 (y compris les 6 paires de fibres entre les nœuds de WARCIP et les locaux des 3 opérateurs mobiles), le recul d'exploitation est relativement faible. En particulier les taux de disponibilité opérationnelle des circuits (durée pendant laquelle ces derniers sont disponibles par rapport à un intervalle de temps arbitraire) ne sont pas encore calculés. Ils constitueront une source de données statistiques très importante car ils devront permettre de i) déterminer les origines de chaque interruption de service, ii) cerner le cas échéant des problèmes récurrents sur le réseau (ex. d'origine optique, électrique, mécanique) y compris pour des taux de panne d'équipements anormaux, iii) engager des plans d'actions correctives ou d'amélioration des performances.

Les taux de charge des circuits activés sont également difficiles à établir. Ce sont d'autres données critiques car elles doivent permettre d'identifier l'état de saturation du réseau et donc d'anticiper des augmentations de capacité avant que les clients fassent face à une pénurie de bande passante.

À ce jour, il n'existe pas de système digital de gestion des incidents (ticketing system) permettant aux usagers/clients de signaler un problème survenant sur un de leurs circuits et d'en suivre le traitement (avec support téléphonique et matrice d'escalade lorsque nécessaire). Les problèmes liés aux circuits sont signalés au NOC par la ligne téléphonique fixe ou par appel au portable au NA. Cette question sera traitée par le biais du/des fournisseur(s) en charge de la maintenance du réseau.

Les deux tableaux ci-dessous résument les KPI/SLA sur lesquels s'engage IMT lors de la location d'un circuit à un client. En cas de non-respect de ces KPI, l'IMT a l'intention de procéder au paiement d'une indemnité (pénalité financière) sous la forme d'un pourcentage du montant mensuel de la facture.

⁹ NOC = Network Operating Center, NA = Network Administrator

KPI	Availability	Response Time	Reaction Time	Restore Time	Final Resolution Time	SLA adherence (quarterly)
Critical	24x7	Immediate	<= 5 minutes	<= 4 hour	<= 8 hours	99%
Major	24x7	Immediate	<= 1 hour	<= 8 hours	<= 24 hours	98,5%
Minor	24x7	Working days	<= 4 hours	<= 24 hours	<= 96 hours	95%

Délai de Rétablissement	Pénalités
Entre 24 H et 48 H consécutives	1%
Entre 48H et 96 H consécutives	2%
Entre 96H et 120 H consécutives	5%
> 1mois	10 %

Tableaux des KPI souhaités pour WARCIP

2.1.6 Axes de progrès/amélioration

En complément de la connectivité internationale apportée par ACE, le projet WARCIP a permis d'introduire la fibre optique en Mauritanie et d'en faire bénéficier tous les acteurs de télécommunications locaux grâce à une offre maîtrisée par les autorités du pays. Cette technologie permet d'ores et déjà de transmettre beaucoup de capacités vers l'étranger (trafic international) et de faciliter l'écoulement sur le territoire national (trafic domestique). Pour autant, des axes de progrès de WARCIP ont été identifiés et sont regroupés ci-dessous par item. Elles sont le fruit de l'analyse de l'équipe de travail et des observations faites par les entités rencontrées. Il convient de rappeler ici que certains de ces constats n'ont pas été évoqués par tous les acteurs et qu'il n'y a pas d'ordre d'importance dans la liste présentée :

- Le temps de réalisation. Le délai entre les études de faisabilité et le déploiement effectif a été long, ce qui a eu un impact pour les opérateurs (ex. développement d'un réseau FH) et le système lui-même (voir ci-dessous).
- La technologie SDH est déjà obsolète : les équipements correspondants ne sont quasiment pas utilisés par les clients de WARCIP, sans même évoquer la question de la PDH (E1 connectés dont IMT ignore même les câblages).
- La couverture nationale est très faible, complétant les réseaux de MAURITEL, SNIM et SOGEM par endroits ou les sécurisant. WARCIP est de ce point de vue un réseau non seulement à compléter mais à intégrer, pour atteindre des zones qui ne sont pas desservies pour l'instant par la fibre optique.
- La conception de WARCIP (liaisons point-à-point disjointes) complique son exploitation (ex. supervision des liaisons) et empêche les clients de bénéficier de circuits transitant à 100% sur WARCIP du Sud au Nord de la Mauritanie.
- La conception discontinue de WARCIP interdit à l'heure actuelle tout principe de sécurisation de trafic par redondance de chemin optique (route) sans faire appel aux réseaux mis en place par d'autres opérateurs. Compte tenu du fait que dans des

conditions normales, la majorité des pannes devrait provenir des coupures de fibre optique et non de pannes de cartes des équipements actifs, cela expose les circuits des clients à des taux de disponibilité bas, potentiellement en dehors des standards internationaux. Beaucoup d'interlocuteurs se sont plaints des instabilités de réseau liées aux coupures d'énergie et de câble optique.

- L'accompagnement/collaboration du fournisseur ZTE est considérée insuffisante (nombre et niveau des formations inadapté, support et niveaux d'escalade inappropriés). La question d'engagements contractuels qualitatifs et contraignants a été posée à plusieurs reprises.
- L'hébergement de la majorité des équipements de WARCIP chez un opérateur peut compliquer la maintenance du système (ex. autorisation d'accès sur site) et implique la signature d'un contrat d'hébergement dédié.
- Le coût élevé des circuits a été mentionné à plusieurs reprises, parfois attribué à la gestion des frais de fonctionnement de la SDIN au travers de la convention d'affermage avec le GIE IMT.

2.2 MAURITEL

MAURITEL est l'opérateur historique de télécommunications en Mauritanie, c'est le seul opérateur du pays à posséder une infrastructure interurbaine à fibres optiques (1700 km d'après MAURITEL) :

- Nouakchott-Nouadhibou (câble de 12 paires de fibres enterré sur une distance de 480 km), 100 Gbps installés/utilisés
- Nouakchott-Rosso (exploitation du câble SOGEM de 208 km)
- Nouakchott-Boutil-Aleg-Kiffa-Aioun-Kobenni et la frontière malienne (ville d'interconnexion : Gogui), 120 Gbps installés et 70 Gbps activés

Les trois fournisseurs d'équipements de transport pour MAURITEL sont : Nera, Huawei et Nokia.



Carte du réseau optique de MAURITEL

MAURITEL connecte aujourd'hui toutes les capitales provinciales en fibre optique à l'exception de Tidjikdja qui est relié à deux artères FH. Les dernières communes non reliées à la fibre sont Ouadane, Tichit, Oualata et Bir Moghrein. Ces localités resteront couvertes en satellite car elles ne seront jamais rentables en fibre optique d'après MAURITEL. Toutes les autres liaisons du réseau de MAURITEL sont assurées en FH.

En complément de son propre réseau, MAURITEL utilise les capacités de fibre optique des réseaux tiers :

- WARCIP : achat de capacité pour sécuriser partiellement son réseau et le compléter
- SNIM : achat de capacité entre Nouadhibou et Choum pour créer une boucle optique depuis Nouakchott
- SOMELEC : projet d'utiliser la fibre posée sur la ligne haute tension de la SOMELEC entre Nouakchott et Nouadhibou, éventuellement jusque Zouerate, pour pallier la faible disponibilité opérationnelle sur sa propre fibre optique (coupures très fréquentes).

En se basant sur le catalogue de service de MAURITEL disponible sur le site de l'ARE, nous constatons que seuls des services activés sont actuellement commercialisés par MAURITEL.

2.3 MATTEL et CHINGUITEL

MATTEL ne possède pas de fibre optique interurbaine. Son réseau à fibres optiques est concentré dans deux villes (Nouakchott et Nouadhibou) où des anneaux métropolitains Ethernet sont déployés (respectivement 160 km et 100 km). Le reste des liaisons nationales recourt à la technologie FH (80% du réseau) et quelques VSAT.

Sur les réseaux tiers, MATTEL loue de la capacité à MAURITEL sur la liaison Nouakchott-Nouadhibou (volume inconnu) et à la SNIM sur la liaison Nouadhibou-Choum-Zouerate (2xSTM-1).

MATTEL a déployé la 4G dans 6 chefs-lieux (Atar, Nouadhibou, Akjoujt, Nouakchott, Zouerate, Rosso), avec le constat à chaque fois que la capacité consommée par les clients doublait. Deux autres chefs-lieux devaient être connectés fin 2021 (Kiffa et Kaédi). Depuis le lancement de la 4G sur son réseau, MATTEL a dû doubler ses capacités d'interconnexion internationale (passage de 10 Gbps à 20 Gbps).

Comme MATTEL, CHINGUITEL ne possède pas de fibre optique interurbaine. L'opérateur a un réseau de transport constitué de 3 technologies : FO (location), FH et FH « Cambridge » (c'est un type de FH point-to-multi point). À Nouakchott, CHINGUITEL dispose de 200 km de fibre optique formant des chaînes et des anneaux (équipement de transmission Nokia), d'une dizaine de liaisons FH et d'une soixantaine de liaisons Cambridge. Dans le pays, CHINGUITEL a bâti son réseau sur des centaines de liaisons FH et quelques liaisons TDM, le taux de remplissage est évalué à 80-100% (saturation) avec des niveaux de trafic en constante augmentation.

La capacité des faisceaux hertziens (qui desservent les petites localités ou pour de la redondance sur la voix), ont les capacités suivantes :

- Nouakchott-Kiffa → 669 Mbps
- Kiffa-Keinargouz (le long de la route N12, 25km avant Nema) → 800 Mbps
- Nikssé-Rosso → 800 Mbps
- Nouakchott-Nouadhibou → 669 Mbps
- Rosso-Kaédi → 400 Mbps
- Kaédi-Selibabi-Kiffa → 155 Mbps

2.4 SNIM, SOMELEC et SOGEM

La Société Nationale Industrielle et Minière de Mauritanie (SNIM), spécialisée dans l'exploitation des mines de fer de la région de Zouerate, a été créée en 1974. Elle représente actuellement 15 % du PIB de la Mauritanie et emploie environ 6 000 personnes (second employeur du pays après l'État). La SNIM est la propriété de l'État mauritanien à 78,35 % et elle est totalement indépendante en termes de réseaux (énergie, eau, télécoms) dans la région où la SNIM est implantée (entre Nouadhibou et Zouerate, le long du chemin de fer).

Le projet télécoms pour déployer de la fibre optique est né en 2012. 36 paires de fibres G.652d sont déposées à 1m de profondeur, à une distance de 70 m, de la voie ferrée sur l'axe Nouadhibou-Choum-Zouerate (~670 km). L'interconnexion avec WARCIP se fait au niveau de Choum. 17 shelters (armoires extérieures) sont implantés le long du réseau avec une architecture robuste à base d'anneaux imbriqués entre sites, ce qui permet à la SNIM d'atteindre une disponibilité opérationnelle très bonne (~1 coupure impactant le trafic par an). Le système est équipé avec un STM-16 (équipements actifs livrés par Alcatel) qui transporte des types de données très différents (système d'information, réseau radio, SAP, etc.) Puisque le système est surdimensionné, tous les opérateurs louent de la capacité GbE depuis 2016 sur cet axe stratégique (même si CHINGUITEL a annoncé son souhait de terminer son contrat). Compte



tenu de l'évolution des demandes, principalement avec MAURITEL, la SNIM devrait migrer son système vers un réseau WDM sans plus d'équipements SDH. Fait notable : c'est la SNIM qui effectue les travaux d'opération et de maintenance.

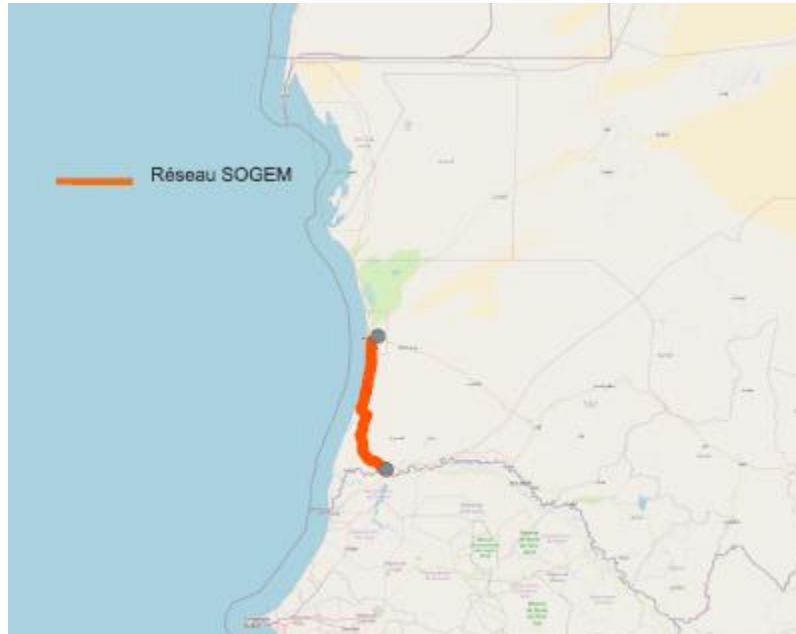
A priori la SNIM n'a aucune intention de louer de la fibre noire sur son réseau.

La Société Mauritanienne d'Électricité (SOMELEC), née en 2001, assure les fonctions de production, d'achat, de transport, de distribution et de commercialisation de l'électricité en milieu urbain et périurbain sur le territoire national. Elle est à la tête d'un réseau de lignes électriques à haute et moyenne tension sur lesquelles un câble à fibres optiques aérien a parfois été déployé.

Pour ses propres besoins de supervision, la SOMELEC a installé un câble sur l'axe Nouakchott-Nouadhibou-Zouerate (~630 km). Nous ne savons pas à ce stade de la pré-étude combien de fibres sont déployées, si de la capacité ou de la fibre sont déjà louées à des acteurs tiers (opérateurs par exemple) ou qui exploite et maintient le câble à fibres optiques.

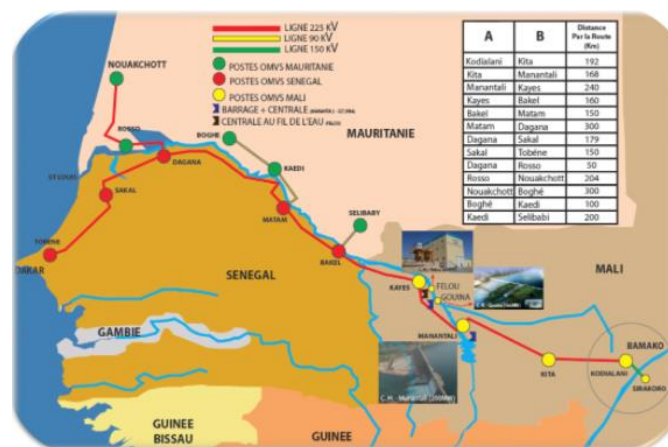
La SOMELEC dispose également, outre un lien optique entre Nouakchott et le Cap vert, d'un réseau reliant Nouakchott à Nema (~1200 km). Celui-ci inclut le Câble de Garde à Fibre Optique (CGFO) entre Nouakchott et Rosso, appartenant à SOGEM/OMVS. Ce lien Nouakchott-Rosso est particulier car il a été déposé sur les lignes HT de la SOMELEC et son exploitation a été confiée à MAURITEL via un schéma de co-investissement / IRU sur la période 2001-2021.

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) a été en 1972. Elle regroupe la République du Mali, la République Islamique de Mauritanie, la République du Sénégal et la République de Guinée. Les États membres de l'OMVS créent la Société de Gestion de l'Énergie de Manantali (SOGEM) en 1997, cette dernière est chargée de l'exploitation, de l'entretien et du renouvellement des Ouvrages Communs, destinés à la production et au transport de l'énergie électrique.



Carte du réseau optique de SOGEM

La SOGEM et le consortium Envol Technology / Sonatel (IKASIRA) ont signé un contrat de partenariat en Avril 2021, portant sur l'exploitation du Câble de Garde à Fibre Optique (CGFO) du réseau électrique de la SOGEM/OMVS, traversant le Mali, la Mauritanie, le Sénégal et à moyen terme, la Guinée, pour continuer à mettre les capacités excédentaires de son réseau de Fibre Optique à la disposition des fournisseurs d'accès à Internet des États membres.



Carte du réseau optique géré par IKASIRA

L'ouverture commerciale du réseau IKASIRA est envisagée à horizon septembre 2022.

3. REVUE DES AMBITIONS ET BESOINS EXPRIMES

3.1 Les principaux opérateurs

Les trois opérateurs rencontrés, ainsi que IMT, ont fait part de leur enthousiasme concernant le projet d'extension de WARCIP tout en i) mettant en lumière les écueils ressentis à propos du réseau existant (cf. section précédente), ii) faisant un certain nombre de propositions pour éviter lesdits écueils et iii) suggérant des axes/sections à couvrir en fibre optique selon eux.

3.1.1 MAURITEL

Comme vu plus haut, MAURITEL assure son backhauling essentiellement avec son propre réseau de fibre optique, ainsi que des FH. Depuis le début de la commercialisation des services du réseau WARCIP par l'IMT, MAURITEL y souscrit des offres de capacités activées. De manière plus marginale MAURITEL achète des services activés auprès d'acteurs tels que la SNIM, la SOGEM ou la SOMELEC.

Toutefois les infrastructures existantes atteignent leurs limites et risquent de ne pas être suffisantes pour absorber les besoins de trafic liés au déploiement de la 4G ainsi qu'à l'arrivée d'un deuxième câble sous-marin à Nouadhibou. En effet, les FH encore utilisés arrivent à saturation et certaines des liaisons fibre existantes deviennent obsolètes. En particulier la liaison Nouakchott-Nouadhibou qui rencontre d'importants problèmes de disponibilité opérationnelle, ou la liaison Nouakchott-Rosso dont les capacités sont limitées.

De plus, les infrastructures optiques mises en place par des acteurs non-télécoms (SNIM, SOMELEC, SOGEM) ont été conçues à une fin autre que strictement télécoms (télésurveillance, etc.). À ce titre, celles-ci ne permettent pas de bénéficier d'un réseau national entièrement efficient/homogène et totalement maîtrisable.

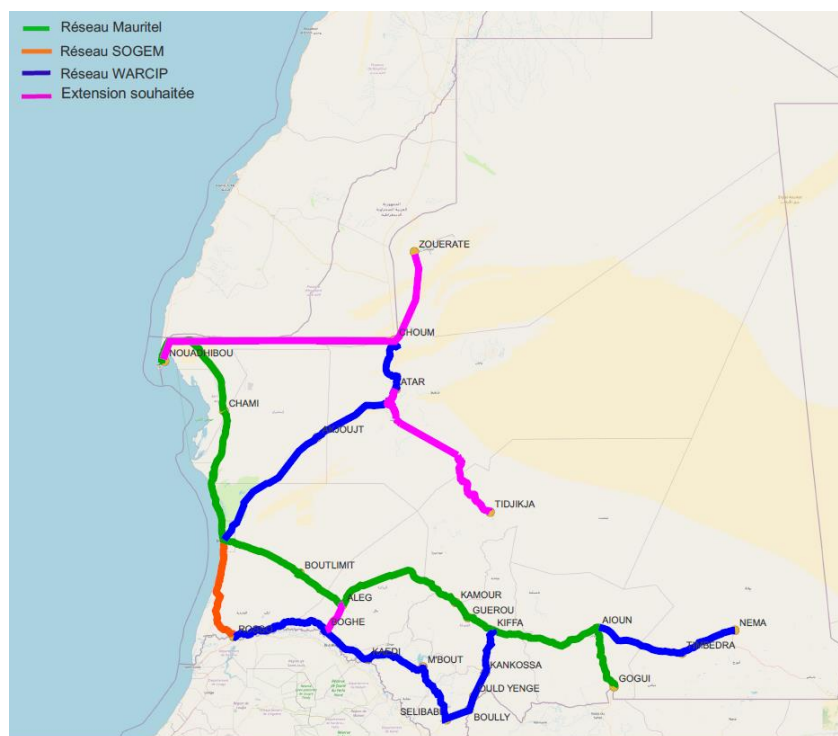
En ce qui concerne les modalités d'achat sur un nouveau réseau, MAURITEL émet une préférence forte pour des services passifs en fibre noire avec une activation en achetant ses propres équipements. Pour l'instant, ces services ne sont pas disponibles en Mauritanie pour les liaisons interurbaines. Les achats actuels de capacité activée sont d'une certaine manière des achats contraints.

