



**REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE
MAURITANIE**

Honneur-Fraternité-Justice

**Ministère de la Transformation Numérique, de
l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration**

**Projet Régional d'Intégration Numérique en Afrique de l'Ouest
(WARDIP-MAURITANIE)**



Projet de Réseau National de Recherche et d'Enseignement (NREN)

**Études de faisabilité et techniques pour la mise en place d'un
Réseau National d'Éducation et de Recherche (NREN) en
Mauritanie, la dissémination de ses capacités, son raccordement au
réseau régional WACREN, et le développement de ses usages.**

Rapport phase 2 :

Etat des lieux et analyse des écarts de connectivité



Février 2024

Table des matières

Glossaire.....	4
1 Introduction.....	5
2 Infrastructures de télécommunication de la Mauritanie.....	9
2.1 La réglementation.....	9
2.2 Les Opérateurs	9
2.3 Les infrastructures.....	10
2.3.1 Bande passante Internet internationale et les backbones	10
2.3.2 Réseaux 2G, 3G et 4G.....	13
2.4 Politique tarifaire.....	15
2.4.1 Services de capacité nationale.....	15
2.4.2 Services de capacité internationale	17
2.5 Le Réseau Intranet de l'Administration (RIAD).....	19
2.6 Le Datacenter Tier 3.....	21
2.7 Centre de Calcul de l'Université de Nouakchott.....	21
3 l'état actuel des infrastructures des réseaux et de connectivité des différents établissements de l'enseignement supérieur.....	23
3.1 Introduction.....	23
3.2 L'état des lieux des infrastructures des réseaux et de connectivité des EES.....	24
3.2.1 Université de Nouakchott (UN) - Nouakchott	24
3.2.2 Groupe polytechnique – Nouakchott	25
3.2.3 Ecole Normale Supérieure (ENS) - Nouakchott	27
3.2.4 Institut Supérieur du Numérique (SupNum) – Nouakchott	28
3.2.5 Institut Supérieur des Etudes et de Recherche Islamique (ISERI) – Nouakchott	28
3.2.6 Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises (ISCAE) – Nouakchott.....	29
3.2.7 ISPLTI – Nouadhibou	30
3.2.8 Académie Navale – Nouadhibou	31
3.2.9 Institut Mauritanien de Recherche en Océanographie et de Pêche (IMROP), Nouadhibou	31
3.2.10 La grande Mahdra Chinguitiya d'Akjoujt - Akjoujt	32
3.2.11 Institut Supérieur d'Enseignement Technologique ISET – Rosso	33
3.2.12 Université des Sciences Islamique Aïoun (USIA) - Aïoun.....	33
3.3 Récapitulatif de l'état de connectivité des établissements de l'enseignement supérieur mauritaniens.....	35
4 Recueil d'expériences, recensement et identification des besoins en infrastructures réseaux pour la mise en œuvre d'un NREN	37
4.1 Le réseau de campus	37

4.1.1	Topologie logique	38
4.1.2	Les caractéristiques des équipements pour supporter convenablement les architectures ci-dessus sont renseignées dans le tableau suivant.	40
4.2	Le réseau national de recherche et éducation.....	42
4.2.1	La topologie logique du NREN.....	43
4.2.2	Les caractéristiques des équipements du réseau national	44
5	Evaluation des moyens d'interconnexion des établissements entre eux et avec le Datacenter ainsi que la mise en place d'un NREN	46
5.1	Préconisations	47
5.1.1	La mise en place d'une entité de coordination nationale pour NREN Mauritanie	47
5.1.2	La mise en place d'un NREN en Mauritanie	48
5.1.3	L'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur (EES) de Nouakchott	48
5.1.4	L'Interconnexion des ESS en dehors de Nouakchott	49
6	Evaluation des défis (politique/réglementation, budget, technologie, compétences, etc.) pour combler ces lacunes infrastructurelles	51
7	Examen des travaux et programmes existants soutenus par les partenaires de développement et gouvernementaux pour la connectivité des établissements d'enseignement supérieur	53
7.1	Le projet du Réseau Intranet Administratif Haut Débit (RIAD).....	53
7.2	AfricaConnect3	53
8	Conclusion	55
9	Références	58
10	Annexes	59
10.1	Université de Nouakchott.....	59
10.2	Groupe Polytechnique.....	60
10.3	Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration d'Entreprises ISCAE.....	61
10.4	Ecole Normale Supérieure	62
10.5	Institut Supérieur du Numérique SupNum.....	63
10.6	Institut Supérieur d'Etude et de Recherche Islamique.....	64
10.7	ISPILTI.....	65
10.8	Académie Navale Nouadhibou	66
10.9	IMROP	67
10.10	ISET Rosso.....	68
10.11	La Grande Mahadra Chinguitiya d'Akjoujt	69
10.12	Université des Sciences Islamiques d'Aïoun	70
	Programme de l'atelier.....	71
	Géolocalisation des établissements d'enseignement supérieur	72