Une extension du réseau de backbone optique WARCIP doit répondre à plusieurs besoins selon MAURITEL :

- Les boucles optiques existantes ne sont pas suffisantes pour sécuriser le réseau de manière efficace, cela est aussi valable pour les boucles FH qu'ils ont créées.
 - o WARCIP #1 a permis de couvrir des zones où MAURITEL était absent
 - o Le nouveau réseau doit permettre de sécuriser des zones déjà couvertes ou complémentaires de manière à créer des boucles et ainsi mailler le pays
- Concernant l'évolution du réseau national, MAURITEL a soumis les liaisons optiques additionnelles suivantes :
 - o Nouadhibou-Choum-Zouerate : la liaison existante Nouakchott-Nouadhibou n'est pas sécurisée, les pannes sont très fréquentes. Celle-ci peut être bouclée en passant par Choum. D'après eux, la liaison de la SNIM n'est pas sécurisée, même si la SNIM rapporte très peu de coupures de fibre affectant les services transportés, et il faudrait la dupliquer entre Nouadhibou et Zouerate, notamment en capitalisant sur le projet de ligne haute tension.
 - o Nouakchott-Rosso (pour s'affranchir de la ligne SOGEM)

- Aleg-Kaedi ou Aleg-Bogue
- À terme le réseau imaginé par MAURITEL, pour combler ses propres besoins, serait ainsi constitué de 4 boucles optiques :
 - Nouakchott-Rosso-Kaedi-Aleg–Nouakchott
 - Selibabi-Kiffa-Aleg–Bogue-Selibabi
 - Nouakchott-Nouadhibou-Zouerate-Nouakchott
 - Nouakchott-Atar-Tidjikja-Kiffa-Nouakchott

En complément des liaisons internationales existantes (Maroc, Mali), il serait utile selon MAURITEL d'ajouter des passerelles vers le Sénégal (via Rosso vers St-Louis où un projet de pont est en cours) et/ou vers l'Algérie (projet régional de route en cours).



Carte des extensions souhaitées par MAURITEL

3.1.2 MATTEL

Aujourd'hui Mattel réalise une partie de son backhauling via le réseau WARCIP en souscrivant des services de capacité activés. MATTEL dit avoir d'ores et déjà sollicité l'IMT pour souscrire des capacités comprises entre 1 Gbps et 2 Gbps sur les différentes liaisons WARCIP. Selon l'opérateur, ces niveaux de capacité devraient permettre de répondre à ses besoins pour les 2-3 prochaines années au mieux, en fonction du rythme d'adoption des services de 4G. En cas d'adoption accélérée de la 4G, MATTEL anticipe des flux nécessaires nettement supérieurs (de l'ordre de 10 Gbps) sur certains grands axes tels que Nouakchott-Rosso.

En termes de réseau à construire pour étendre WARCIP, MATTEL suggère les 5 liaisons additionnelles suivantes où il aurait un intérêt à souscrire des services de capacité activés :

- Nouakchott-Choum-Nouadhibou (triangle) avec extension vers Zouerate
- Nouakchott-Nouadhibou
- Choum–Zouerate (du fait des activités minières et d'orpaillage)
- Nouakchott-Rosso-Aleg (avec sortie internationale par Rosso)
- Atar-Tidjikja (faible population mais intérêt important pour la sécurisation)

MATTEL est potentiellement intéressé par l'achat de fibre noire sur les liaisons les plus propices à transporter du trafic telles que Nouakchott-Nouadhibou. Toutefois sur des liaisons moins denses, la souscription de services se ferait essentiellement en service activé. Outre les besoins domestiques, MATTEL recommande de déployer un câble terrestre entre Nouakchott et Rosso pour rejoindre Saint Louis au Sénégal, dans l'attente d'un second câble sous-marin atterrissant à Nouadhibou, puis en protection de ce dernier.



Extensions souhaitées par MATTEL

3.1.3 CHINGUITEL

Aujourd'hui CHINGUITEL assure son backhauling à travers un mix technologique qui inclut des FH, des FH "Cambridge" et des fibres optiques interurbaines qu'il souscrit en capacité activée. CHINGUITEL travaille à la conception d'anneaux à 2,5 Gbps via de l'achat de capacité aux wholesalers du marché avec un calendrier de réalisation de l'ordre de 1 an. À horizon 2-3 ans et le déploiement de la 4G, notre interlocuteur anticipe un upgrade à 10 Gbps.

Concernant les modalités d'achat sur un nouveau réseau, CHINGUITEL n'est a priori pas intéressé par l'achat ou la location de fibre noire car le coût des équipements et la gestion de leur maintenance leur semble prohibitif. L'ensemble des achats se ferait en capacité activée.

D'après l'opérateur, les axes suivants devraient être développés par ordre de priorité (sur lesquels l'opérateur achèterait de la capacité) :

- Nouakchott-Kiffa-Kobenni (la fibre existante de MAURITEL est ancienne et de mauvaise qualité)
- Nouakchott-Nouadhibou
- Nouakchott-Rosso (malgré la fibre aérienne ancienne de la SOGEM dont la capacité est insuffisante)
- Sandrava-Tidjikdja
- Aleg-Bogue (peu de population mais enjeu majeur de sécurisation)
- Choum-Zouerate (malgré la fibre SNIM) et Adel-Bagrou-Nema-Bassiknou
- Kobenni-Djiguenni-Bousteille
- Choum-Nouadhibou
- Tidjikdja-Atar

Outre les besoins liés au réseau domestique, CHINGUITEL serait intéressé par une ouverture vers le Sénégal par Saint Louis pour de la diversification internationale vis-à-vis du câble sous-marin ACE et de l'interconnexion pour ses besoins propres (pas forcément pour du commercialiser du service de transit). La question du Mali à travers Kobenni reste ouverte et pourrait l'intéresser.



Extensions souhaitées par CHINGUITEL

3.2 Les FAI

À date, nous avons été en mesure de rencontrer un seul des FAIs auxquels l'ARE a donné une autorisation (Conecty). Nous validerons les hypothèses pressenties lors de la phase 2 de l'étude. Il ressort tout de même de nos échanges que la priorité majeure en termes de

nouvelles liaisons pour ce FAI est d'accéder à des capacités interurbaines entre Nouakchott et Nouadhibou et entre Nouackchott et Rosso.

Nouadhibou étant la deuxième ville du pays en population, elle constitue un marché important pour ce FAI. Compte tenu de la déficience de la fibre MAURITEL sur cette liaison (d'après notre interlocuteur, le temps d'interruption de service liée à une coupure de fibre est de 1-2 jours par semaine), l'accès à Nouadhibou doit se faire en empruntant la ligne SNIM dont les tarifs de gros empêchent ce FAI de concevoir des offres retail à un tarif viable. Par ailleurs, ce FAI anticipe l'atterrissement du deuxième câble sous-marin de la Mauritanie à Nouadhibou et souhaite pouvoir sécuriser son trafic avec une liaison de très haute capacité, ce qui n'est pas envisageable à date.

En ce qui concerne Rosso, notre interlocuteur anticipe que la ville deviendra dans un futur proche la troisième, et peut-être même la deuxième ville du pays du fait d'une démographie très importante et de sa proximité avec le Sénégal. L'actuelle fibre de SOGEM/OMVS offre une capacité de transport relativement limitée qui ne permet pas de couvrir les besoins de trafic que les FAI anticipent. De plus, la localisation vis-à-vis de la frontière avec le Sénégal en fait une interconnexion naturelle pour apporter un complément de sécurisation du réseau. Pour cette raison, la mise en place d'une deuxième liaison sous-terrain en plus de la liaison aérienne existante est perçue comme importante. Elle permettrait de mieux absorber le trafic tout en rendant le réseau plus résilient.

Enfin, en termes de part du trafic, on peut s'attendre à ce que les FAIs représentent 10% du marché total. Le FAI rencontré vise 80k clients en 5 ans. Le marché anticipe que seuls 4-5 FAIs resteront en place de manière pérenne à cet horizon de temps. En répliquant cette ambition, on peut s'attendre à ce que les FAIs bénéficient de 320-400k clients, ce qui représenterait 9% du parc d'abonné internet mobile.

3.3 Les opérateurs internationaux

Compte tenu de sa position géographique, la Mauritanie est un territoire idéal pour faire transiter sur son sol une partie du trafic des opérateurs des pays voisins, qui bénéficieraient ainsi d'une route alternative pour accéder aux câbles sous-marins présents sur la façade Atlantique.

À date les échanges que nous avons pu avoir avec des opérateurs Maliens n'ont fait ressortir qu'un intérêt de principe de la part de ces derniers. Actuellement l'essentiel du trafic malien est écoulé par le Sénégal et la Côte d'Ivoire. Une liaison existe avec le réseau MAURITEL en Mauritanie pour Sotelma (à travers la ville de Gogui).

Toutefois, les opérateurs interrogés nous ont confirmé leur intérêt pour une deuxième interconnexion. Celle-ci pourrait alternativement être positionnée : 1) au niveau de Bousteille ; 2) en réplification de l'infrastructure existante de MAURITEL à Gogui.

En complément de la demande issue du Mali, d'autres pays enclavés de la région pourraient générer du transit international, notamment le Burkina Faso et le Niger. Cependant, à ce stade, nous n'avons pas eu d'échanges avec les opérateurs implantés dans ces pays permettant de confirmer l'existence d'un tel besoin. Ce besoin n'est pas acquis dans la mesure où ces opérateurs disposent déjà de liaisons internationales vers la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Nigéria, voire le Sénégal via des systèmes de type Djoliba (Orange).

3.4 Les acteurs publics rencontrés

Durant la visite effectuée à Nouakchott entre le 30 Novembre et le 03 Décembre 2021, sept acteurs publics ont été consultés pour cerner les enjeux d'un nouveau réseau intégrant WARCIP (ex. besoins de capacité/connectivité, réglementation en vigueur en matière environnementale et sociale, projets routiers en cours, règles et conditions en matière de partenariats privé/public) :

- Le Ministère de la Transition numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration (MTNINA)
- Le Ministère de l'Éducation nationale et de la Réforme du Système éducatif (MENFTR)
- Le Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation (MIDEC)
- La Télédiffusion de Mauritanie (TDM)
- Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)
- Le Ministère de l'Équipement et des Transports (MET)

- Le Ministère des Affaires économiques, et de la Promotion des secteurs productifs (MAEPSP)

Parmi eux, seuls le MTNINA, le MENFTR, le MIDEC et la TDM ont exprimé des besoins de connectivité digitale ; les autres ministères étant consultés pour préciser les environnements opérationnels et réglementaires afférant à la construction d'un nouveau système de télécommunications.

3.4.1 MTNINA

Durant l'année 2021, de nombreux échanges ont eu lieu entre Orange et le MTNINA pour préciser le cahier des charges de cette pré-étude et obtenir les premiers renseignements/éléments nécessaires à la constitution du dossier FASEP dont bénéficie désormais le travail présenté dans ce rapport. Une première carte de réseau a été partagée par le MTNINA pour compléter WARCIP. Elle est insérée ci-dessous. La distance totale à couvrir est de 3750 km dont 1555 km se situent en zone rouge (i.e. nécessitant des aménagements sécuritaires particuliers) et 807 km (tronçon allant de Zouerate jusqu'à la frontière avec l'Algérie) ne justifient des relevés terrain uniquement si l'étude économique atteste de leur intérêt.

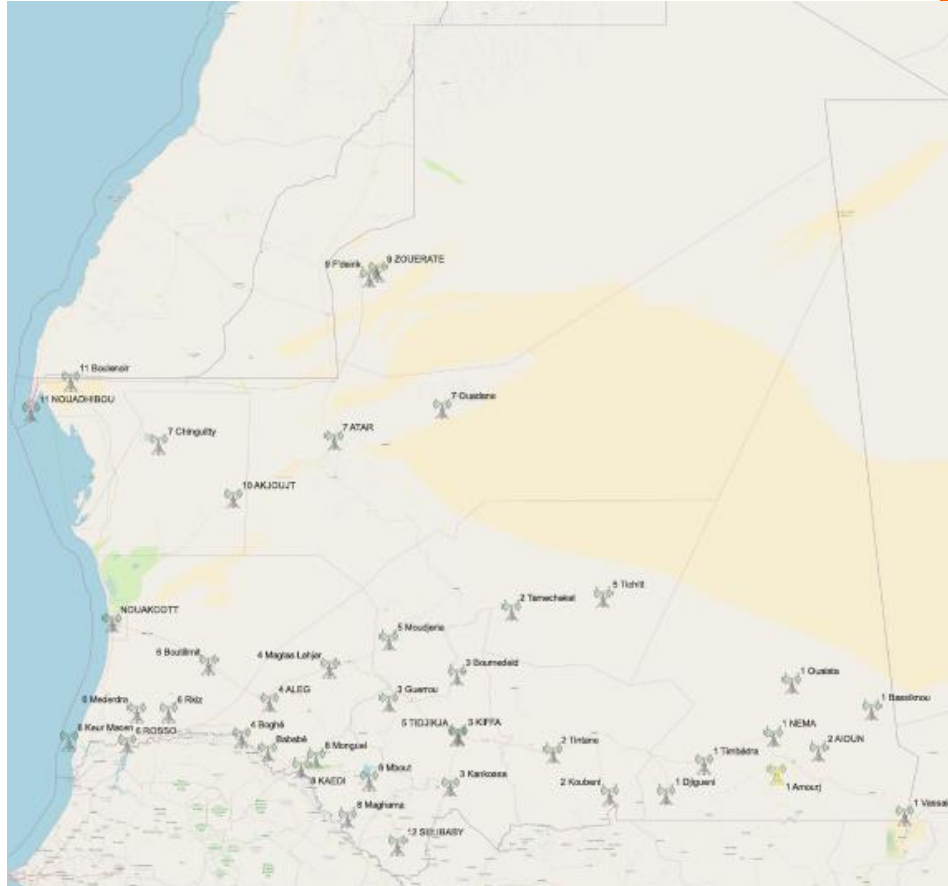


Carte initiale de réseau (MTNINA)

3.4.2 TDM

Créée en 2012, la société de Télédiffusion de Mauritanie (TDM) diffuse actuellement à travers sa plateforme un bouquet comprenant 12 Chaines TV et 3 radios. TDM possède une cinquantaine de sites de diffusion répartis sur le territoire national, en majorité le long de la zone côtière et de la frontière Sud qui sont les zones les plus peuplées. Environ un tiers de ces sites sont colocalisés chez MAURITEL, sans que l'opérateur fournisse de solution de FH ou optique.

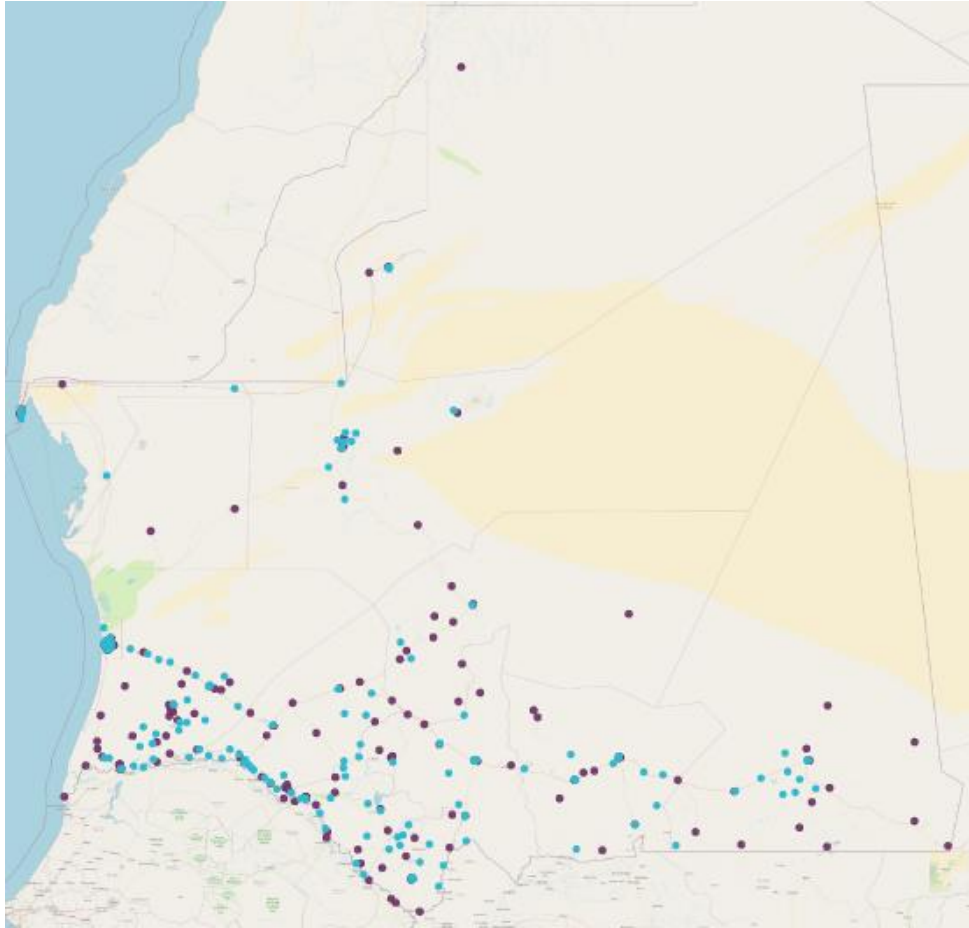
La connectivité (accès aux plateformes de services et backhauling) repose totalement sur des capacités satellitaires (ArabSat BADR4). Si les capacités sont pour l'instant suffisantes pour gérer les flux de télévision/radio, cette ingénierie mono-technologie pose un problème important de sécurisation à TDM.



Carte du réseau de sites TDM

3.4.3 MENFTR

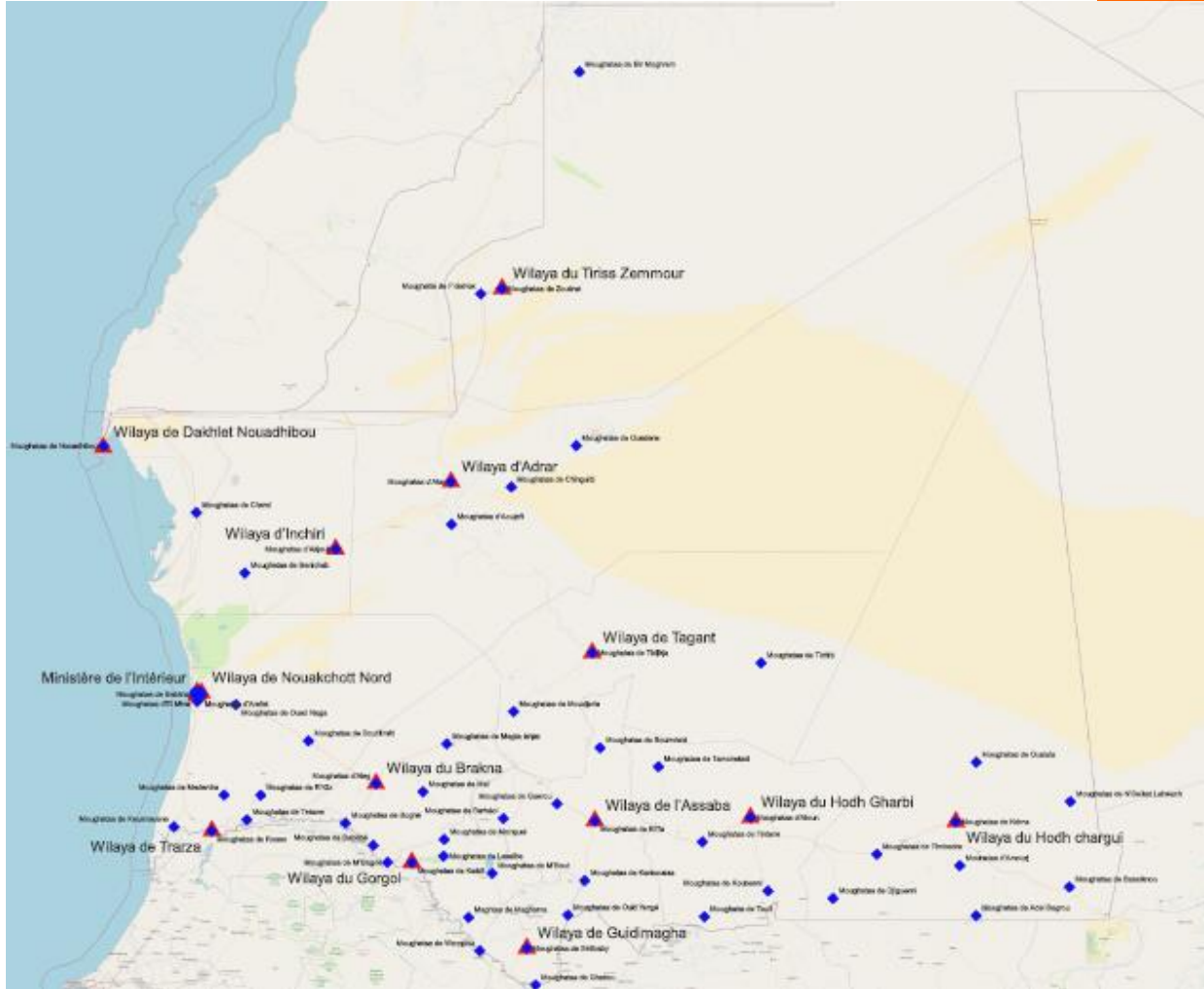
Le MENFTR dispose d'une connectivité qui repose essentiellement sur des boîtiers 4G, avec des abonnements GSM (3G, 4G, LTE) principalement souscrits auprès de MAURITEL. A priori aucun contrat cadre n'est signé avec MAURITEL incluant des niveaux de qualité de service contraignants ; les boîtiers sont achetés en fonction des besoins de chaque entité sans stratégie coordonnée au niveau régional/national. La connectivité (en termes d'accessibilité et de bande passante/débit) semble être un obstacle majeur à la mise en place des projets de transformation numérique du ministère, particulièrement face aux défis posés par la pandémie de COVID et le besoin nouveau de l'enseignement à distance.



Carte des établissements scolaires secondaires (collèges en bleu et lycées en violet)

3.4.4 MIDEC

Le MIDEC dispose lui de son propre réseau, hors de la logique d'un réseau public (RAC ou Réseau Administratif de Commandement) qui est basé sur une technologie VHF des années 1970 (équipements COBHAM). Ce réseau de communications point-à-point sert uniquement à envoyer des messages (type FAX) vers des bases fixes (récepteurs situés notamment dans les points de présence dans les capitales régionales). Pour rappel, le ministère gère 15 régions (ou wilaya), 63 départements (ou moughataa) et 219 communes. Il a en charge les 5 corps d'état suivants : l'état civil, la sécurité routière, la police nationale, la garde nationale, la protection civile.



Carte des chefs-lieux de wilayas et moughataas

4. PROPOSITION DE MACRO-DESIGN DU RESEAU

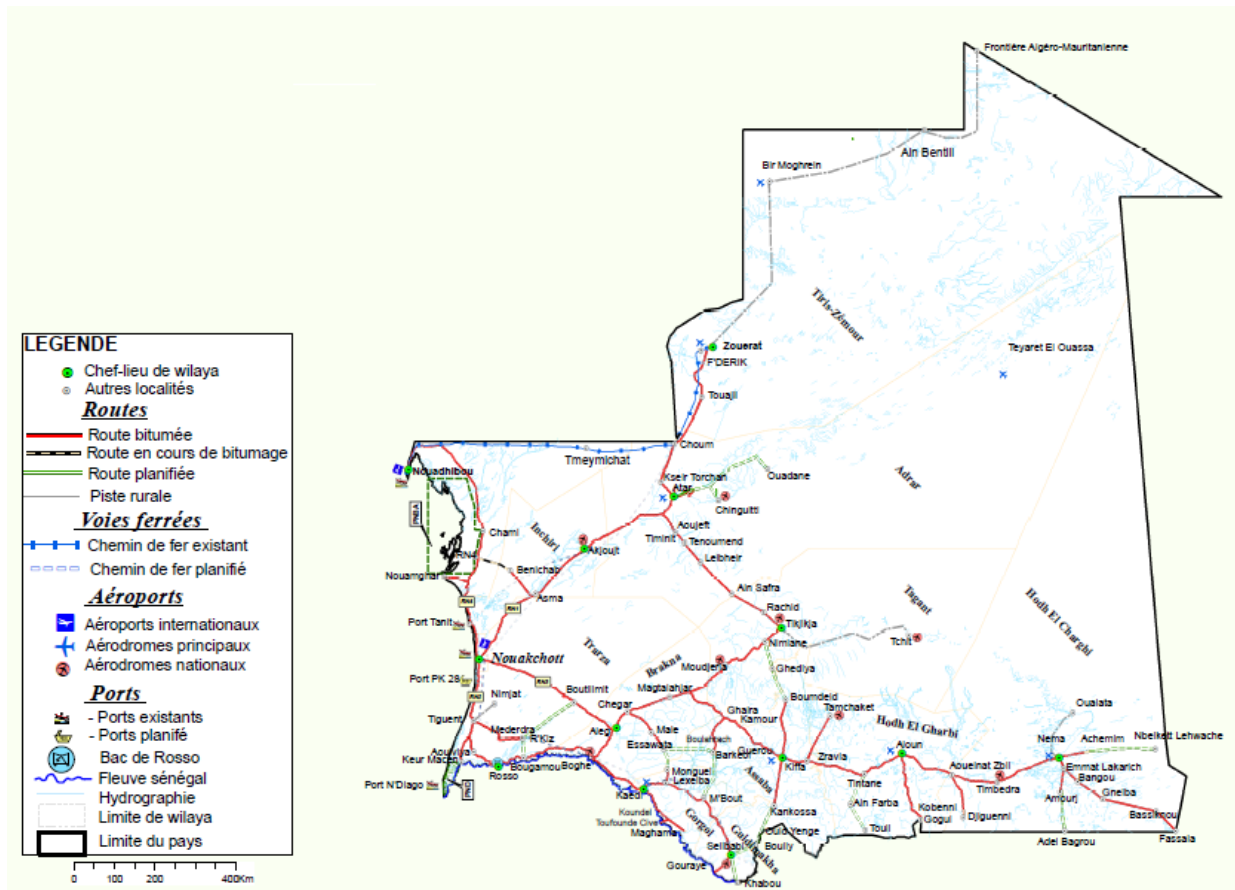
4.1 Liaisons structurantes du réseau nominal proposé

La carte de réseau proposée dans cette section a été conçue en prenant en considération plusieurs éléments listés ci-dessous :

- La proposition cartographique initialement soumise par le MTNINA
- Les entretiens tenus avec les opérateurs/entreprises et administrations nationales (besoins exprimés)
- Les faiblesses ou carences du réseau national existant (WARCIP)

A ces paramètres s'ajoute bien évidemment le critère routier : toutes les sections envisagées pour ce réseau suivent le parcours de routes existantes ou en projet d'après le

Ministère de l'Équipement et des Transports même si nous ignorons à ce stade le calendrier de construction des infrastructures manquantes. La carte du réseau routier est insérée ci-après.

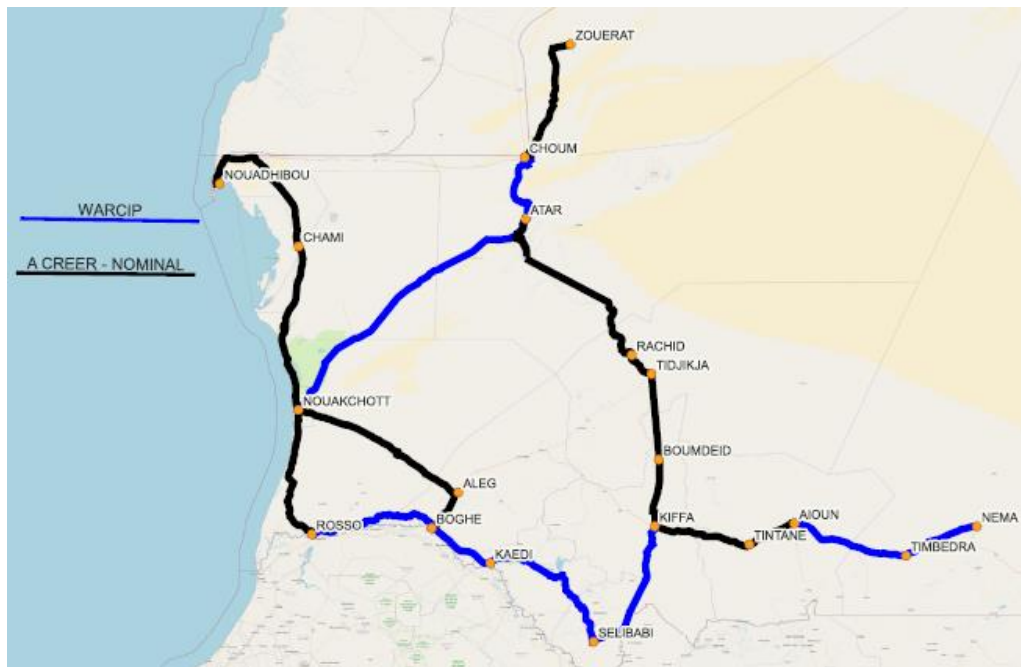


Carte du réseau routier mauritanien (2021)

Le réseau proposé répond ainsi à la logique/stratégie détaillée ci-dessous. Cela aboutit à un premier réseau, jugé nominal puisque répondant aux critères techniques les plus immédiats, d'une distance totale de 1798 km environ. Il est représenté sur la figure suivante, où les nouvelles sections à construire sont indiquées en noir. La nature et les conditions de pose du câble à fibres optiques ne sont pas détaillées dans ce premier rapport puisque ce n'en est pas l'objet.

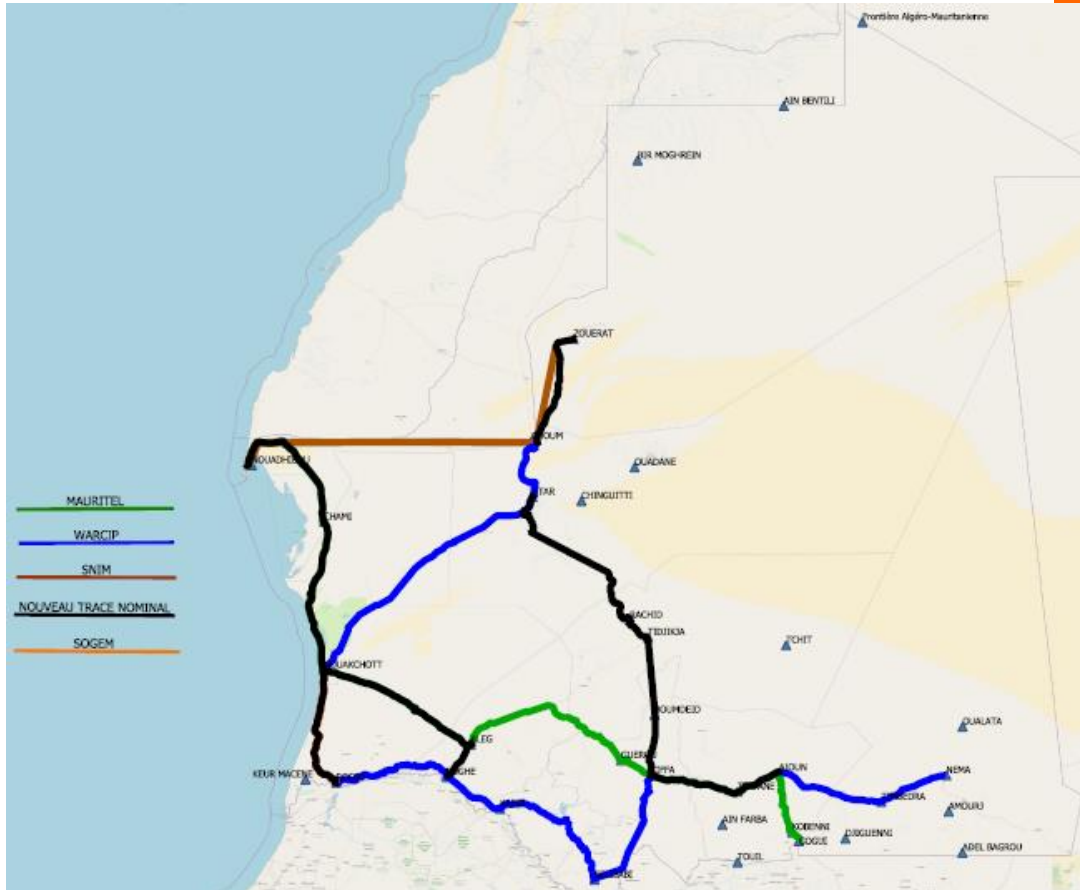
- Raccordement des trois liaisons actuellement disjointes pour constituer un réseau public point-à-point ne reposant sur aucune ressource privée (ex. MAURITEL)
 - o Kiffa-Aioun (213 km)
 - o Nouakchott-Rosso (204 km)
- Maillage des zones denses pour créer des boucles optiques
 - o Nouakchott-Aleg (257 km)
 - o Aleg-Bogue (66,5 km)
 - o Atar-Tidjikdja (287 km)
 - o Tidjikdja-Kiffa (120 km), section qui dépend du calendrier de construction de la route

- Choum-Zouerate (170 km)
- Diversification des sorties internationales
 - Nouakchott-Nouadhibou (480 km), avec secours du trafic sur une fibre louée à la SOMELEC
 - Interconnexion Sénégal via Rosso/Saint-Louis
 - Interconnexion Mali : voir plus bas



Carte du réseau optique nominal proposé

La carte ci-dessous rappelle que trois sections proposées (Nouakchott-Rosso, Nouakchott-Nouadhibou et Kiffa-Aiou) sont déjà pourvues de câbles à fibres optiques privés. Il conviendra dans une phase ultérieure d'étudier la possibilité de les utiliser ou pas, en établissant notamment la qualité des fibres (taux de disponibilité mensuelle, qualité des réparations optiques) et en trouvant un éventuel mode de location de fibre noire.



Carte du réseau optique nominal proposé avec les réseaux existants

4.2 Conditions d'intégration des deux réseaux publics

La carte de réseau nominal proposée s'accompagne d'un certain nombre d'hypothèses techniques qui ont toutes pour but de construire un système le plus simple/efficace à gérer et le plus robuste/résilient possible. En effet, l'objectif sera d'intégrer les deux réseaux publics afin de construire un système global sécurisé permettant de répondre aux besoins des opérateurs en termes de qualité de service notamment. Ces hypothèses sont structurantes :

- Location de fibre noire auprès de MAURITEL entre Aleg et Kiffa, pour i) desservir les zones intermédiaires et ii) se donner la possibilité de mailler davantage le réseau pour modifier les schémas de protection de route. Cette section est également nécessaire pour sécuriser, dans un schéma d'aménagement du territoire, Tidjikdja et connecter Tchit. Sans accord commercial avec MAURITEL, la question d'un déploiement de fibre sur cette section se poserait.
- Location de fibre noire auprès de SOMELEC entre Nouakchott et Nouadhibou pour sécuriser ce parcours et bénéficier de capacités de restauration suffisantes d'un câble sous-marin (ACE atterrissant à Nouakchott) vers l'autre (projet en cours pour Nouadhibou). Dans le schéma d'aménagement du territoire, cela permet également d'atteindre la moughataa de Benichab.

- Qualification potentielle des fibres optiques de WARCIP (e.g. vérification des atténuations linéiques) de manière à garantir l'ingénierie globale du système créé et vérifier le niveau de dégradation, s'il y en a un, des atténuations entre sites.
- Étude d'opportunité de maintenir tout ou partie des équipements actifs déjà installés sur le réseau WARCIP de manière à limiter le nombre de gestionnaires à maîtriser/activer dans les opérations de maintenance, optimiser le nombre de contrats avec les fournisseurs, faciliter les opérations de supervision et de provision de circuits, garantir des schémas de protection de bout-en-bout efficaces, assurer une cohérence/uniformité technologique sur tout le réseau avec des cycles de vie de produits équivalents
- Conditions d'hébergement de tous les équipements actifs (terminaux, d'amplification, de dérivation) et de raccordement au réseau WARCIP existant pour maîtriser les conditions d'opération et maintenance et les coûts d'exploitation du projet

4.3 Extensions envisageables du réseau

Au-delà de la prise en considération de l'existant (WARCIP) et des besoins des acteurs privés, nous avons pris en compte dans cette partie les besoins exprimés par les différents acteurs publics, pour définir des extensions que ce réseau pourrait couvrir :

- Les 20 communes les plus peuplées
- Les moughataas
- Les lycées
- Les sites de diffusion de TDM

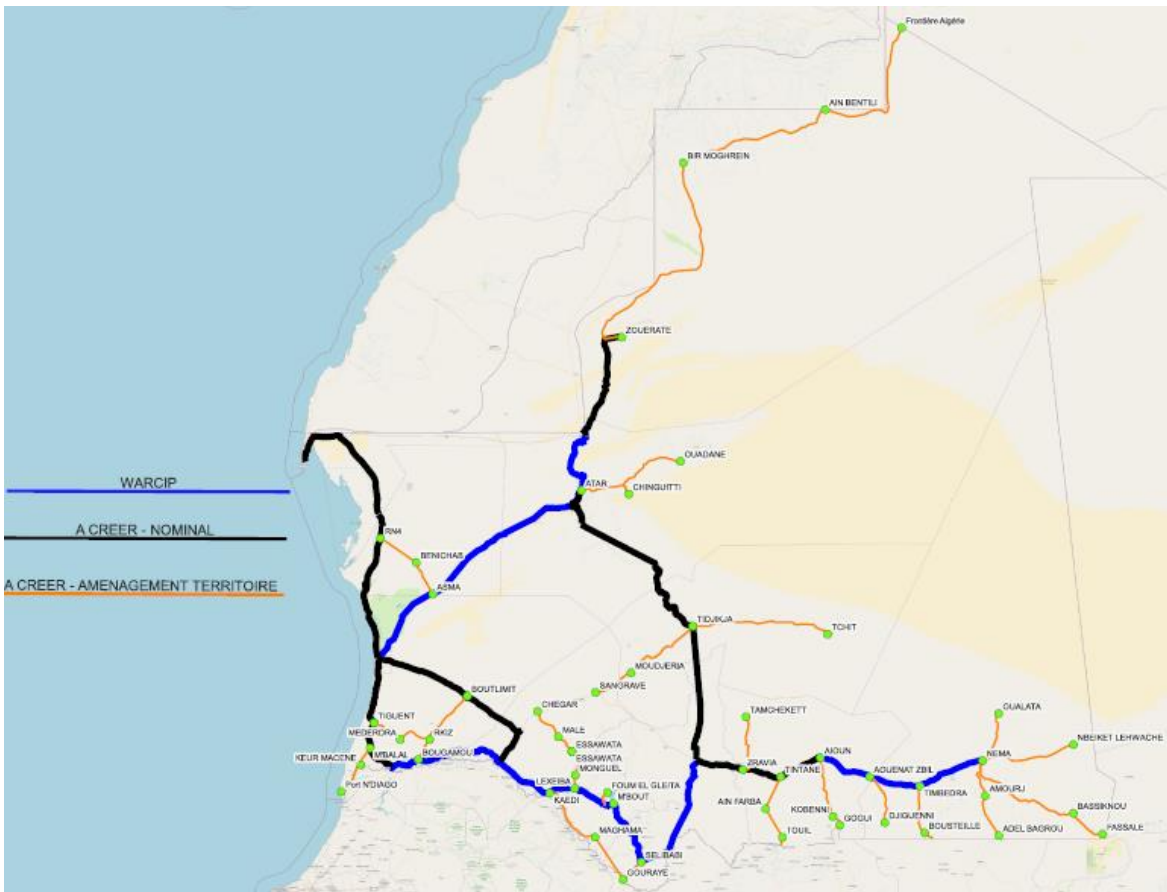
Pour chacune des 25 extensions potentielles, listées dans le tableau suivant, nous avons identifié le nombre de sites opérateurs supplémentaires couverts en plus des paramètres précédents. Nous avons aussi relevé le type de réseau routier à emprunter et l'environnement sécuritaire.

N°	Parcours du tronçon	Route existante	Nb mougataas	Nb lycées	Nb sites TDM	Nb sites Op	Distance	Zone rouge
1	Tiguent-Mederdra-R'Kiz	Oui	2	3	2	12	100 km	Non
2	Boulimit-R'Kiz-Bougamou	Prévue	1	11	1	30	150 km	Non
3	Tikikja-Moudjeria-Sangrave	Oui	2	5	2	14	200 km	Non
4	Tintane-Ain Farba-Touil	Prévue	1	1	0	10	120 km	Oui
5	Kobenni-Gogui-Aioun	Oui	2	2	1	10	130 km	Oui
6	Aoueinat-Zbil-Djigueni	Oui	1	1	1	10	90 km	Oui
7	Nema-Amourj-Adel Bagrou	En partie	2	2	1	15	140 km	Oui
8	Timbedra-Bousteille	À vérifier	0	1	0	3	100 km	Oui
9	Nema-Bassiknou-Fassala	Oui	1	3	2	20	260 km	Oui
10	Nema-Oualata	Piste	1	2	1	5	90 km	Oui
11	Nema -Nbeiket Lehwache	En partie	1	1	1	7	150 km	Oui
12	Zravia-Tamchakett	Oui	1	2	0	10	100 km	Non
13	Asma-Benichab-RN4	Oui	1	1	0	2	130 km	Non
14.1	Kaedi-Maghama	Oui	1	3	1	10	120 km	Non
14.2	Maghama-Gouraye	Non	1	4	0	10	80 km	Non
14.3	Gouraye-Selibabi	Oui	1	2	0	6	50 km	Non
15.1	M'Balal-Keur Macene	Oui	1	1	1	3	35 km	Non
15.2	Keur Macene-Port N'Ddiago	À vérifier	0	1	0	3	60 km	Non
16	Tikikja-Tchit	Piste à	1	1	1	4	227 km	Non

		vérifier						
17	Atar-Chinguitti-Ouadane	Prévue	2	2	1	7	210 km	Non
18	Zouerate-Bir Moghrein-Ain Bentili-Frontière Algérie	Piste	1	1	1	30	810 km	Oui
19	M'Bout-Foum Iegleita	Oui	1	1	0	2	25 km	Non
20	Chegar-Male-Essawata	Oui	1	1	0	3	94 km	Non
21.1	Lexeiba-Monguel	Oui	1	1	0	2	25 km	Non
21.2	Mongue-Essawata	Prévue	1	1	0	2	45 km	Non

Tableau exhaustif des extensions de réseau

Ces extensions/bretelles sont représentées sur la carte suivante.