GLOSSAIRE

Sigles	Significations
AAI	Infrastructure d'Authentification et d'Autorisation
ACE	Africa Coast to Europe
BSA	Bouamatou Société Anonyme
CHINGUITEL	Chinguetti Télécommunication, Opérateur Mauritanien
CSS	Computer Sales and Services
EES	Etablissements d'Enseignement Supérieur
FAI	Fournisseur d'accès Internet
FTTH	Fiber to the Home
GB	Gigabyte
Gb/s	Gigabit par seconde
GEANT	Réseau pan-européen de Recherche et d'Éducation
Go	Gigaoctet
HCN	Haut Conseil du Numérique
IMT/GE	International Mauritania Telecom/Groupement d'Intérêt
ITC	Technologie de l'Information et de la Communication
IKASIRA	Exploitant des Infrastructures de Communications OMVS SOGEM
MATEL	Mauritano-Tunisienne des Télécommunications
MAURITEL	Opérateur historique des télécommunications en Mauritanie
Mb/s	Mégabit par seconde
MESRS	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Mo	Méga octet
MTNIMA	Ministère de la Transformation Numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration
NETCOM	Net Communication, Opérateur de télécommunication
ONU	Organisation des Nation Unies
PPA	Parité de pouvoir d'achat
RIAD	Réseau Intranet Administratif haut Débit en fibre optique
RIMATEL	RIM Télécommunication, Opérateur de télécommunication
SCAPP	Stratégie Nationale de Croissance Accélérée et de Prospérité Partagée
SI	Système d'Information
SNIM	Société National Industrielle et Minière
SOGEM	Société de Gestion de l'Energie de Manantali, Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
SOMELEC	Société Mauritanienne d'Électricité
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
WACREN	Réseau de Recherche et d'Éducation pour l'Afrique de l'Ouest et Central
WARDIP	Projet Régional d'Intégration Numérique en Afrique de l'Ouest

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du Projet Régional d'Intégration Numérique en Afrique de l'Ouest (WARDIP), que la Mauritanie a intégré pour promouvoir la mise en œuvre de la stratégie de transformation numérique du Pays qui a adopté comme vision de « Faire du Numérique et de l'Innovation un levier clé de Modernisation de l'Administration, d'Inclusion Sociale et de Renforcement de la Compétitivité », il est prévu : (i) le financement des « études de faisabilité et technique pour la mise en place d'un Réseau National de Recherche et Éducation (NREN), (ii) la dissémination de ses capacités, (iii) son raccordement au réseau régional (WACREN) et (iv) le développement de ses usages ».

Ces études comprennent neuf (9) phases. Le présent rapport, objet de la deuxième phase, porte sur « **l'état des lieux et l'analyse des écarts de connectivité** ». Il s'agit d'établir un diagnostic de l'état actuel des infrastructures de connectivité des différents établissements de l'enseignement supérieur, afin de recueillir leur retour d'expérience et procéder au recensement et à l'identification des besoins en infrastructures réseaux pour la mise en œuvre d'un réseau national de recherche et éducation NREN.