Carte du réseau optique nominal et des extensions envisageables

Le total de ces extensions représentant 3541 km et beaucoup de ces artères présentant une rentabilité très faible, nous avons introduit des éléments de pondération afin de les classer par ordre d'opportunité ou de priorité. Nous avons pour cela utilisé une méthode visant à calculer le nombre de sites raccordés par kilomètre de réseau à construire. Nous avons donc classifié les types de sites en fonction de leur appétence à consommer de la bande passante haut-débit :

- Site TDM : poids de 3
- Site MIDEK : pondération de 2
- Site opérateur : pondération de 2

- Lycée : pondération de 1

Nous avons ensuite pris en compte le critère du statut routier : routes existantes versus routes à l'état de projet pour lesquelles nous n'avons pas de visibilité sur les délais de construction. Cette méthode a permis de retenir les 4 catégories d'extension présentées ci-après.

N°	Parcours du tronçon	Route existante	Nb mougataas	Nb lycées	Nb sites TDM	Nb sites Op	Distance	Zone rouge	Note
1	Tiguent-Mederdra-R'Kiz	Oui	2	3	2	12	100 km	Non	0.37
3	Tikikja-Moudjeria-Sangrave	Oui	2	5	2	14	200 km	Non	0.22
5	Kobenni-Gogui-Aioun	Oui	2	2	1	10	130 km	Oui	0.22
6	Aoueinat-Zbil-Djigueni	Oui	1	1	1	10	90 km	Oui	0.29
7	Nema-Amourj-Adel Bagrou	Existante - Partiellement en projet	2	2	1	15	140 km	Oui	0.28
9	Nema-Bassiknou-Fassala	Oui	1	3	2	20	260 km	Oui	0.20
14.1	Kaedi-Maghama	Oui (piste)	1	3	1	10	120 km	Non	0.23
14.3	Gouraye-Selibabi	Oui	1	2	0	6	50 km	Non	0.32
15.1	M'Balal-Keur Macene	Oui	1	1	1	3	35 km	Non	0.34
15.2	Keur Macene-Port N'Ddiago	À vérifier	0	1	0	3	60 km	Non	0.12
18	Zouerate-Bir Moghrein-Ain Bentili-Frontière Algérie	Piste	1	1	1	30	810 km	Oui	0.06
19	M'Bout-Foum Iegleita	Oui	1	1	0	2	25 km	Non	0.28
20	Chegar-Male-Essawata	Oui	1	1	0	3	94 km	Non	0.10
21.1	Lexeiba-Monguel	Oui	1	1	0	2	25 km	Non	0.28
21.2	Mongue-Essawata	Prévue	1	1	0	2	45 km	Non	0.16

Tableau des extensions prioritaires de réseau avec route ou piste existante (2184 km)

Plusieurs commentaires sont nécessaires à ce stade de la classification des liens :

- La section 12 (Zravia-Tamchakett) bénéficie d'une bonne note de scoring mais a été retirée du tableau précédent car il s'agit d'une zone rocheuse (montagnes) a priori difficile d'accès
- Les sections 15.2 (Keur Macene-Port N'Ddiago) et 18 (Zouerate-Frontière Algérie) ont été rajoutées dans ce tableau des extensions prioritaires sans qu'elles aient le scoring adéquat car il s'agit de zones frontalières (Sénégal et Algérie) qui peuvent s'avérer stratégiques. Le cas de la section 18 sera traité spécifiquement dans une phase ultérieure.
- La section 20 (Chegar-Male-Essawata) a aussi été introduite malgré son scoring faible, car Chegar semble un point de raccordement pertinent du fait de sa localisation. De même pour la section 21.2 (Mongue-Essawata), sa présence est indispensable pour assurer une continuité de liaison entre Chegar et Lexeiba.

N°	Parcours du tronçon	Route existante	Nb mougataas	Nb lycées	Nb sites TDM	Nb sites Op	Distance	Zone rouge	Note
2	Boulimit-R'Kiz-Bougamou	En projet	1	11	1	30	150 km	Non	0.51
14.2	Maghama-Gouraye	Inexistante - Non prévue	1	4	0	10	80 km	Non	0.33

Tableau des extensions prioritaires de réseau avec route ou piste inexistante

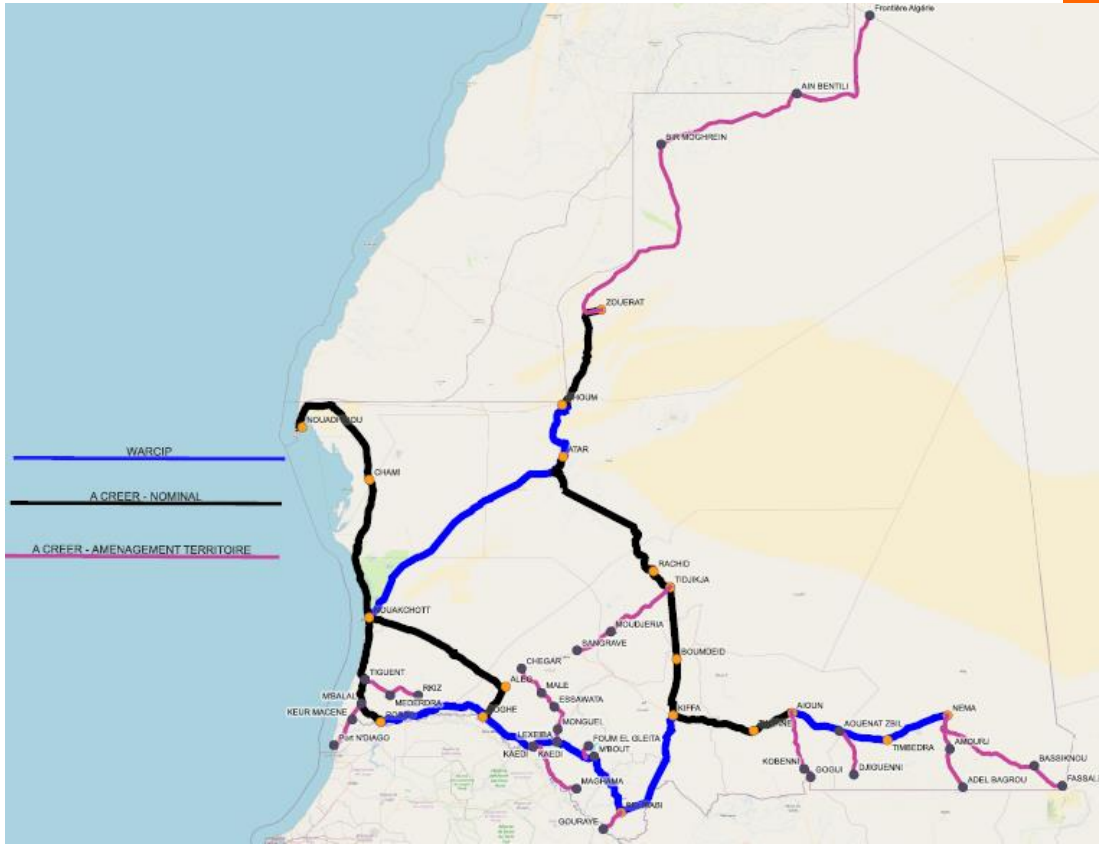
N°	Parcours du tronçon	Route existante	Nb mougataas	Nb lycées	Nb sites TDM	Nb sites Op	Distance	Zone rouge	Note
4	Tintane-Ain Farba-Touil	Prévue	1	1	0	10	120 km	Oui	0.19
10	Nema-Oualata	Piste	1	2	1	5	90 km	Oui	0.19
12	Zravia-Tamchakett	Oui	1	2	0	10	100 km	Non	0.24

Tableau des extensions de moindre priorité

N°	Parcours du tronçon	Route existante	Nb mougataas	Nb lycées	Nb sites TDM	Nb sites Op	Distance	Zone rouge	Note
8	Timbedra-Bousteille	À vérifier (piste)	0	1	0	3	100 km	Oui	0.07
11	Nema -Nbeiket Lehwache	En partie + Prévue	1	1	1	7	150 km	Oui	0.13
13	Asma-Benichab-RN4	Oui (piste) + Prévue	1	1	0	2	130 km	Non	0.05
16	Tikjikja-Tchit	Piste à vérifier	1	1	1	4	227 km	Non	0.06
17	Atar-Chinguitti-Ouadane	Prévue	2	2	1	7	210 km	Non	0.11

Tableau des extensions les moins prioritaires

La méthode de scoring permet ainsi de proposer une carte de réseau (macro-design) i) alliant les principales demandes de connectivité des parties prenantes mauritaniennes et ii) accommodant les principales contraintes opérationnelles liées à un déploiement (présence de route, type de sol notamment). Ce réseau, d'une distance totale de 1798+2184 = 3982 km sous réserve que la section 18 soit conservée, permettrait de couvrir 79% des mougataas.



Carte du réseau optique nominal et des extensions suggérées

4.4 Déploiement de FTTH

En complément du backbone, il a été validé avec le Ministère de la Transition numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration (MTNINA) d'étudier la possibilité d'inscrire au sein du projet, en complément du réseau nominal/structurant, un ou plusieurs réseaux d'accès FTTH (Fiber To The Home) sur la ville de Nouakchott. Il a été entendu que ce ou ces réseaux seraient localisés dans les quartiers les plus à même de souscrire des abonnements au très haut-débit fixes. Selon l'expérience d'Orange dans ce type de déploiement, nous avons donc cherché à identifier les quartiers dits de « standing » ayant la capacité à souscrire des abonnements au FTTH.

Parmi la population estimée de Nouakchott en 2021 (~1,3M habitants), nous avons identifié la part résidant dans des quartiers comportant des logements de standing grâce à des études relatives au plan d'urbanisme de la ville (*source : Atelier international de maîtrise d'œuvre urbaine, Nouakchott, Les Ateliers, 2014*). Quatre quartiers concentrent la totalité de ce type de logements :

- Sebkha : 151k habitants dont 10% dans des logements de haut standing, soit 15k
- El Mina : 225k habitants dont 5% dans des logements de haut standing, soit 11,3k
- Tevragh Zeina : 114k habitants dont 95% dans des logements de haut standing, soit 108k
- Ksar : 103k habitants dont 65% dans des logements de haut standing, soit 67k

Nous proposons donc d'approfondir cette pré-étude par des études terrain dans les quartiers de **Tevragh Zeina** et de **Ksar**.

5. MACRO-ETUDE ECONOMIQUE

Cette section permet d'introduire les premiers éléments de nature économique dans l'équation globale du projet. Ces éléments sont pris en compte dans la définition du macro-design et de la carte de réseau proposée en section 4.

L'analyse économique conduite dans ce rapport comporte plusieurs volets qu'il convient de distinguer :

- Une analyse globale de la demande en Mauritanie permettant l'estimation du niveau de trafic à l'échelle nationale puis jusqu'au niveau de chaque localité
- Une analyse économique permettant l'estimation du niveau de revenus et de coûts générés par un réseau répondant strictement aux besoins exprimés par les principaux opérateurs et FAIs
- Une analyse économique permettant l'estimation des revenus potentiels générés par les opérateurs internationaux sur ce réseau
- Une analyse économique permettant l'estimation des niveaux de revenus et coûts générés par un réseau de distribution FTTH déployé à Nouakchott

Dans ce rapport, nous n'avons pas inclus d'analyse économique des compléments de réseau envisageables (extensions) qu'il pourrait être pertinent d'ajouter au projet comme vu en section 4.3.

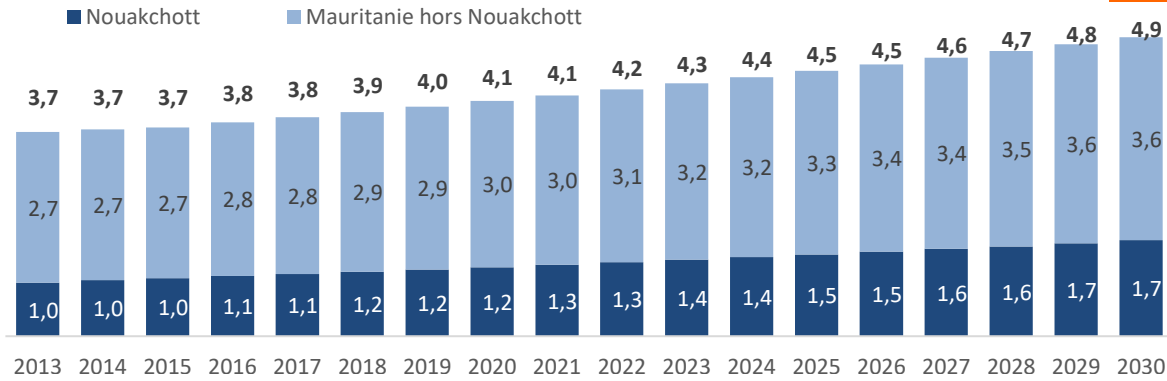
5.1 Évaluation globale de la demande en Mauritanie

Le but de cette analyse est d'estimer le niveau de trafic internet généré à l'échelle de la Mauritanie et dans chacune de ses communes/localités à horizon 2030.

5.1.1 Méthode et hypothèses structurantes

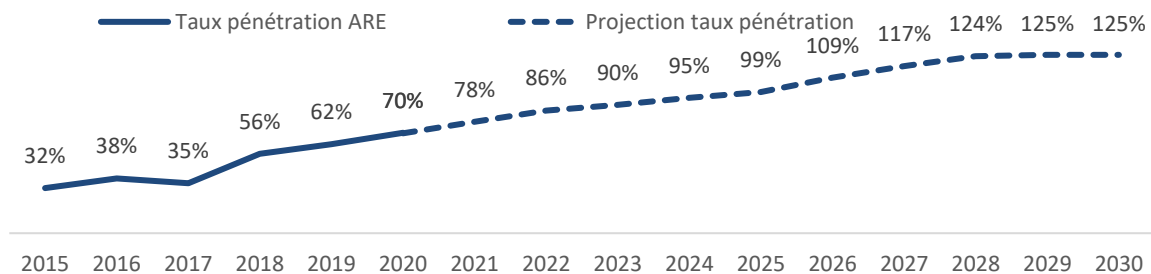
Nous avons conduit notre estimation de la demande à horizon 2030 en nous basant sur plusieurs sources de données. D'un côté, des données issues d'organismes officiels mauritaniens (ex. Ansade, ARE) ; d'un autre des données issues de benchmark de pays de la région via des sources Orange, Tactis et GSMA.

Les données démographiques population sont issues du recensement de 2013. Nous les avons utilisées en croisant le niveau de population par localité de cette année-là avec les taux de croissance projetés par Wilaya à horizon 2030. La population totale du pays comptabilisée à 3,54M d'habitants en 2013 est estimée à 4,1M d'habitants en 2021 et devrait atteindre 5M d'habitants en 2030. Le rythme annuel de croissance varie selon les Wilayas et oscille entre 3,5% pour Nouakchott et 1% pour le Tiris Zemmour. Nouakchott devrait continuer de concentrer la majorité de la population avec une contribution à la population totale qui devrait passer de 27% en 2013 à 34% en 2030.



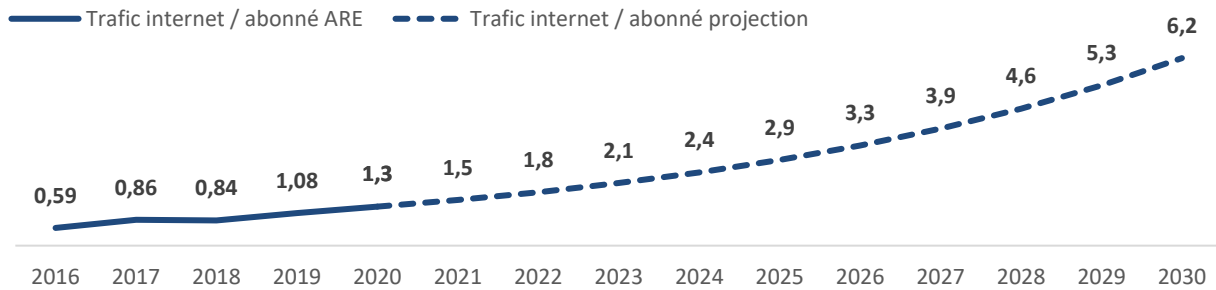
Évolution de la population totale Mauritanienne (2013-2030, en M d'individus)

Nous avons ensuite croisé ces données de population avec le taux de pénétration de l'internet mobile pour obtenir le nombre total d'abonnés internet mobile. Selon l'observatoire de l'ARE, le taux de pénétration de l'internet mobile est passé de 32% de la population en 2015 à 70% de la population en 2020. Sur la base d'un benchmark de pays africains et en nous appuyant sur l'évolution passée de pays européens, nous avons projeté l'évolution de ce taux de pénétration comme montré sur la figure ci-dessous. Nous anticipons que ce taux augmente jusqu'à 125% en 2030 ; reflétant la possibilité pour certains mauritaniens d'avoir plusieurs téléphones mobiles équipés d'une connexion internet.



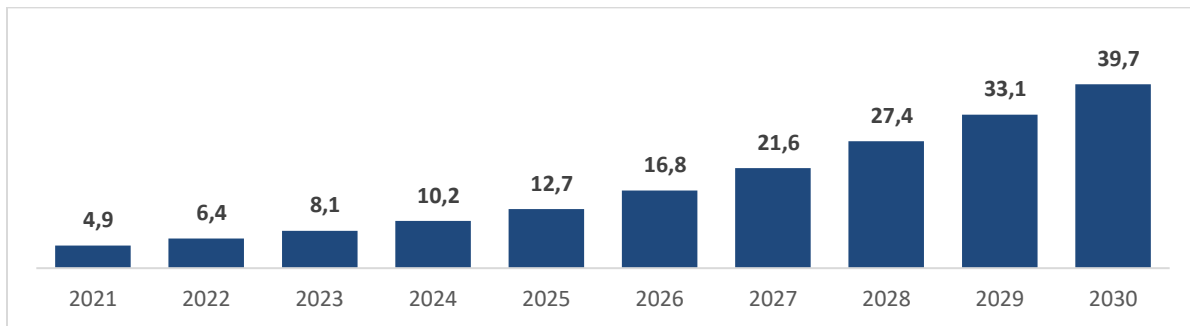
Évolution du taux de pénétration de l'internet mobile (2015-2030, en %)

Afin de déterminer le volume global de données consommées par les usages Internet des Mauritaniens, nous avons croisé le nombre d'abonnés déterminé plus haut avec l'usage moyen par abonné en Go/abonné/mois. Selon l'observatoire de l'ARE, celui-ci est passé entre 2016 et 2020 de 0,56 Go/abonné/mois à 1,3 Go/abonné/mois. En nous appuyant sur des *business plans* de projets comparables récemment conduits par le groupe Orange, nous avons appliqué à cette consommation une hausse annuelle de 17% par an à partir de 2020. Sur cette base, la consommation internet moyenne par utilisateur devrait croître à 6,2 Go/abonné/mois en 2030.



Évolution de la consommation de data mobile / abonné / mois (2016-2030, en Go/abonné/mois)

Le croisement de l'ensemble des données ci-dessus nous permet d'estimer à l'échelle du pays et pour chaque localité le niveau attendu de consommation mensuelle de données Internet mobile. Ainsi nous calculons qu'entre 2021 et 2030, la consommation mensuelle de Go en Mauritanie devrait passer de 4,9M de Go/mois à 40M de Go/mois, soit une augmentation par un facteur 7 sur la période. Bien qu'il y ait des disparités dans l'augmentation du volume de data consommé entre les communes et localités, on constate que le marché Mauritanien augmentera fortement dans son ensemble.



Évolution de la consommation agrégée de data mobile / mois en Mauritanie (2021-2030, en Go/mois)

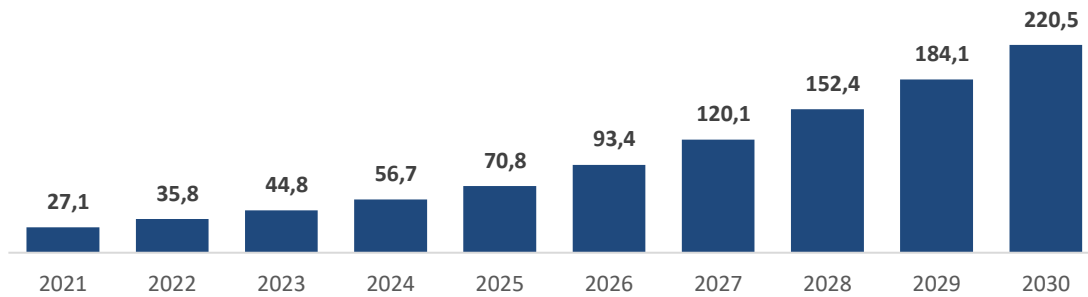
Néanmoins, pour comprendre la demande d'un réseau backbone de fibre optique, il convient de déterminer non pas le volume de données consommées, exprimé en Go, sur une période donnée dans le pays et ses villes, mais le trafic à transporter. Il faut pour cela déterminer le flux de données transmis à un instant t dans le pays et le trafic s'exprime alors en Mb/s soit en Gb/s (Gbps).