Ce rapport de la phase 2, dont la durée est de huit (8) semaines, a été élaboré dans un cadre inclusif et d'éthique, en quatre (4) étapes : (i) planification, (ii) terrain, (iii) atelier et (iv) analyse des informations obtenues et rédaction.

- L'étape de planification, d'une durée de trois (3) semaines, vise à identifier les établissements, élaborer le questionnaire et recueillir la documentation.
- L'étape de terrain, est celle de l'organisation d'entretiens avec le MTNIMA et le MESRS, pendant deux (2) semaines, pour valider le questionnaire, planifier les missions et organiser l'atelier.
- L'étape relative à l'organisation de l'atelier, d'une durée d'une (1) semaine, est consacrée à des visites des sites cibles.
- L'étape analyse et rédaction, d'une durée de deux (2) semaines, est consacrée à : (i) l'analyse des informations obtenues à partir des questionnaires, de l'atelier et des visites, (ii) l'identification des lacunes, (iii) l'évaluation des moyens d'interconnexion et (iv) la rédaction du rapport.

Dans cette deuxième phase, les constats visuels contribuent à fonder l'état des lieux sur la réalité concrète. Ces constats visuels sont importants pour réaliser les analyses et formuler des recommandations de renforcement des connectivités de chaque site.

Le système d'enseignement supérieur mauritanien compte de nos jours vingt-deux (22) établissements dans six (6) capitales de wilaya (Nouakchott, Nouadhibou, Zouerate, Akjoujt, Rosso, Aleg et Aioun) dont huit (8) établissements publics sous tutelle directe du MESRS, six (6) établissements publics sous cotutelle du MESRS et d'autres ministères et huit (8) établissements privés.

Il compte aussi cinq (5) projets : 2^{ème} Université à Nouakchott, une École de Médecine Vétérinaire à Nema, une École Supérieure d'Agronomie à Kaédi, un Institut supérieur des sciences de l'éducation à Tidjikdja et un Institut supérieur de management à kiffa.

Tableau 1 : Établissements d'Enseignement Supérieur, Mauritanie

N°	Etablissements	Domaines/Formations	Tutelle	Lieu
1	UN : Université de Nouakchott	5 établissements : la Faculté des Sciences et Techniques, la Faculté de Médecine, la Faculté des Sciences Juridiques et Economiques, la Faculté des Lettres et Sciences Humaines et l'Institut Universitaire Professionnel. Elle délivre des Licences générales et professionnelles, de Diplômes d'Université, des Masters de recherche et professionnels, des Doctorats et des Habilitations à Diriger la Recherche ainsi que l'Agrégation de Médecine	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	NOUAKCHOTT
2	ENS : Ecole Normale Supérieure	Formation des professeurs de collège, de lycée et des inspecteurs de l'enseignement secondaire	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	
3	ISCAE : Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises de Nouakchott	Compte 8 filières en cycle de licence et deux masters, regroupés au sein de deux départements, « Management, Economie et Droit » et « Méthodes Quantitatives et Informatiques ».	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	
4	ISN : Institut Supérieur du Numérique de Nouakchott	Offre des formations de licence dans le domaine du Numérique	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	
5	EHEC : Ecole des Hautes Etudes Commerciales de Nouakchott devenu Nouakchott Business Scholl	Grande Ecole de Commerce créée en 2022 qui devrait démarrer à la rentrée 2023-2024	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	
6	GP : Groupe Polytechnique Site de Nouakchott	Regroupe l'Institut préparatoire aux grandes écoles d'ingénieur, l'Ecole supérieure polytechnique qui délivre des diplômes d'Ingénieur et quatre instituts délivrant des licences professionnelles, l'Institut Supérieur des Métiers de la Statistique et l'Institut Supérieur des Métiers de l'Energie	Cotutelle : Ministère de la Défense Nationale	
7	ISERI : Institut Supérieur des Etudes et Recherches Islamique de Nouakchott	Créé pour former des juges en droit islamique et des enseignants et qui offre des formations de licence et de master	Cotutelle : Ministère Chargé de l'Enseignement Originel	
8	ISA : Institut Supérieur d'Anglais de Nouakchott	Le programme d'enseignement de l'Institut comprend, en plus d'une licence, des sessions de perfectionnement en anglais pour les besoins des militaires mais aussi des formations continues pour les fonctionnaires des secteurs public et privé.	Cotutelle : ministère de la Défense Nationale	
9	ENSS : Ecole Nationale des Sciences de la Santé	Délivre des licences en sciences de la santé	Cotutelle : ministère de la Santé	