Pour déterminer ce trafic il convient de prendre le volume de data consommée pendant une période (ex. un mois) et de calculer la proportion de cette consommation qui correspond à la sous période où la consommation de données est maximale (pendant laquelle tous les abonnés sont connectés en même temps). Cette sous période est appelée la « busy hour ». On observe qu'en moyenne, la consommation de la busy hour correspond au quart de la consommation mensuelle d'un réseau mobile. Cette consommation maximale est aussi appelée « consommation dimensionnante », c'est-à-dire que le réseau sera dimensionné pour permettre à tout instant d'écouler le trafic généré par cette consommation de busy hour. Une fois que l'on dispose de la consommation de la busy hour, il suffit de la rapporter à la seconde pour connaître le trafic en Mbps ou Gbps. Nous avons réalisé cette opération sur l'ensemble des communes et

localités de Mauritanie pour estimer le trafic dans chacune de celles-ci puis avons agrégé les résultats à l'échelle nationale.

5.1.2 Résultats de l'analyse

À l'échelle du pays, le trafic agrégé issu de la consommation Internet mobile des abonnés devrait s'élever à 27 Gb/s en 2021 pour atteindre 221 Gb/s en 2030.



Évolution du trafic agrégé en Mauritanie (2021-2030, en Gbps)

L'essentiel de cette demande sera concentré dans les 20 communes les plus peuplées de Mauritanie puisque sur la période elles pèseront pour la moitié du trafic national ; cette proportion devant croître légèrement sur la période passant de 49% à 51%.

Nouakchott est, de loin, la ville avec la plus forte demande puisqu'elle devrait représenter à elle seule 34% du trafic national en 2030. Parmi les 19 villes restantes, les plus attractives seront : Nouadhibou, Kiffa, Kaedi, Rosso, Zouerate, Bogue, Ghabou, Sélibaby, Guérou et Ghabou qui généreront toutes un niveau de trafic supérieur à 1 Gbps.

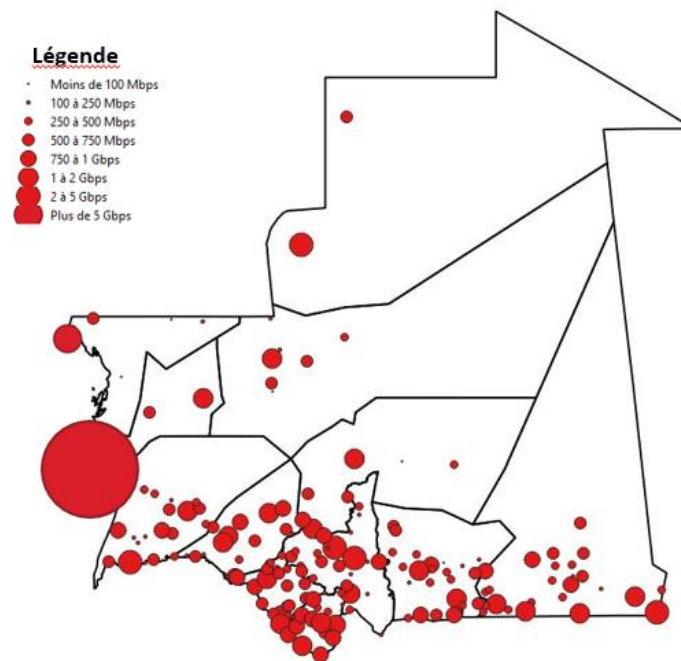
On notera dans le tableau ci-dessous que Vassale ressort à un niveau de trafic important. Cela s'explique essentiellement par l'inclusion dans cette commune du camp de réfugiés de Mbéra qui représente les $\frac{3}{4}$ de la population rattachée à la commune. Il conviendra certainement de revoir notre projection dans une phase ultérieure pour ne pas appliquer la même hausse de population qu'au reste du pays, dans la mesure où le nombre de réfugiés ne pourra pas croître indéfiniment.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<i>Nouakchott</i>	8,4	11,3	14,3	18,2	23,0	30,7	39,8	50,6	61,7	74,7
<i>Nouadhibou</i>	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,4	4,4	5,5	6,7	8,0
<i>Vassale</i>	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,1	2,7	3,2	3,9
<i>Kiffa</i>	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,6	4,3
<i>Kaédi</i>	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4

Rosso	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,5	3,0
Adel Bagrou	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
Zoueirat	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,5	2,9
Boghé	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
Ghabou	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0
Bougadoum	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Sélibaby	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3
Male	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Gouraye	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
Guerou	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2
Boutilimit	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6
% trafic total dans le 20 1ères villes	49%	49%	49%	49%	50%	50%	50%	50%	50%	51%

Évolution du trafic dans les 20 communes les plus peuplées (2021-2030, en Gbps)

En complément du tableau, nous avons positionné les communes sur une carte en fonction du niveau de trafic anticipé en 2030. Ceci permet de localiser les zones qui généreront le niveau de trafic le plus important et seront donc les plus attractives pour un réseau optique.



Cartographie des communes selon le niveau de trafic anticipé en 2030 (en Gbps)

5.2 Réseau nominal

Sur la base des entretiens conduits et des données collectées avec et auprès des différentes parties prenantes Mauritanienne (opérateurs, FAIs, ministères et administrations publiques), nous avons identifié 7 liaisons pour le projet de backbone qui semblent susciter le plus d'intérêt. Il s'agit des liaisons présentées en section 4.1.

Nous avons réalisé une étude économique sur la période 2021-2040 sur ces 7 liaisons afin de :

- Déterminer le niveau de revenus qu'elles pourraient générer compte tenu de la demande (niveau de trafic) des communes couvertes
- Comparer ces revenus avec les coûts de mise en œuvre du réseau
- Déterminer si le projet pourrait être financé de manière autonome ou nécessiterait des subventions pour garantir sa viabilité

5.2.1 Méthode et hypothèses structurantes

Dans un premier temps nous avons formulé des hypothèses sur le niveau de trafic attendu sur chacune des liaisons étudiées compte tenu des communes couvertes, de l'existence de routes et de réseaux alternatifs :

- *Nouakchott-Nouadhibou et Nouakchott-Rosso* : 100% du trafic national pour pouvoir garantir la connectivité Internet du pays compte tenu de l'atterrissage à Nouadhibou d'un 2^{ème} câble sous-marin et de l'interconnexion vers le Sénégal par Rosso. Les retours obtenus des différents opérateurs semblent indiquer qu'aucune infrastructure existante ne pourrait assurer cette mission.

- Kiffa-Aioun : 100% du trafic des communes entre Aioun (exclue) et Nema (incluse) et 50% du trafic de Aioun
- Atar-Tidjikdja-Kiffa : 100% du trafic de Tidjikdja, 50% du trafic de Kiffa, Atar, Zouerate et 20% du trafic des communes à l'Est de Kiffa
- Choum-Zouerate : 100% du trafic de Zouerate et F'Deirick. Nous anticipons que l'ensemble des acteurs souhaiteront souscrire un service alternatif à celui de la SNIM dont les tarifs sont considérés comme trop élevés.
- Aleg-Boque : 80% du trafic issu de la liaison Kiffa-Aioun, 25% du trafic de Kiffa (sécurisation de la moitié des 50% qui emprunteront le réseau MAURITEL ou de l'IMT), 100% des villes entre Bogue et Kankousa (incluses) dans une logique de sécurisation
- Nouakchott-Aleg : 100% du trafic de la liaison Bogue-Aleg et 50% du trafic des communes entre Nouakchott (exclue) et Aleg (incluse) du fait de l'alternative qu'offre MAURITEL

Nous avons ensuite déterminé le type d'achats réalisés par les opérateurs et FAIs, ainsi que la part du trafic que chacun générerait. Compte tenu des entretiens conduits et des données de l'ARE étudiées, il a été déterminé ce qui suit :

- MAURITEL : 100% des achats en fibre noire (une paire) sur l'ensemble des liaisons afin de sécuriser son réseau
- MATTEL : fibre noire (une paire) sur les liaisons Nouakchott-Nouadhibou et Nouakchott-Rosso ; puis des achats de capacité activée sur l'ensemble des autres liaisons à hauteur de sa part de marché (~20% compte tenu de l'arrivée des FAIs)
- CHINGUITEL : 100% achat de capacité activée sur l'ensemble du réseau à hauteur de sa part de marché (~14% compte tenu de l'arrivée des FAIs)
- FAIs : 100% achat de capacité activée sur l'ensemble du réseau à hauteur de leur part de marché (hypothèse de 10% de part du trafic pour l'ensemble des FAIs)

L'évaluation de la demande (estimation du trafic) présentée dans le paragraphe précédent ne couvrait que la période 2021-2030. Pour la période 2030-2040, nous avons formulé l'hypothèse simplifiée que le trafic augmenterait à un rythme réduit de +12% par an (contre 17% sur la période 2021-2030) du fait d'un tassement des usages.

Nous avons ensuite défini des niveaux de prix en nous appuyant sur un benchmark de pays voisins et des business plan de projets récents conduits par Orange et Tactis dans la région. Ainsi, pour les services de capacité activée il a été retenu un prix de 5,5 € / Mb/s /mois ; soit un prix annuel de 66 € / Mb/s. L'érosion anticipée est de l'ordre de -10% par an.

Pour les services de fibre noire, l'hypothèse de prix est de 1,2€/mètre linéaire/an avec une érosion tarifaire limitée à -2% par an.

En croisant les différentes hypothèses ci-dessous on obtient le chiffre d'affaires anticipé pour chacune des liaisons selon une logique :

Capacité activée souscrite par liaison = Somme des parts de trafic des opérateurs souscrivant en activé x Trafic de la liaison

Nombre de fibres noires souscrite par liaison = Nombre d'opérateurs souscrivant en fibre noire sur la

liaison

$Revenus\ de\ la\ liaison = [Capacit\acute{e}\ activ\acute{e}e\ souscrite \times Prix\ au\ Mb/s\ par\ mois \times 12] + [Nombre\ de\ fibres\ noires\ souscrites \times Longueur\ de\ la\ liaison \times Prix\ au\ m\grave{e}tre\ lin\acute{e}aire\ par\ mois \times 12]$

Concernant les co\uts de maintenance (OPEX), nous avons formul\acute{e} une hypoth\ese de 20% du chiffre d'affaires. Pour les co\uts d'investissements (CAPEX), nous avons appliqu\acute{e} une hypoth\ese de co\uts de l'ordre de 20\text{€} par m\etre lin\eaire de r\eseau d\eploy\acute{e}. Cette hypoth\ese est en ligne avec la moyenne constat\ee dans les projets de la r\egion et l'intervalle de 18-25\text{€} par m\etre lin\eaire constat\ee sur le projet WARCIP. Il en r\esulte :

$OPEX = 20\% \times Revenus$

$CAPEX = Co\ut\ au\ m\grave{e}tre\ lin\acute{e}aire \times Longueur\ de\ chaque\ liaison$

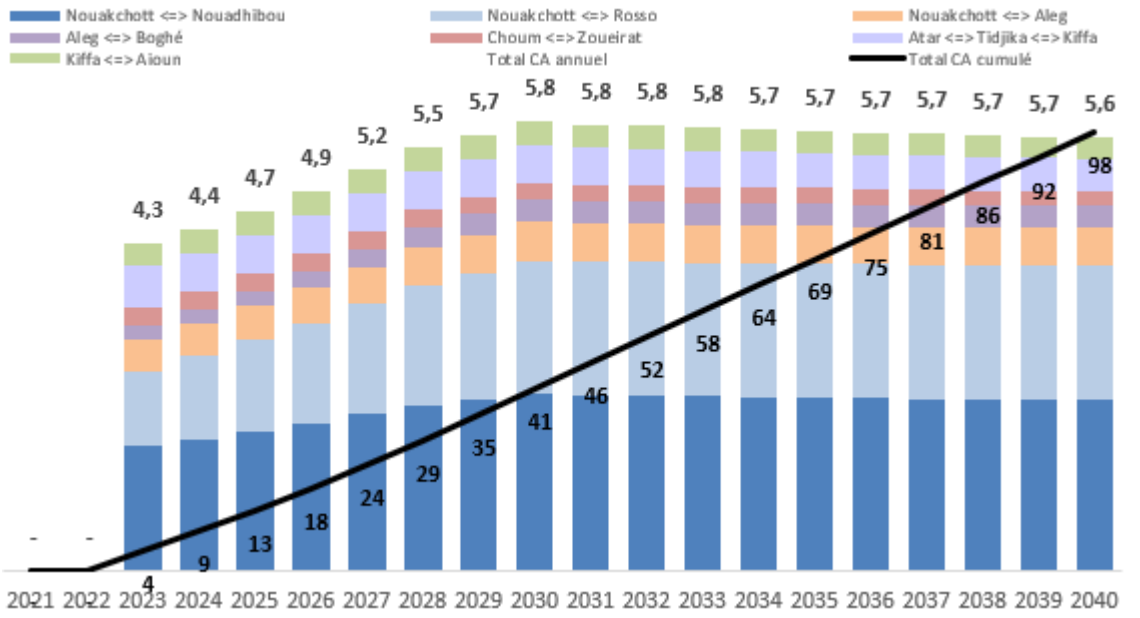
Concernant l'actualisation des flux financiers futurs, nous avons retenu une hypoth\ese de co\ut du capital de 12%, en ligne avec les pratiques habituelles sur ce type de projet. La valeur nette actualis\ee (VAN) de chaque liaison est obtenue selon la logique suivante :

$Cash\ flow\ op\acute{e}rationnel\ ann\acute{e}e\ N = Revenus\ ann\acute{e}e\ N - OPEX\ ann\acute{e}e\ N$

$VAN\ liaison = -CAPEX + [Cash\ flow\ ann\acute{e}e\ 1 \times (1 + int\acute{e}r\hat{e}t)^{-1}] + [Cash\ flow\ ann\acute{e}e\ 2 \times (1 + int\acute{e}r\hat{e}t)^{-2}] + \dots + [Cash\ flow\ ann\acute{e}e\ N \times (1 + int\acute{e}r\hat{e}t)^{-n}]$

5.2.2 R\esultats

Sur la base de nos hypoth\eses, notre analyse \economique fait ressortir un revenu sur la p\eriod 2021-2040 de pr\es de 100 M\text{€} avec un r\egime « de croisi\ere » compris entre 5,5 M\text{€} et 6 M\text{€} annuel de revenu.

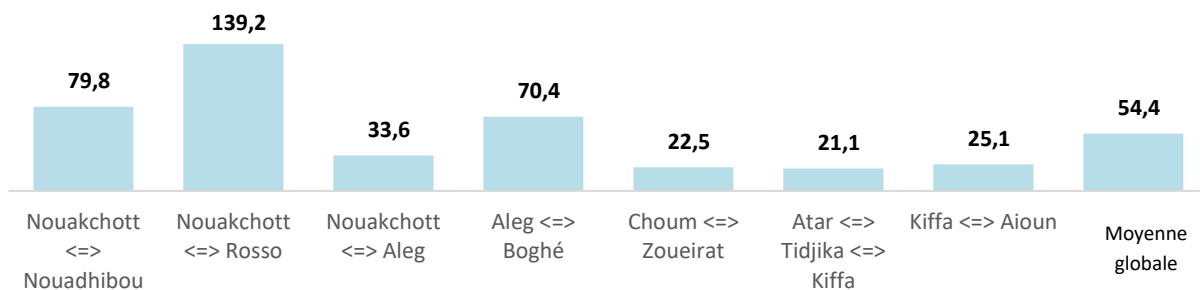


Revenus annuels et cumul\és pour les liaisons du sc\enario de base (2021-2040, en M\text{€})

Bien qu'ils croissent sur la période initiale de 2021-2030 (+5% par an en moyenne), les revenus annuels attendus devraient se stabiliser à partir de 2030 pour atteindre un plateau en très légère décroissance (-0,4% par an en moyenne). Ceci s'explique par l'effet conjugué de la hausse continue du niveau de trafic avec la baisse des prix intégrée dans notre modélisation.

Contrôle de cohérence estimation revenus : en prenant le chiffre d'affaires total télécoms Mauritanien en 2020 (~240 M€) ; en formulant l'hypothèse que le backbone représente entre 5-10% de la valeur (application de 8%) ; et en supposant que le projet étudié prendrait une part de marché de 25% du marché backbone ; il en résulte une estimation de 4,8 M€ de chiffre d'affaires. Cela semble cohérent avec notre estimation initiale. La même règle appliquée à un marché télécoms Mauritanien augmenté de 25% en 2030 permettrait d'aboutir à notre estimation de revenus de 6 M€ pour 2030.

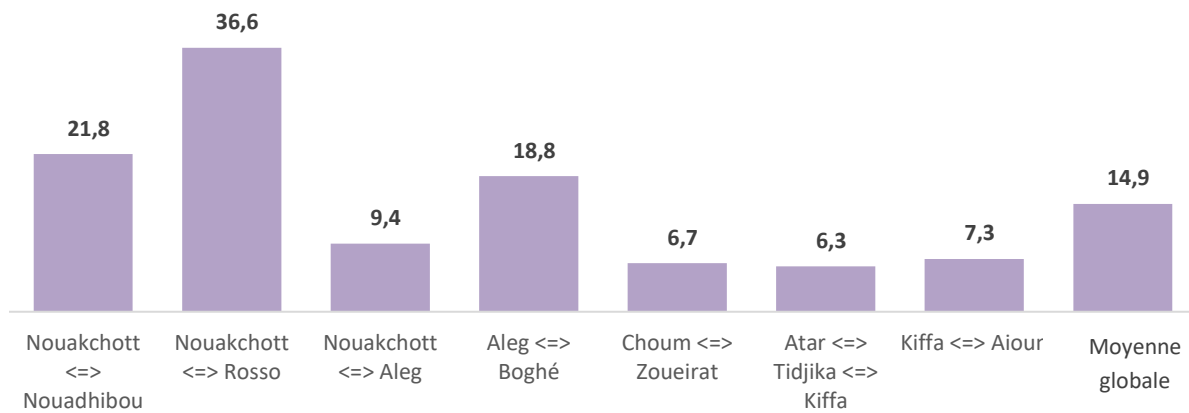
Lorsque l'on compare les différentes liaisons entre elles sur la base des revenus cumulés sur la période 2021-2040 rapporté au nombre de kilomètre, trois liaisons ressortent comme plus attractives que les autres : Nouakchott-Rosso, Nouakchott-Nouadhibou et Aleg-Bogue.



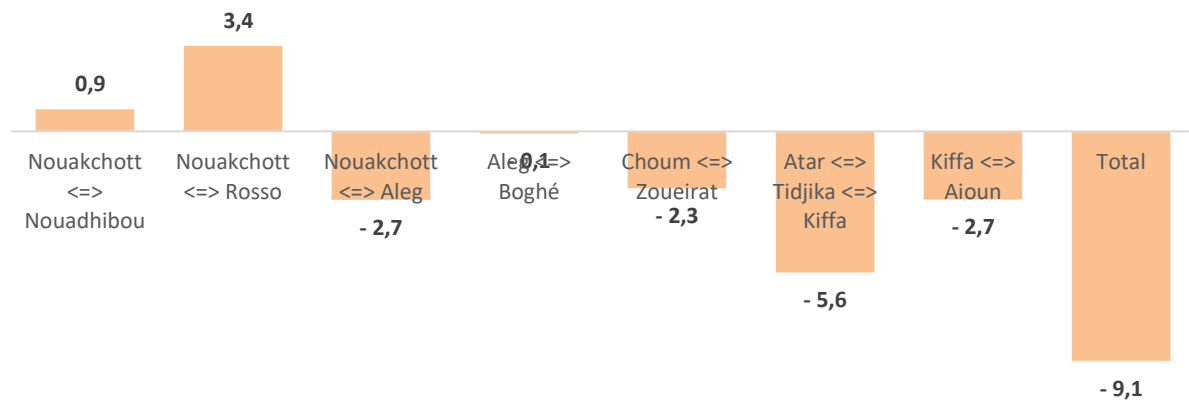
Revenus cumulés 2021-2040 rapporté au kilomètre de fibre par liaison (2021-2040, en k€)

La moyenne globale des revenus cumulés par kilomètre de fibre est très clairement supportée par ces trois liaisons, tandis que les quatre autres sont de nature à tirer cette moyenne à la baisse.

Lorsqu'on actualise les cash-flows opérationnels (revenus – OPEX) attendus pour chacune des liaisons, le classement en termes d'attractivité reste le même. Toutefois le niveau de cash-flow actualisés au kilomètre semble inférieur au niveau de coûts par kilomètre déployé (*rappel : 20 k€ par kilomètre de fibre*) sur la majorité des liaisons. En effet, le calcul de la VAN de chaque projet de liaison fait ressortir que seules deux d'entre elles pourraient s'autofinancer au regard des revenus anticipés et des CAPEX à déployer. Seules les liaisons Nouakchott-Nouadhibou, Nouakchott-Rosso affichent cette VAN positive. La VAN de la liaison Aleg-Bogue est tout juste nulle. L'ensemble des autres liaisons affichent une VAN négative. La VAN totale des liaisons étudiées est de -9 M€ à l'issue de la période considérée.



Cash-flow opérationnel cumulé et actualisé 2021-2040 rapporté au kilomètre de fibre par liaison (2021-2040, en k€)



VAN par liaison et globale (2021-2040, en M€)

Il s'agit, rappelons-le, de premières estimations qui devront être affinées lors de la deuxième phase de la pré-étude. Toutefois, il semble que sur le périmètre initial envisagé, la question du financement de certaines liaisons via des ressources complémentaires devra être posée.

5.3 Extensions de réseau (logique d'aménagement du territoire)

Une vingtaine de liaisons complémentaires envisageables dans une logique d'aménagement du territoire ont été identifiées dans la section 4.3 de ce rapport. Leur construction pourrait garantir l'accès à des infrastructures de haut débit dans des zones isolées, concrétiser des ambitions politiques telles que la couverture de la majorité des écoles du pays, des infrastructures de santé ou le raccordement des moughataas isolées.

Dans la mesure où ces liaisons répondent à une logique d'aménagement du territoire politique, il nous semble que leur sélection doit se faire initialement en fonction des priorités publiques. Nous réaliserons en dans la deuxième de la pré-étude une analyse économique

analogue à celle réalisée sur les liaisons principales pour permettre d'apporter un critère économique dans le choix de ces compléments de réseau.

5.4 Extensions de réseau (besoin de transit international)

Nous avons estimé le niveau de trafic et les revenus associés que le réseau nominal envisagé pourrait générer grâce au transit international des opérateurs basés dans les pays voisins. À date seuls les opérateurs maliens ont manifesté leur intérêt pour le projet. En conséquence, seul le trafic issu de ce pays a été analysé.

5.4.1 Méthode et hypothèses structurantes

Concernant les volumes, le trafic du réseau malien a été estimé selon la méthode déjà présentée en section 4.1 en nous appuyant sur la consommation totale de data publiée par le régulateur national en 2020. Nous avons projeté ce trafic dans le temps en appliquant le taux de croissance suivant : 20% par an sur la période 2021-2040 (plus élevé que la Mauritanie du fait d'une démographie plus forte).

Nous avons supposé que l'ensemble des opérateurs (Orange, Sotelma et Atel) souscriraient à des services de capacité activée. Par ailleurs, nous avons formulé l'hypothèse que 20% du trafic du réseau malien pourrait transiter par la Mauritanie, et que ce flux serait divisé à parts égales entre le réseau de MAURITEL et notre projet. Le transit international malien en Mauritanie représenterait ainsi 10% du trafic du réseau malien.

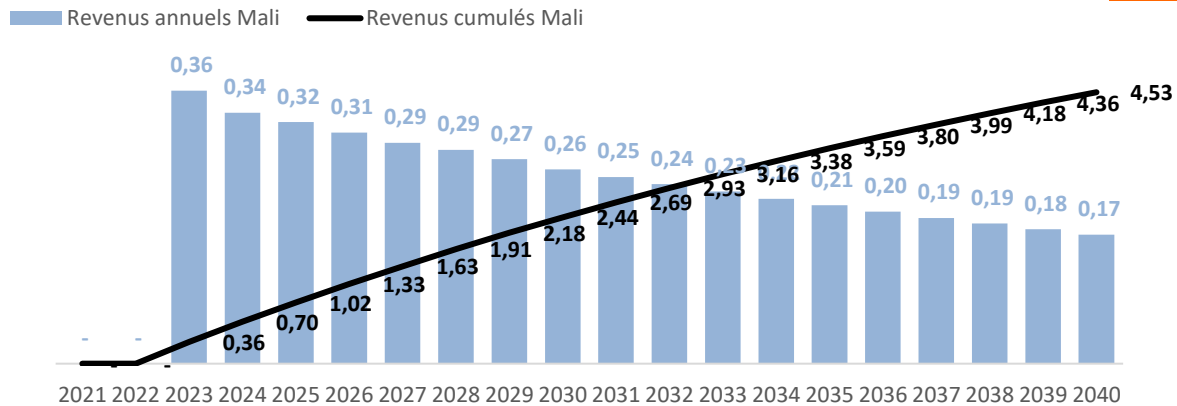
Concernant les prix, nous avons retenu la même hypothèse de prix au Mb/s/mois que pour les services activés à destination des opérateurs nationaux. Toutefois le marché du transit étant considéré comme plus compétitif, nous avons appliqué une érosion tarifaire de 20% / an sur toute la période.

L'actualisation des revenus a été faite à un coût du capital estimé à 12% comme pour l'analyse précédente.

Les OPEX ont été estimés au même niveau que précédemment, à 20% des revenus. Toutefois, nous n'avons pas intégré de CAPEX spécifiques nécessaire pour la réalisation de cette interconnexion dans la mesure où i) le complément de réseau nécessaire n'a pas encore été défini et ii) le transit se ferait en grande partie sur des liaisons du tracé nominal déjà amorties par les besoins nationaux.

5.4.2 Résultats

Les revenus cumulés sur la période 2021-2040, issus du transit international malien, devraient représenter 4,5 M€. Les revenus annuels devraient en revanche être marqués par une baisse continue tout au long de la période. L'érosion des prix étant particulièrement prononcée (-20% par an), la hausse du trafic ne permet pas de la compenser.



Revenus annuels et cumulés transit international Mali (2021-2040, en M€)

Toutefois, dans la mesure où les revenus du transit s'appuieraient sur des infrastructures déjà construites pour les besoins nationaux, la VAN du transit international pourrait être nette de CAPEX et permettre d'améliorer la VAN globale du réseau nominal envisagé.

Selon nos premières estimations, la VAN des cash-flow opérationnels issus du transit malien pourrait être positive à hauteur de 1,5 M€ environ.

5.5 Déploiement de réseau FTTH à Nouakchott

En complément du projet de réseau optique, nous avons réalisé une macro-étude économique concernant le déploiement d'un réseau de distribution FTTH à Nouakchott. Il s'agit d'une première ébauche de travail étude qui devra être affiné dans un second temps pour prendre en compte au moins deux facteurs structurants : i) une éventuelle concurrence d'infrastructure avec MAURITEL, a minima sur son parc ADSL existant, et ii) un possible accroissement du niveau de CAPEX requis pour construire le réseau FTTH.

5.5.1 Méthode et hypothèses structurantes

Parmi la population estimée de Nouakchott en 2021 (~1,3M habitants), nous avons identifié la part résidant dans des quartiers comportant des logements de standing comme expliqué dans la section 4.4.

Les calculs effectués nous conduisent à un total de 202k habitants à Nouakchott vivant dans des logements de haut standing, soit 16%. En comptant 6 habitants par logement, cela nous donne un nombre de foyer adressable de 34k foyers. Nous avons fait l'hypothèse d'un déploiement de réseau étalé sur 4 ans, comme suit :

- 30% des prises construites la 1^{ère} année
- 40% la deuxième année
- 20% la troisième année
- 10% la dernière année

Au-delà du déploiement initial, nous avons intégré une hypothèse de densification du réseau de 2% par an (nombre de prises additionnelles). Concernant le take-up rate (niveau de souscription des prises déployées), nous l'avons modélisé en appliquant le modèle de Fisher-Pry avec une asymptote estimée à 50%. Nous n'avons pas intégré d'hypothèse de concurrence d'infrastructure de la part de MAURITEL à ce stade. De même, nous modélisé le réseau dans

une configuration où seuls des services activés seraient vendus. Enfin aucun churn (attrition) n'a été intégré dans la mesure où un client perdu par un opérateur ne le sera pas pour le réseau wholesale réputé en monopole d'infrastructure.

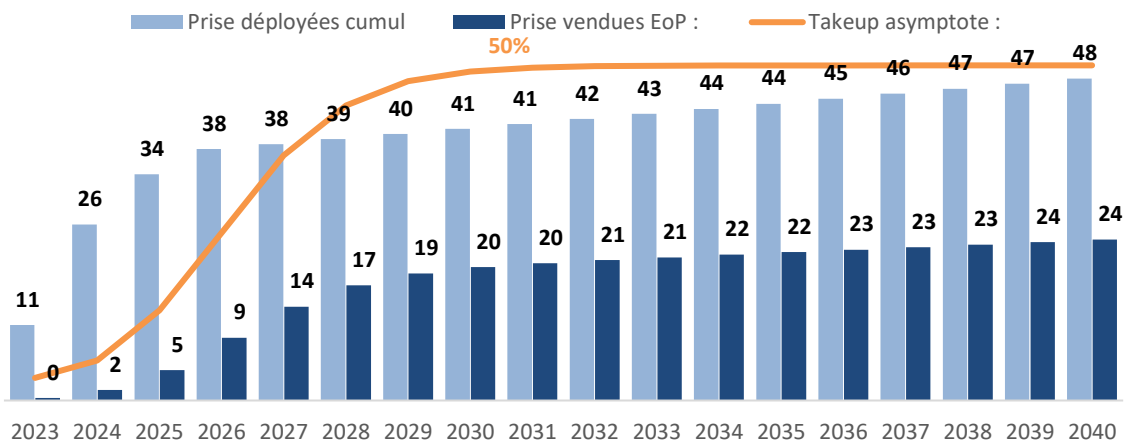
Concernant les prix, nous nous sommes appuyés sur les ARPU retail de plusieurs opérateurs en prenant la moyenne du Mali et Sénégal, soit un ARPU retail à 35€ / mois ou 1435 MRU. Nous avons considéré que l'ARPU wholesale pour des services activés s'élevait à 50% de l'ARPU retail, soit 17,5€ / mois. Compte tenu de la faible de compétition en FTTH, nous avons considéré une érosion tarifaire limitée à 1% par an.

Les FAS (frais d'accès au service) ont été estimés au triple de l'ARPU mensuel soit 52,5€. Les frais de raccordement ont été estimés sur la base de différents opérateurs ayant déployé du FTTH en Afrique de l'Ouest : 118€ par prise, soit 4838 MRU. Les OPEX ont été calculés sur la base d'une hypothèse de 25% des revenus. Les CAPEX ont eux été estimés en s'appuyant sur ceux de plusieurs opérateurs ayant déployé des réseaux FTTH en Afrique de l'Ouest. Le CAPEX de déploiement par prise est fixé ici à 95€ ou 3895 MRU ; le CAPEX de raccordement est identique au frais de raccordement, soit 118€ par prise ou 4838 MRU.

Comme pour les paragraphes précédents, le taux d'actualisation appliqué pour la VAN est de 12%. Le cash-flow net affiché correspond à la formule suivante : $cash-flow\ net = revenus - OPEX - CAPEX$. La VAN du réseau FTTH est calculée en actualisant le cash-flow net annuel.

5.5.2 Résultats

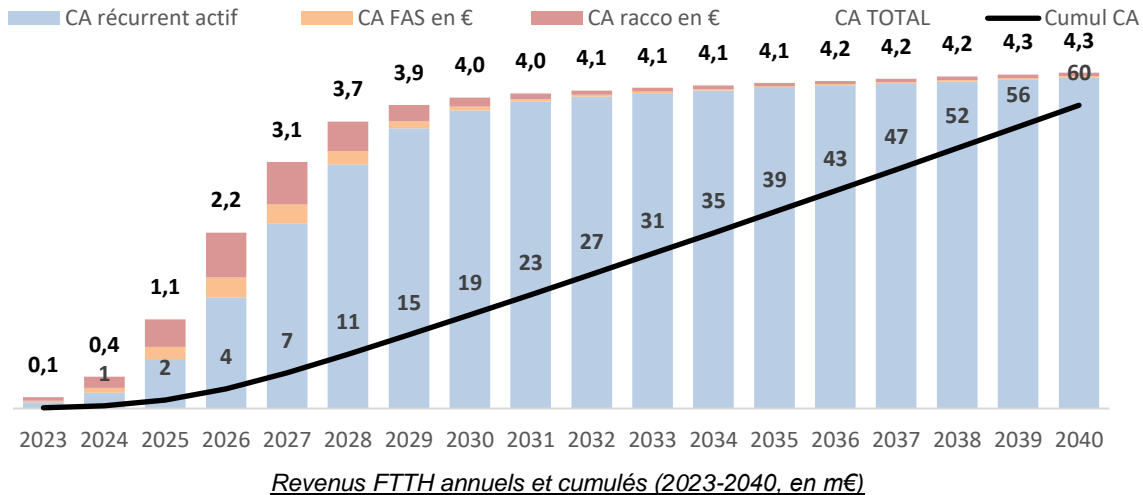
Partant d'un déploiement débutant en 2023, le volume de prises déployées atteindrait 38k en 2027 puis il continuerait de s'accroître au rythme de la densification pour atteindre 48k prises déployées en 2040. En parallèle, le volume de prises vendues devrait passer de 0 en 2023 à 14k en 2027 et atteindre 24k en 2040 compte tenu d'un take-up rate qui atteint l'asymptote de 50% en 2030. Ceci est montré dans la figure ci-dessous.



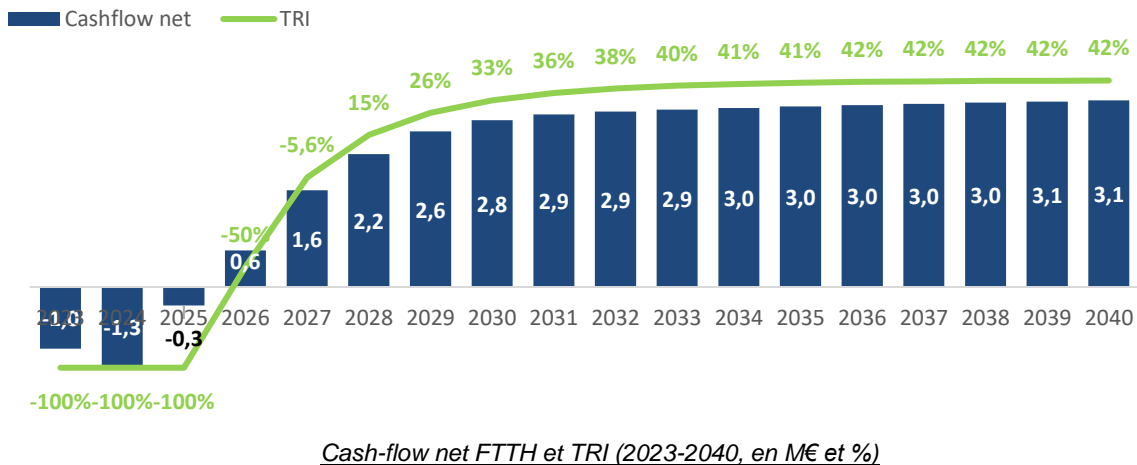
Volume de prises déployées et vendues take-up rate (2023-2040, en K et %)

Le chiffre d'affaires montre une croissance rapide pour s'élever à 3 M€ en 2027 et tendre vers 4,3 M€ en 2040. Les revenus cumulés sur la période 2023-2040 devraient s'élever à 60 M€. La très grande majorité de ceux-ci devraient être générés par les mensuels récurrents, sauf

en début d'exploitation où les FAS et les frais de raccordement devraient peser pour un peu moins d'un quart des revenus.



Quant à lui, le cash-flow net annuel du projet devrait devenir positif dès la troisième année, bien que le retour sur investissement par rapport aux CAPEX cumulés ne devrait avoir lieu qu'en sixième année lorsque le TRI (taux de rendement interne) du projet devient positif. À horizon 2040, le projet devrait générer un TRI légèrement supérieur à 40%. Toutefois ces éléments restent encore indicatifs et devront être affinés lors de la deuxième phase de l'étude économique.



Le calcul de la VAN du projet, effectué sur la base de l'actualisation du cash-flow net estimé sur la période 2023-2040, permet d'aboutir à une valeur de 8,8 M€ pour le réseau FTTH de Nouakchott.

5.6 Conclusion intermédiaire de l'analyse économique

L'analyse économique des tronçons du réseau optique menée en section 5.2.2 a montré une VAN négative globale de -9,1 M€ pour le projet. Malgré l'existence de

quelques liaisons dont la rentabilité est assurée, dans l'ensemble et en première estimation, il semble que le réseau de transport envisagé ne soit pas rentable. Dans ce contexte, la construction en complément d'un réseau FTTH à Nouakchott apparaît comme une opportunité attrayante voire indispensable. En effet, sur la base de notre première analyse, il semble qu'un tel réseau de connexions jusqu'aux clients générerait une VAN positive de 8,8 M€. En complément, les revenus issus du transit de trafic international (sous réserve qu'ils capitalisent sur les liaisons déjà prévues) pourraient permettre d'ajouter environ 1,5 M€ de VAN positive.

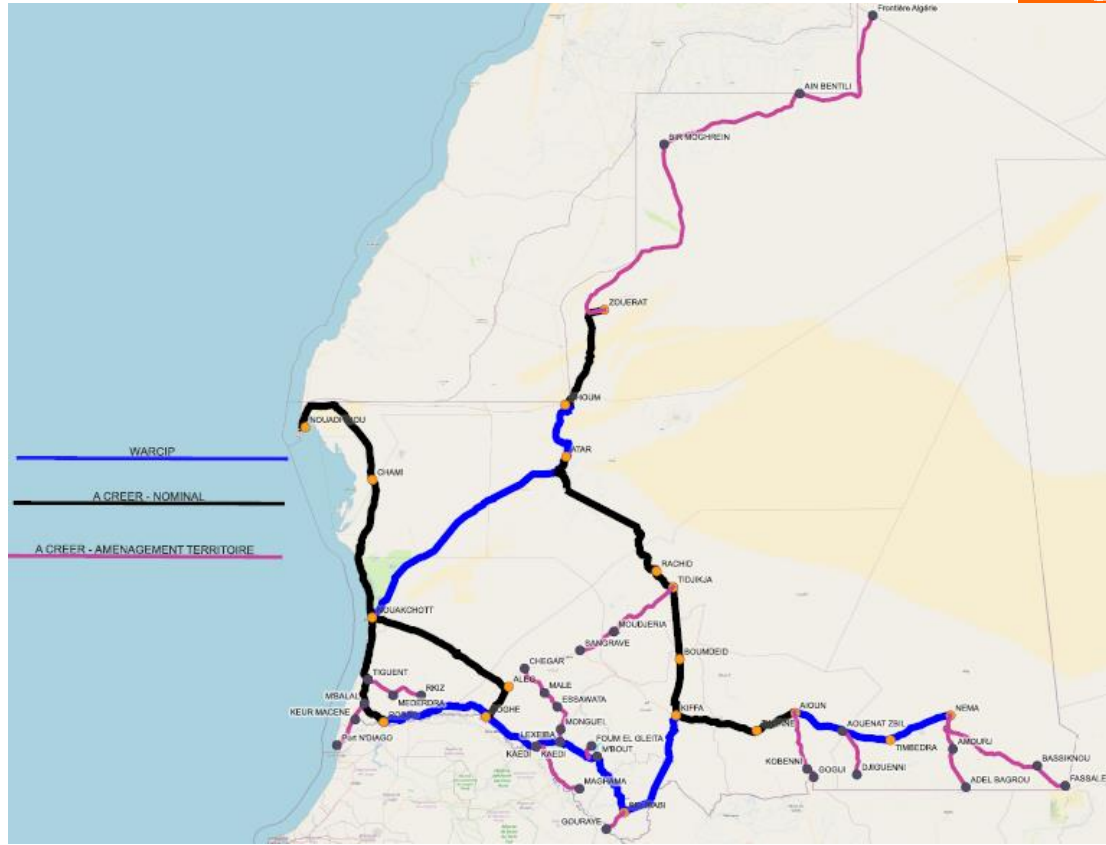
Cette première analyse économique indique donc qu'une approche globale intégrant les trois dimensions (réseau nominal, réseau FTTH et vente de capacité de transit) est nécessaire pour mettre en œuvre le projet envisagé. Néanmoins, il faut ici rappeler qu'il s'agit d'une première analyse qui a pour but de prioriser les études terrain à réaliser et que cette analyse devra être consolidée lors de la deuxième phase avec des hypothèses de revenus et de coûts affinées par les mesures de terrain.