10	Institut Supérieur de la Jeunesse et des Sport	Délivre des licences dans le domaine des sports	Cotutelle : ministère chargé de la jeunesse et des sports	
11	ISPLTI : Institut Supérieur Professionnel de Langues, de Traduction et d'Interprétariat de Nouadhibou)	Offre actuellement une licence professionnelle bilingue en langues, avec trois combinaisons linguistiques possibles et a, en projet, un master professionnel avec trois déclinaisons (interprétariat, traduction et langues).	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	NOUADHIBOU
12	AN : Académie Navale Nouadhibou	Comprend deux établissements sous cotutelle du ministère de la Défense Nationale et du ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique : l'Ecole Supérieure des Officiers et l'Institut Supérieur des Sciences de la Mer (ISSM). L'ISSM offre une licence en Sciences halieutiques et Industries de Pêche	Cotutelle : ministère de la Défense Nationale	
13	IMROP : Institut Mauritanien de Recherche Océanographique et des Pêches	Programme de recherche : - écosystèmes aquatiques et usages ; - ressources halieutiques et environnement ; - systèmes d'exploitation et aménagement des pêcheries. 1 Centre de Recherche	Tutelle : Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime	
14	ISSET : Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique de Rosso	Formations dans le domaine agro-sylvo-pastoral. Il offre cinq licences : Production et santé animales, Science et technologie des aliments, Production et protection des végétaux, Génie rural, Génie électromécanique	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	ROSSO
15	Université El Mahdara Chinguitya Al Koubra Akjoujt	C'est une université pour l'enseignement des sciences de la charia et de la langue Arabe qui délivre des licences	Cotutelle : Ministère Chargé de l'Enseignement Originel	AKJOUJT
16	GP : Groupe Polytechnique Site de Zouerate	Institut Supérieur des Métiers de la Mine de Zouerate	Cotutelle : ministère de la Défense	ZOUERATE
17	GP : Groupe Polytechnique Site de d'Aleg	Institut Supérieur des Métiers du Bâtiment, des Travaux Publics et de l'Urbanisme à Aleg	Cotutelle : ministère de la Défense	ALEG
18	USIA : Université des Sciences Islamiques d'Aïoun	Compte 3 facultés : la faculté de droit islamique (charia), la faculté de langue arabe et de sciences humaines et la faculté Oussoul Eddin et Figh et délivre des Licences générales et professionnelles et des Masters de recherche et professionnels	Cotutelle : Ministère Chargé de l'Enseignement Originel	AÏOUN

Ces institutions seront interconnectées avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, au Centre de Calcul de l'Université et au Datacenter Tier 3 de l'Administration.

L'accès au Data Center et au Centre de Calcul de l'Université de Nouakchott permettra aux étudiants et chercheurs de différentes établissements d'enseignement supérieur d'accéder à de ressources puissantes de calcul scientifique et de simulation et à de grandes capacités de stockage et d'hébergement de données et d'applications dans un environnement sécurisé et fiable.

Le rapport présente dans un premier temps la réglementation, les opérateurs, les infrastructures de bande passante Internet internationale et les backbones, les réseaux 2G, 3G et 4G existants, le réseau de l'administration RIAD, le centre de calcul de l'Université et le Data Centre Tier 3.

Ensuite, un diagnostic de l'état actuel des infrastructures de connectivité des différents établissements de l'enseignement supérieur, un recueil d'expérience et une identification des besoins en infrastructures réseaux pour la mise en œuvre NREN, sont élaborés.