Enfin, l'extension du réseau nominal avec une partie des liaisons complémentaires envisagées posera certainement la question de leur financement dans la mesure où celles-ci risquent de ne pas être rentables.

6. CONCLUSION DU RAPPORT PRELIMINAIRE

6.1 Recommandation du groupe de travail

Au terme de cette première phase de travail, qui a permis de cerner les enjeux techniques du réseau national de transport à construire et de mettre en lumière les premiers éléments économiques afférant, le groupe de travail recommande de concentrer les études avant-projet sur le macro-design (tracé) décrit sur la carte ci-dessous.



Carte du réseau optique proposé

La distance totale de ce nouveau réseau serait de 3982 km, répondant à la quasi-totalité des besoins exprimés par les opérateurs, et permettant de maximiser la couverture des moughataa (taux de couverture de 79%) et des lycées.

En complément, nous proposons de réaliser les études terrain permettant d'envisager le déploiement d'environ 30.000 prises FTTH à Nouakchott dans les quartiers de Tevragh Zeina et de Ksar.

6.2 Prochaines étapes de la pré-étude

Après la validation du macro-design présenté dans le présent rapport, les tâches principales consisteront à :

- Effectuer les relevés sur terrain liés au réseau proposé (nominal et extensions prioritaires) et aux aspects FTTH
- Explorer le potentiel économique de la liaison Zouerate-frontière Algérie qui présente a priori i) une densité de population très faible, ii) une distance très longue (plus de 800 kilomètres) et iii) se trouve en zone rouge
- Détailler les études économiques et réglementaires
- Étudier les modalités opérationnelles d'intégration du réseau WARCIP et du nouveau réseau public

Ce travail sera restitué dans le rapport intermédiaire, présentant un projet de réseau finalisé.

En termes de calendrier, les prochaines étapes de la pré-étude sont rappelées dans le tableau ci-dessous avec les dates clés suivantes :

- 24 Janvier : présentation du rapport préliminaire
- 07 Février : début des formations et des relevés terrain (pour rappel, certaines études terrain, notamment celles conduites en zone rouge, pourraient être prolongées comme précisé dans le planning ci-après)
- 31 Mars : présentation du rapport intermédiaire (modélisation économique et synthèse des études terrain)

	Mois 1				Mois 2				Mois 3				Mois 4				Mois 5				Mois 6					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26
Pilotage de projet et gouvernance																										
Mobilisation des équipes	■																									
Progress meeting interne	■				■				■				■				■				■					
Progress meeting Ministère	■				■				■				■				■				■					
Progress meeting Club de suivi	■				■				■				■				■				■					
Progress meeting DGT	■				■				■				■				■				■					
Macrodesign en vue de l'étude terrain																										
Préparation en amont de collecte d'information	■																									
Moyens logistiques et sécurités dont mobilisation des ressources locales	■																									
Préparation de la formation des surveyeurs	■																									
Obtention d'autorisations administratives	■																									
Pré-Etude Technique et économique	■																									
Structuration base de donnée et prise de RV pour entretiens	■																									
Réalisation des entretiens avec opérateurs et sociétés d'infrastructures	■																									
Pre-design et alignement des hypothèses (avec revue du tracé si besoin)	■																									
Feuille de route des relevés terrains donc planning équipes	■																									
<i>Etude macro design économique et technique</i>	■				■																					
Etude économiques et réglementaires																										
Evaluation des coûts d'investissements et exploitation					■				■				■				■				■					
Evaluation des investissements (CAPEX)					■				■				■				■				■					
Evaluation des charges d'exploitation (OPEX)					■				■				■				■				■					
Evaluation des recettes commerciales					■				■				■				■				■					
Analyse géomarketing de la demande					■				■				■				■				■					
Définition du catalogue et politique tarifaire					■				■				■				■				■					
Evaluation des prévisions					■				■				■				■				■					
Détermination des indicateurs					■				■				■				■				■					
Rédaction du rapport de modélisation économique					■				■				■				■				■					
<i>Rapport de modélisation économique</i>					■				■				■				■				■					
Etudes terrain sur 3045Km en zone de vigilance et haute vigilance																										
Formations des équipes terrains					■				■				■				■				■					
Relevés de terrain					■				■				■				■				■					
Etude d'impact environnemental et social					■				■				■				■				■					
Compilation et rédaction du rapport					■				■				■				■				■					
<i>Rapport de synthèse des études terrains</i>					■				■				■				■				■					
(option) Etudes terrain Zouerate-Frontière Algéro-Mauritanienne																										
Formations des équipes terrains																	■				■					
Relevés de terrain																	■				■					
Etude d'impact environnemental et social																	■				■					
Compilation et rédaction du rapport																	■				■					
Etude de sûreté																	■				■					
<i>Rapport de synthèse des études terrains</i>																	■				■					
Réalisation des TdR																										
Cadrage avec les autorités mauritaniennes concernées																	■				■					
Rédaction du TdR																	■				■					
<i>Restitution et validation des TdR</i>																	■				■					
RAPPORTS																	★				★					



Calendrier du projet

ANNEXE 1 – LISTE DES ACTEURS RENCONTRES EN MAURITANIE

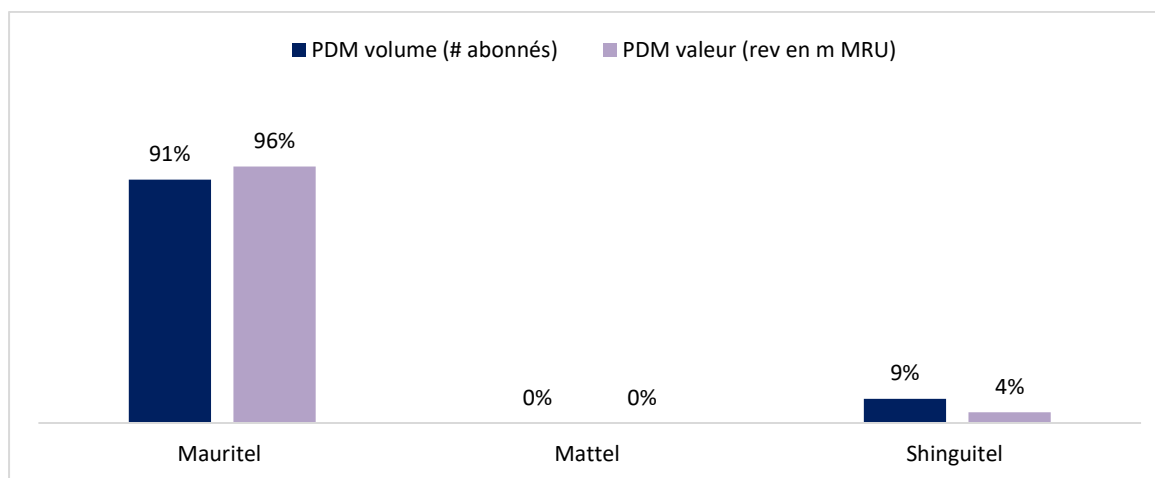
Entité	Objectifs
Ministre de la Transition numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration	Vision stratégique du ministère sur le projet Retour d'expérience sur les projets d'infrastructures numériques conduits par l'Etat Vision sur le modèle de PPP envisagé, attente sur l'articulation avec les besoins de l'administration, consentement à contribuer pour les besoins de l'adm.
ARE	Vision de l'ARE sur le marché de la collecte/backbone Modalités d'obtention d'une licence d'opérateurs pour une activité wholesale collecte/backbone Données sur la localisation des réseaux et pylônes des opérateurs Identification des FAIs autre que sahel
Mauritel	Caractéristiques du réseau existant Identification des besoins de l'opérateur (type de services : fibre noire, bande passante avec type de capacité) en fonction des tronçons et à différentes échéances (court-moyen terme), consentement à payer
Chinguitel	Caractéristiques du réseau existant Identification des besoins de l'opérateur (type de services : fibre noire, bande passante avec type de capacité) en fonction des tronçons et à différentes échéances (court-moyen terme), consentement à payer
Mattel	Caractéristiques du réseau existant Identification des besoins de l'opérateur (type de services : fibre noire, bande passante avec type de capacité) en fonction des tronçons et à différentes échéances (court-moyen terme), consentement à payer
GIE IMT	Identification des possibilités d'interconnexion, et besoins de sécurisation du GIE.
Sahel Telecom	Caractéristiques du réseau existant Identification des besoins de l'opérateur (type de services : fibre noire, bande passante avec type de capacité) en fonction des tronçons et à différentes échéances (court-moyen terme), consentement à payer
Ministère de l'Education nationale et de la Réforme du Système éducatif	Identification des besoins en matière de connectivité des établissements éducatifs
Ministère de la Santé	Identification des besoins en matière de connectivité des établissements de santé
Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation (yc. Direction Générale des Douanes)	Identification des besoins en matière de connectivité des établissements du ministère de l'intérieur (commissariats, douanes) Modalités de passage en accotement des routes dans les zones urbaines (Emprise attribuée, recommandations de passage, modalités d'obtention des autorisations, Autorité concernée ?)

Entités	Objectifs
SNIM (Société Nationale Industrielle et Minière de Mauritanie)	Identification des besoins de la SNIM
TDM (Televison de Mauritanie)	Identification des besoins de la TDM
Armée nationale Mauritanienne	Identification des besoin de l'armée Nationale Mauritanienne Conditions de sécurité
Coordonnateur du Projet WARCIP	Identification des points d'interconnexion possibles entre le projet WARCIP et le futur Backbone Données de base de design & évolutions anticipées
Ministère de l'Equipement et des Transports / Agence des routes ?	Obtenir la carte des routes existantes et des projets routiers projetés avec les dates prévisionnelles de début et fin de travaux Modalités de passage en accotement des routes (Emprise attribuée, recommandations de passage, modalités d'obtention des autorisations, réglementation spécifique pour les zones urbaines ?)
Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable	Identification des modalités de passage en accotement des routes, et particulier : - Les forêts classées - Les zones cultivées (même si dans l'emprise de la route)
Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier (ANARPAM)	Obtention des indications sur le type de sous sol (Profondeur 1,2m) présent par zone
Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation (yc. Direction Générale des Douanes)	
Ministère de l'économie et des finances	Modalités pour l'obtention d'un titre d'exonération dans le cadre du projet
Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire	Identification des projets d'urbanisme et d'aménagement du territoire Obtenir des informations sur les couches de données mobilisables au format SIG Plans cadastraux (avec informations sur les parcelles "réserves administratives") des localités susceptibles d'abriter des sites techniques
Ministère des Affaires économiques, et de la Promotion des secteurs productifs	Identification des secteurs industriels et projets susceptibles d'avoir des besoins Présentation du cadre des PPP en Mauritanie, et point spécifique sur les offres spontanées
Comité technique d'appui PPP et/ou Cellule PPP	Présentation des étapes amont nécessaires à la passation d'un PPP
Office National de la Statistique / ANSADE	Obtenir les données statistiques et démographiques
SOMELEC (Société Mauritanienne d'Electricité)	Identification des besoins de la SOMELEC Identification des infras existantes Identification des localités électrifiées (En projet d'électrification avec dates prévisionnelles de fin de travaux) parmi celles susceptibles d'abriter des sites techniques Identification des lignes HTB contenant un CGFO susceptible d'être réutilisé par le backbone
SDIN (Société de Développement des Infrastructures Numériques)	Clarifications sur le mode de fonctionnement IMT/SDIN/WARCIP

ANNEXE 2 – SYNTHÈSE DES PARTS DE MARCHÉ DES OPÉRATEURS

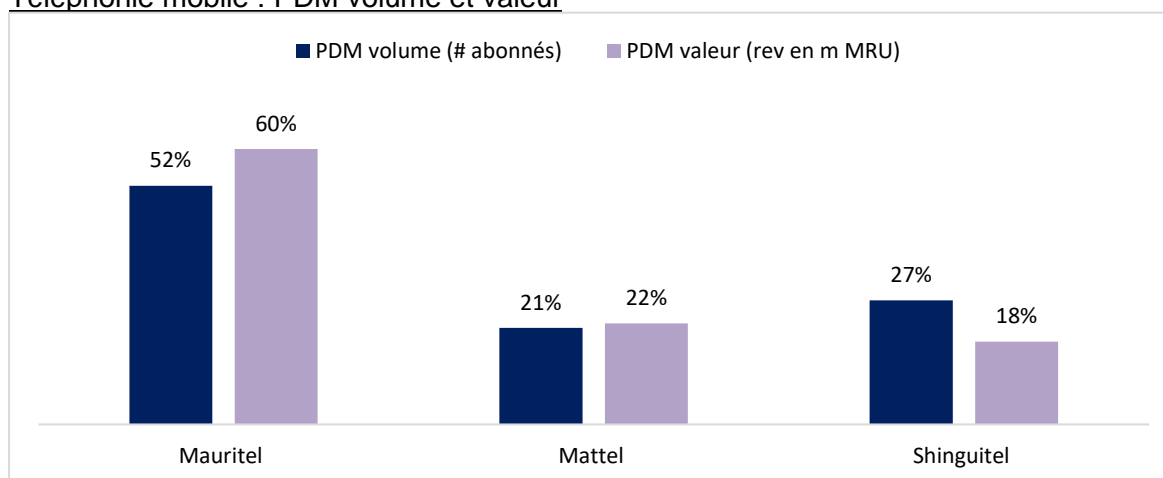
L'ensemble des données présentées dans cette rubrique sont issues de l'analyse de marché conduite par Progressus Corporation pour l'ARE en 2020 portant sur l'exercice de 2019.

Téléphonie fixe : PDM volume et valeur



Le marché de la téléphonie fixe est caractérisé par une grande stabilité en termes de part de marché, avec un quasi-monopole de MAURITEL légèrement moins prononcé par rapport à l'internet fixe (donné plus bas). Sur la période 2016-2019 la part de marché en volume de MAURITEL est restée constamment de l'ordre de 90% tandis que celle de CHINGUITEL se limitait à 10% ; sur la valeur la part de marché de CHINGUITEL est constamment restée inférieure à 5%.

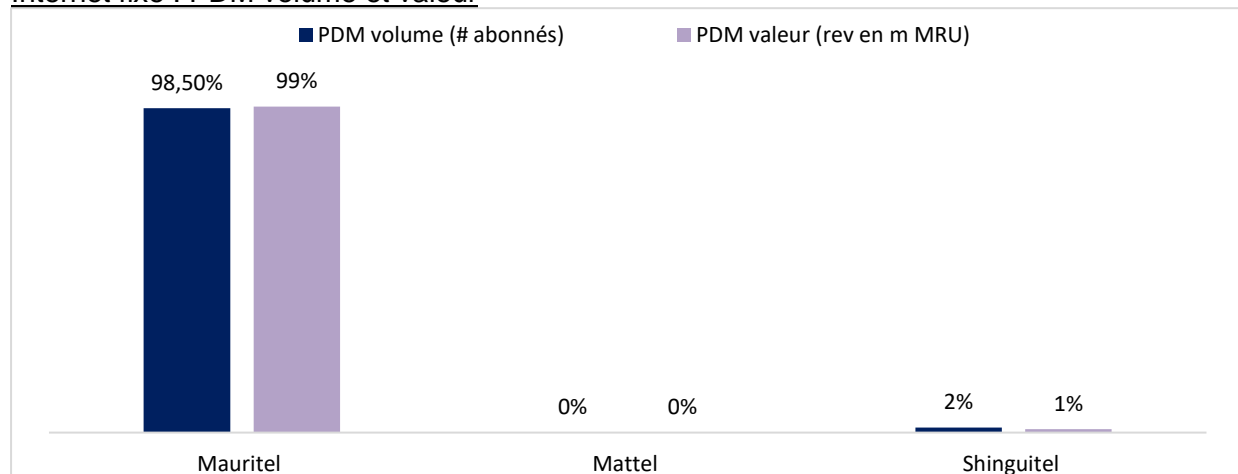
Téléphonie mobile : PDM volume et valeur



Le marché de la téléphonie mobile a connu une relative évolution au profit de MATTEL et au détriment de CHINGUITEL et MAURITEL au cours de la période 2016-2019. MATTEL a ainsi pu faire croître son parc d'abonnés de l'ordre de 12%, contre respectivement 4% et 6% pour MAURITEL et CHINGUITEL; ce qui a résulté dans une amélioration de sa PDM volume qui est

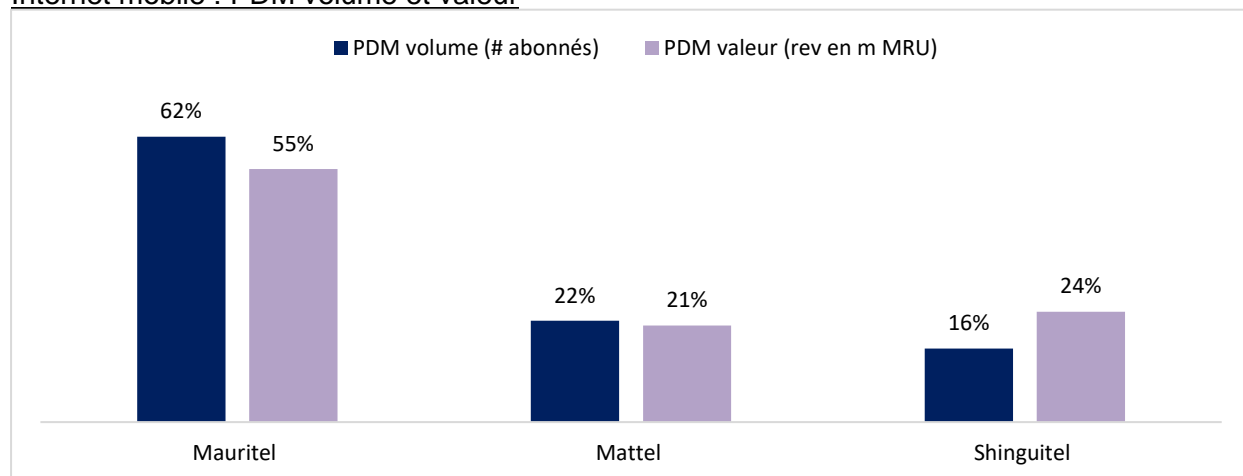
passé de ~10% à 21%. Sur les revenus, l'évolution est moins conséquente ; MATTEL a réussi à faire passer sa PDM valeur de 17% à 22%. Sur la même période 2016-2019, MAURITEL et CHINGUITEL ont vu leur PDM valeur diminuer de 64% à 60% et de 19% à 18%.

Internet fixe : PDM volume et valeur



Le marché internet fixe connaît une grande stabilité en termes de part de marché depuis 2016 ; MAURITEL demeurant en situation de quasi-monopole jusqu'à aujourd'hui. CHINGUITEL a tenté d'attaquer ce monopole en proposant des services d'internet fixe en dégroupage ADSL ou basés sur une technologie radio depuis 2018 avec un succès pour l'instant très limité. Les autorisations accordées par l'ARE à de nouveaux FAI en 2020 ont pour objectif de permettre une évolution du contexte. Toutefois aucune donnée ne permet à l'heure actuelle de mesurer le poids des FAI alternatifs dans la fourniture de services d'internet fixe.

Internet mobile : PDM volume et valeur



Le marché de l'internet mobile a lui aussi été caractérisé par une certaine stabilité au cours de la période 2016-2019. Concernant les volumes d'abonnés, MATTEL et CHINGUITEL ont vu leur PDM diminuer respectivement de 25% à 22% et de 17% à 16% ; au profit de MAURITEL qui a vu sa PDM augmenter elle de 58% à 62% sur la même période. Sur le volet des revenus, on constate une évolution analogue avec une baisse de PDM valeur de MATTEL et CHINGUITEL



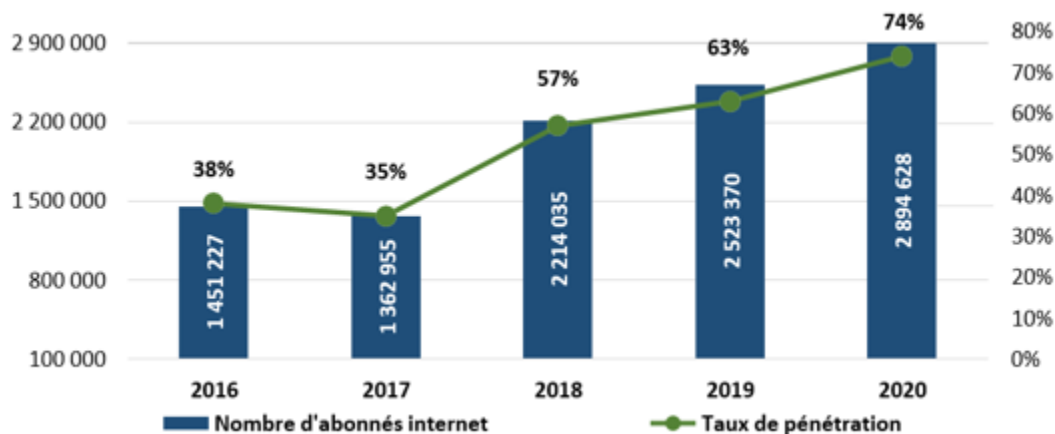
de respectivement 25% à 21% et 33% à 24%. MAURITEL a de son côté réussi à faire passer sa PDM valeur de 43% à 55% en 2019.

ANNEXE 3 – DETAILS SUR LE MARCHÉ DES TELECOMS

Parc d'abonnés Internet fixe et mobile

Le parc internet mauritanien s'élevait en 2020 à 2.894k abonnés internet fixe et mobile. Rapporté à la population cela conduit à un taux de pénétration de l'accès internet de 74%. Sur la période 2016-2020, le parc internet mauritanien a augmenté de près d'1,5M d'utilisateurs, générant un rythme annuel de croissance de 19,5%. A l'instar de la téléphonie, l'extrême majorité du parc internet est constitué d'abonnés mobiles. Le parc d'abonnés internet fixe se limite à 18,5k abonnés (98,5% ADSL, marginalement RTC/CDMA, LS) pour un taux de pénétration de 0,5%.

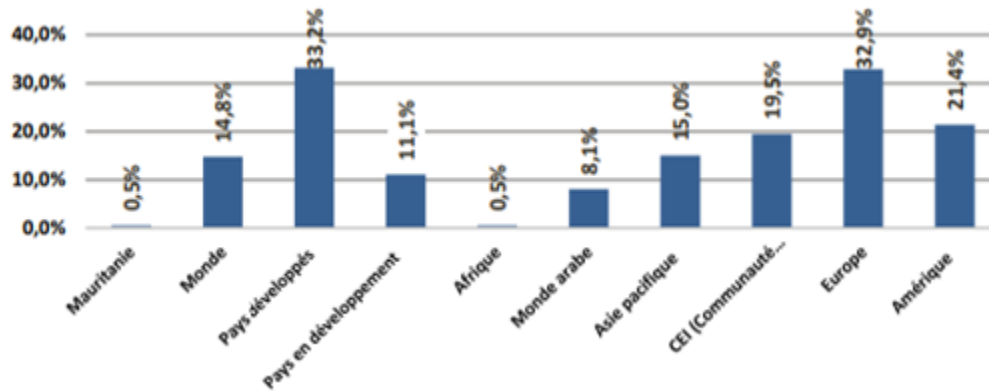
Sur la période 2016-2020, le parc d'abonnés internet fixe a cru à un rythme conséquent de l'ordre de 13,5% par an, reflétant les efforts commerciaux de l'opérateur historique MAURITEL sur ce segment. Toutefois, la croissance du parc internet fixe reste en deçà du parc internet mobile qui a augmenté de 17% / an sur la même période avec une base d'abonnés bien plus conséquente.



Parc d'abonnés Internet fixe et mobile (2016-2020, en #), Observatoire ARE 2020

Taux de pénétration de l'internet fixe

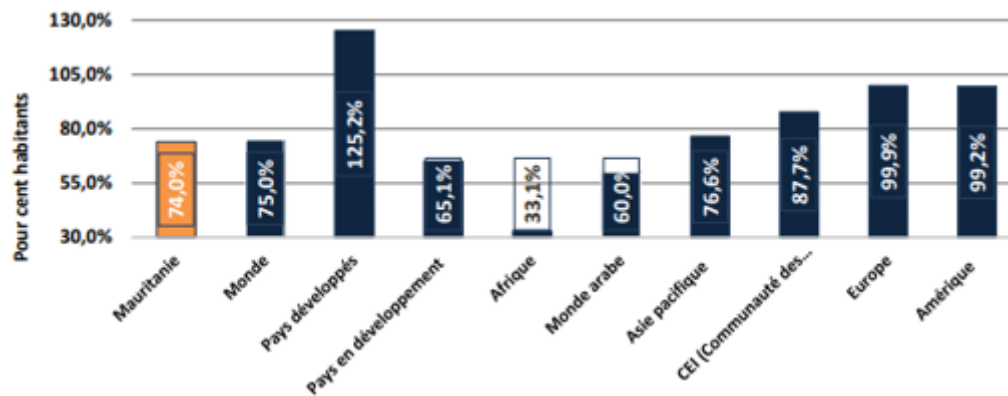
Bien que le taux de pénétration de l'internet fixe ait connu une légère hausse de 0,3% à 0,5% entre 2019 et 2020 se traduisant par une hausse du parc d'abonnés de près de 10k, celui-ci reste très en deçà des taux de pénétration constatés à l'échelle mondiale (~15%) et en moyenne dans les pays en développement (11,1%). Cependant, la faible pénétration mauritanienne est conforme à la moyenne Africaine qui est, elle aussi, de 0,5% de la population.



Benchmark du taux de pénétration de l'internet fixe (en %), Observatoire ARE 2020

Taux de pénétration de l'internet mobile

Contrairement au marché de l'Internet fixe, la pénétration de l'Internet mobile en Mauritanie est comparable à la moyenne mondiale (~75%), supérieure à la moyenne des pays en développement (65%) et très supérieure à la moyenne africaine (11%).

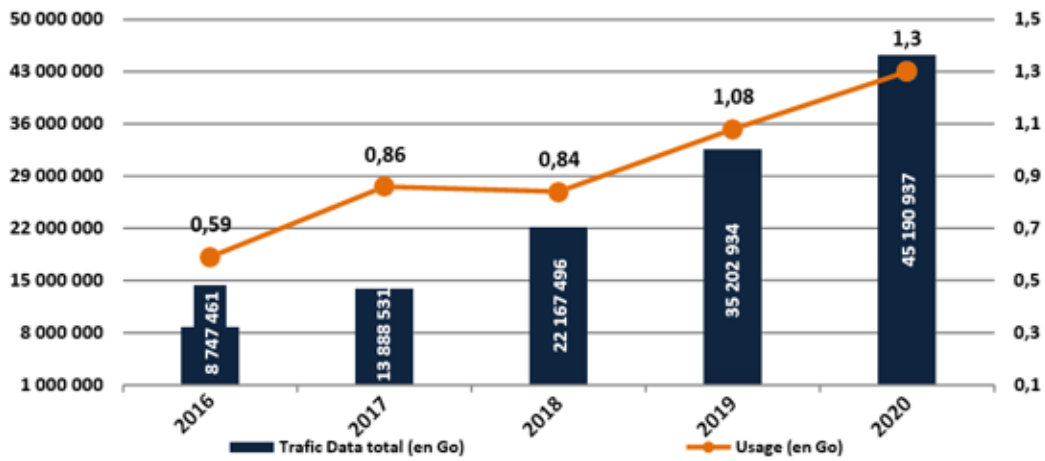


Benchmark du taux de pénétration de l'internet mobile (en %), Observatoire ARE 2020

Consommation totale de données et consommation mensuelle par abonné

L'usage Internet global en Mauritanie s'est élevé à 45M de Go en 2020, en forte progression entre 2019 et 2020 (+39%). De manière générale, sur la période 2016-2020, le volume de données consommé a cru à un rythme annuel de 51%. En 2020, la consommation moyenne d'un abonné Internet s'élevait à 1,3Go par mois, en hausse de 20% par rapport à 2019. Sur la période 2016-2020, le taux de croissance annuel moyen de la consommation par abonné s'élève à 22% / an suggérant une certaine soutenabilité de cette tendance.

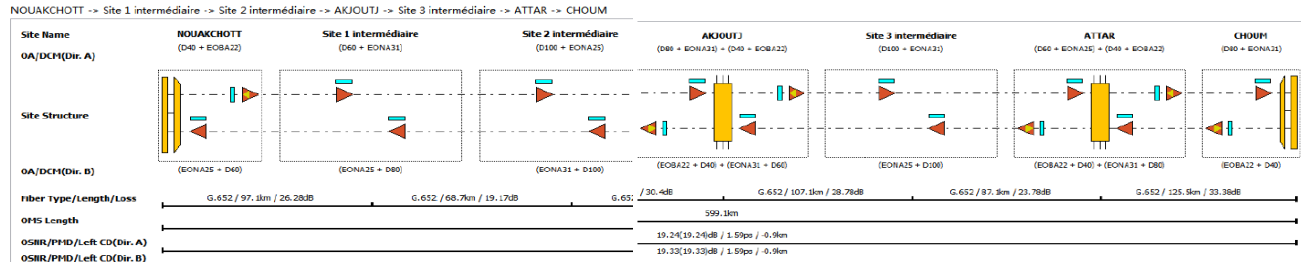
Les projections de la GSMA prévoient une hausse potentielle de cette consommation par abonné qui pourrait s'élever jusqu'à 8,5 Go/mois/abonné en 2024 du fait de la massification de la 4G. En termes de comparaison, en 2020 la consommation moyenne par abonné en France s'élève à 10,5Go/mois/abonnés, suggérant que les niveaux envisagés par la GSMA sont crédibles.



Consommation de données mobile (2016-2020, en Go), Observatoire ARE 2020

ANNEXE 4 – ATTÉNUATIONS DES SECTIONS DE FIBRE DE WARCIP

Section Nord (axe N°4) : Nouakchott-Atar-Choum



IMT (dBm)		Relay 1 (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx (EOBA22)	9,81	Rx (EONA31)	-10,59	20,4	26,28
Rx(EONA31)	-13,27	Tx (EONA25)	12,11	25,38	26,28

Relay 1 (dBm)		Relay 2 (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EONA31)	9,75	Rx(EONA25)	10,96	20,71	19,17
Rx(EONA25)	-9,61	Tx(EOBA22)	10,66	20,27	19,17

Relay 2 (dBm)		Akjout (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EOBA22)	9,79	Rx(EONA31)	14,86	24,65	30,4
Rx(EONA31)	-14,94	Tx(EOBA22)	8,81	23,75	30,4

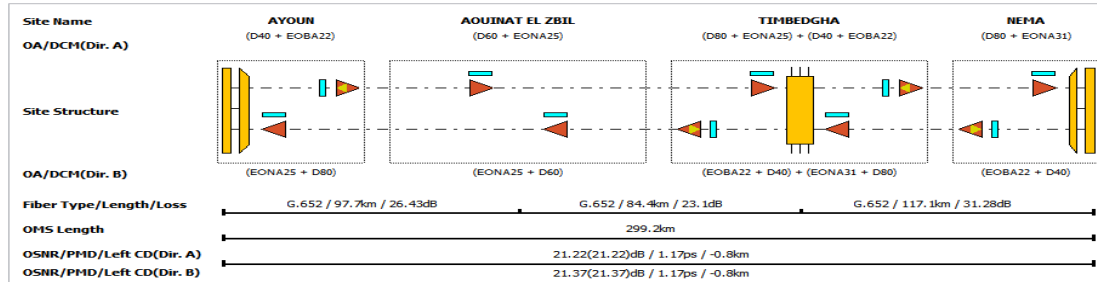
Akjout (dBm)		Relay 3 (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EOBA22)	10,05	Rx(EONA31)	14,64	24,69	28,78
Rx(EONA31)	-17,18	Tx(EOBA22)	8,65	25,83	28,78

Relay 3 (dBm)		Attar (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EOBA22)	10,31	Rx(EONA31)	10,28	20,59	23,78
Rx(EONA31)	-11,53	Tx(EOBA22)	8,63	20,16	23,78

Attar (dBm)		Choum (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EOBA22)	10,13	Rx(EONA31)	14,44	24,57	33,38
Rx(EONA31)	-17	Tx(EOBA22)	7,49	24,49	33,38

Section Est (axe N°3) : Aïoun-Nema

AYOUN -> AOUIAT EL ZBIL -> TIMBEDGHA -> NEMA



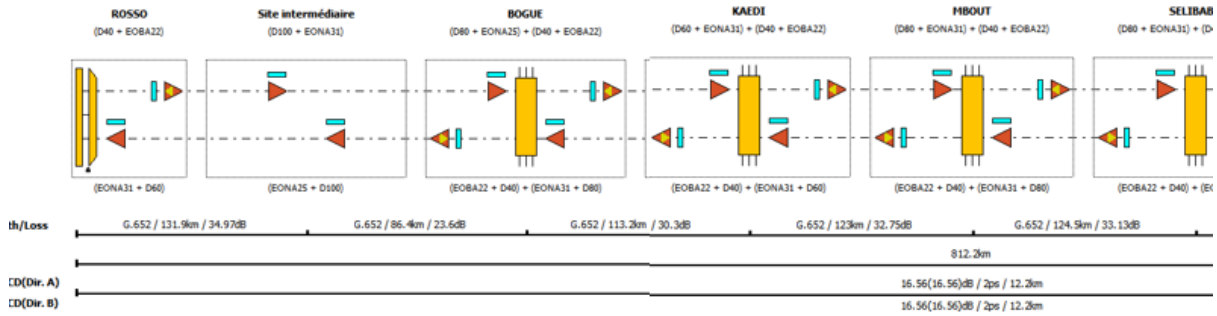
AÏOUN (dBm)		Aouinat El Zbil (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx (EOBA22)	9,78	Rx (EONA25)	-10,52	20,30	26,43
Rx(EONA25)	-10,63	Tx (EONA25)	10,09	20,72	26,43

Aouinat El Zbil(dBm)		TIMBEDGHA (dBm)		SpanLoss (dB)	Design
Tx(EONA25)	10,04	Rx(EONA25)	-10,46	20,50	23,1
Rx(EONA25)	-9,63	Tx(EOBA22)	10,03	19,66	23,1

TIMBEDGHA (dBm)		NEMA (dBm)		SpanLoss	Design
Tx(EOBA22)	9,98	Rx(EONA31)	-14,2	24,18	31,28
Rx(EONA31)	-14,45	Tx(EOBA22)	10,08	24,53	31,28

Section Sud (axe N°1 et axe N°2) : Rosso-Kiffa

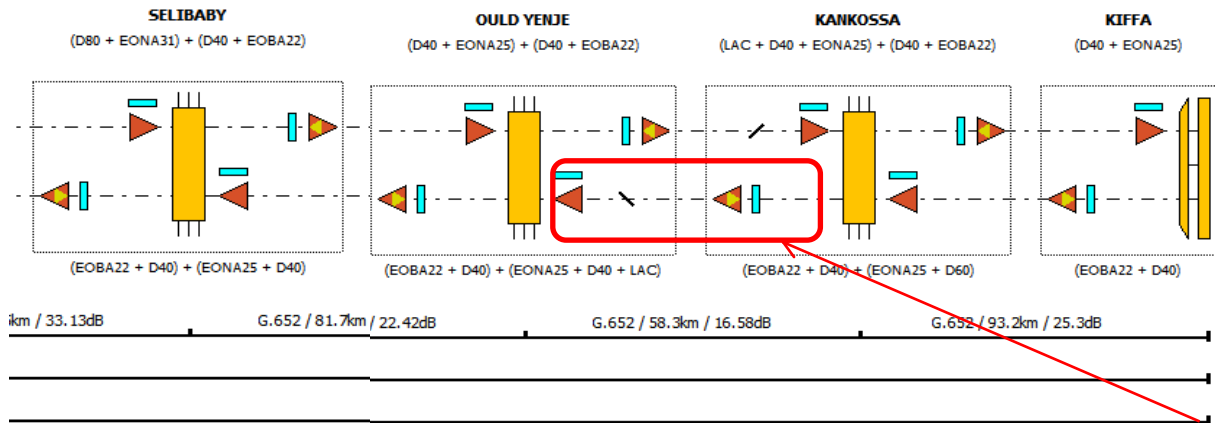
intermédiaire -> BOGUE -> KAEDI -> MBOUIT -> SELIBABY -> OULD YENJE -> KANKOSSA -> KIFFA



Bogue (dBm)		Kaédi (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	12,52	Rx (EONA25)	-11,88	24,4	30,3
Rx(EONA31)	-11,53	Tx (EOBA22)	12,55	24,08	30,3

Kaédi (dBm)		Mbout (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	11,95	Rx (EONA25)	-13,61	25,56	32,75
Rx(EONA31)	-13,23	Tx (EOBA22)	11,77	25	32,75

Mbout (dBm)		Selibabi (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	11,87	Rx (EONA25)	-13,94	25,81	33,13
Rx(EONA31)	-16,62	Tx (EOBA22)	8,98	25,6	33,13



Suppression des DCM

Selibabi (dBm)		OuldYenje (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	10,73	Rx (EONA25)	-7,33	18,06	22,42
Rx(EONA25)	-8,54	Tx (EOBA22)	10,62	19,16	22,42

OuldYenje (dBm)		Kankoussa (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	11,99	Rx(EONA25)	-8,09	11,48	16,58



Rx(EONA25)	-9,36	Tx(EOBA22)	11,79	13,95	16,58
------------	-------	------------	-------	-------	-------

Kankoussa (dBm)		Kiffa (dBm)		SpanLoss (dB)	Design (dB)
Tx (EOBA22)	11,73	Rx(EONA25)	-8,33	20,06	25,3
Rx(EONA25)	-8,54	Tx(EOBA22)	11,62	20,16	25,3

ANNEXE 5 – TABLEAU LISTANT LES ÉQUIPEMENTS PASSIFS DE WARCIP

LINK 1 (Rosso-Selibaby)	QUANTITES	LINK 2 (Selibaby-Kiffa)	QUANTITES
Dalette de protection en béton	3,333	Dalette de protection en béton	1,5
Chambre L3TV avec cadre et trappes	165	Chambre L3TV avec cadre et trappes	50
Tube acier diam 100mm	454	Tube acier diam 100mm	704
Chambre enterrée avec couvercle béton	171	Chambre enterrée avec couvercle béton	63
Câble 48 FO G652 D armé	594	Câble 48 FO G652 D non armé	106
Câble 12 FO G652 D armé	22	Câble 48 FO G652 D armé	480
Boîte d'épissure 48 FO complète+ Fixation	113	Câble 12 FO G652 D armé	24
PEHD tube - cp40/33mm(repère verte)	30	Boîte d'épissure 48 FO complète+ Fixation	104
Boîte d'épissure 72 FO complète+ Fixation	44	PEHD tube - cp40/33mm(repère verte)	34
PEHD tube 40/33mm	30	Câble 12 FO G652 D non armé	12
PEHD connecteur de tube 40/33mm	64	Boîte d'épissure 72 FO complète+ Fixation	40
PEHD bouchon de tube 40/33mm	128	PEHD tube 40/33mm	137
Câble bouchon de PEHD tube 40/33mm	128	PEHD connecteur de tube 40/33mm	186
Câble de fibre optique auxiliaire	609	PEHD bouchon de tube 40/33mm	372
Conduite de PVC de traversée dim 110mm	2	Câble bouchon de PEHD tube 40/33mm	372
Repère	414	Câble de fibre optique auxiliaire	599
		Boîte d'épissure 12 FO complète+ Fixation	2
		Conduite de PVC de traversée dim 110mm	930
		Repère	261
LINK 3 (Ayoun-Nema)	QUANTITES	LINK 4 (Nouakchott-Choum)	QUANTITES
Dalette de protection en béton	1,833	Chambre L3TV avec cadre et trappes	141
Chambre L3TV avec cadre et trappes	53	Tube acier diam 100mm	254
Tube acier diam 100mm	107	Chambre enterrée avec couvercle béton	179
Chambre enterrée avec couvercle béton	93	Câble 48 FO G652 D armé	299
Câble 48 FO G652 D armé	228	Câble 12 FO G652 D armé	8
Câble de fibre optique auxiliaire	237	Câble de fibre optique auxiliaire	304
Boîte d'épissure 48 FO complète+ Fixation	40	Boîte d'épissure 48 FO complète+ Fixation	52
PEHD tube - cp40/33mm(repère verte)	11	PEHD tube - cp40/33mm(repère verte)	11
Boîte d'épissure 72 FO complète+ Fixation	12	Boîte d'épissure 72 FO complète+ Fixation	24
PEHD tube 40/33mm	11	PEHD tube 40/33mm	11
PEHD connecteur de tube 40/33mm	24	PEHD connecteur de tube 40/33mm	25
PEHD bouchon de tube 40/33mm	48	PEHD bouchon de tube 40/33mm	50
Câble bouchon de PEHD tube 40/33mm	48	Câble bouchon de PEHD tube 40/33mm	50
Repère	168	Repère	376
LINK 5 (Boucle locale Nouakchott)	QUANTITES		
Chambre L3TV avec cadre et trappes	196		
Tube acier diam 100mm	208		
Boîte d'épissure 48 FO complète+ Fixation	4		
PEHD tube - cp40/33mm(repère bleue)	20		
PEHD - cp40/33mm	20		
PEHD tube - cp40/33mm(repère verte)	41		
Boîte d'épissure 196 FO complète+ Fixation	28		
PEHD tube 40/33mm	41		
PEHD connecteur de tube 40/33mm	130		
PEHD bouchon de tube 40/33mm	260		
Câble bouchon de PEHD tube 40/33mm	260		
Câble 144 FO G652 D non armé	20		
Câble 12 FO G652 D non armé	22		
Câble de fibre optique auxiliaire	40		
Repère	216		