Dans l'avant dernière partie, le document donne une évaluation des moyens d'interconnexion de ces établissements entre eux et avec le Datacenter ainsi que la mise en place d'un NREN avec une évaluation des défis (politique/réglementation, budget, technologie, compétences, etc.) pour combler les lacunes infrastructurelles identifiées.

Enfin, quelques recommandations relatives à l'interconnexion, sont proposées.

2 INFRASTRUCTURES DE TELECOMMUNICATION DE LA MAURITANIE

2.1 La réglementation

Le gouvernement a créé une institution, l'Autorité de Régulation, qui est chargée de la régulation des activités exercées sur le territoire de la République Islamique de Mauritanie, dans le secteur des télécommunications. Elle a pour missions de prendre les mesures nécessaires pour : I) Veiller au respect des dispositions des textes législatifs et réglementaires régissant les secteurs relevant de son domaine de compétence dans des conditions objectives, transparentes et non discriminatoires. II) Assurer la continuité du service et protéger l'intérêt général. III) Protéger les intérêts des utilisateurs et des opérateurs en prenant toute mesure propre à garantir l'exercice d'une concurrence effective, saine et loyale dans le secteur concerné et dans le cadre des dispositions législatives et réglementaires en vigueur. IV) Promouvoir le développement efficace du secteur conformément aux objectifs du Gouvernement, en veillant notamment à l'équilibre économique et financier et à la préservation des conditions économiques nécessaires à sa viabilité. V) Mettre en œuvre les mécanismes de consultation des utilisateurs et des opérateurs prévus par les lois et règlements. VI) Accorder les autorisations prévues dans les secteurs concernés et mettre en œuvre les procédures d'attribution des autorisations, licences et concessions dans des conditions de transparence et de concurrence complètes. VII) Contrôler le respect par les intervenants des obligations qui leur incombent dans le cadre des licences, autorisations et concessions. VIII) Suivre le respect des conditions d'exercice de la concurrence dans tous les secteurs de l'économie. (<https://app.gen5.digital/tracker/country-cards/Mauritania>).

Les textes de référence en matière de télécommunication sont la :

- Loi 2022-014 modifiant et complétant certaines dispositions de la loi n° 2013-025
- Loi 2013-025 portant sur les communications électroniques.
- Loi 2001-18 portant sur l'Autorité de Régulation.
- Loi 99-019 portant sur les Télécommunications.

Le Ministre en coordination avec l'Autorité de Régulation, définit la politique de développement du secteur des communications électroniques, notamment la stratégie d'accès universel aux services.

Il assure la préparation des textes législatifs et réglementaires, délivre, suspend et retire les licences individuelles sur proposition de l'Autorité de Régulation dans les conditions fixées par les dispositions de la présente Loi.

Il assure, en liaison avec l'Autorité de Régulation, la représentation de la Mauritanie auprès des organisations intergouvernementales à caractère international ou régional spécialisées dans les questions relatives aux communications électroniques et favorise la coopération internationale, régionale et sous régionale. Il assure aussi, la préparation et la négociation des conventions et accords internationaux en matière de des communications électroniques et met en œuvre, les accords, conventions et traités internationaux relatifs aux des communications électroniques auxquels la Mauritanie est partie.

2.2 Les Opérateurs

Le marché mauritanien est constitué d'un opérateur fournissant (IMT) des capacités internationales, de trois opérateurs mobiles, de six fournisseurs d'accès à Internet et de quatre opérateurs fournissant des services de gros de capacités nationales.

- Le GIE-IMT est la seule entité en Mauritanie détentrice des capacités internationales sur le câble ACE, il dispose aussi de capacité de fourniture de services de gros de capacités nationales. Le GIE-IMT est un groupement d'intérêt économique regroupant l'Etat mauritanien, à travers Mauripost, les trois opérateurs mobiles Mauritel, Mattel et Chinguitel et un actionnaire privé, le groupe BSA. Ceci est un monopole de fait et non pas juridique. En effet, toute entité désireuse de fournir des capacités internationales peut le faire après avoir demandé et obtenu auprès du régulateur, une « Autorisation » sous le régime d'autorisations générales de la loi sur les communications électroniques.
- Mauritel, Mattel, Chinguitel disposent tous de licences 2G, 3G et 4G assorties d'autorisations générales pour la fourniture de services fixes et d'infrastructures. Mais pour l'instant, MAURITEL, l'opérateur historique, est le seul à offrir les services de téléphonie fixe pour ce qui est de la voix, mais ce service est en intinction. La fourniture de services internet fixe est assurée à la fois par les opérateurs télécoms comme aussi par les FAI.
- Conecty, CSS, Netcom, Patrinet, Rimatel, Sahel Telecom, disposent d'autorisations générales leur permettant de fournir des services fixes (y compris internet) et nomades au grand public, utilisant des infrastructures filaires telles que la fibre optique ou radio (boucle locale radio).
- La SNIM, la SOMELEC et l'IKASIRA disposent aussi d'autorisations générales pour la fourniture de services de gros de capacités nationales.

2.3 Les infrastructures

2.3.1 Bande passante Internet internationale et les backbones

En 2023, la Mauritanie compte 5 000 km de backbone et prévoit l'étendre à plus 8 000 km en 2025.

La bande passante Internet internationale installée est importante (1 400 Gb/s en 2022) et permettrait d'absorber le trafic mauritanien et le trafic de transit sur plusieurs années. Selon l'IMT, dont 183 Gb/s, soit 13% de la capacité installée sont utilisés (via ACE). Cependant pour une question primordiale de sécurisation, la Mauritanie a décidé de mettre en place un second câble sous-marin, pour la redondance, qui devrait cependant n'être opérationnelle que d'ici 2025.

Les backbones sont exploités par les opérateurs appartiennent à MAURITEL, GIE-IMT, RIMATEL, la SNIM, la SOMELEC et la SOGEM. Hormis le réseau de la SOGEM, qui ne dispose que de 12 fibres, ces backbones contiennent au moins 24 ou 48 fibres, ce qui permet d'envisager non seulement des capacités virtuellement sans limite mais également la commercialisation de fibres noires auprès d'opérateurs nationaux ou étrangers. Sur le backbone, le nombre de fibres utilisées reste limité vu qu'il s'agit de fournir des services de transport seulement. Il varie en général entre 10% et 20%. Cela se fait sous le régime de l'autorisation générale, qui est accessible sous réserve des critères fixés par le Régulateur. Il n'est pas nécessaire d'obtenir une licence.

MAURITEL reste l'utilisateur principal du câble ACE avec plus de 50% de parts de marché, et parmi les FAI, RIMATEL constitue l'utilisateur le plus important avec une capacité activée de

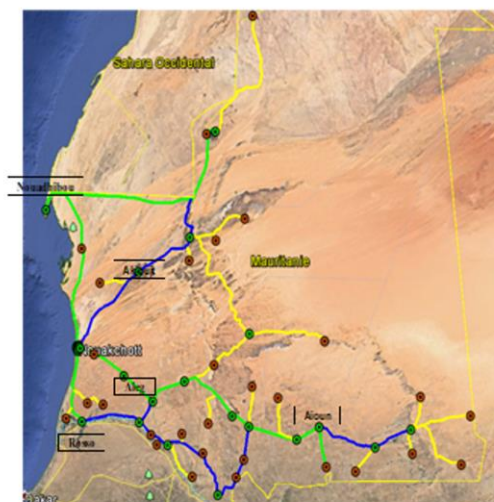
Tableau 2 : Liste des axes des backbones optiques

Liaison	Opérateur	Nombre de fibres	Capacité installée	Capacité utilisée
Nouakchott – Nouadhibou	Mauritel	24	NA	NA
Nouakchott – Aïoun – Koubeni – Gougui	Mauritel	24	NA	NA
Nouadhibou – Frontière Nord	Mauritel	NA	NA	NA
Nouakchott – Choum	SDIN	48	40 Gb/s	9 Gb/s
Rosso – Kiffa	SDIN	48	40 Gb/s	21 Gb/s
Aïoun – Néma	SDIN	48	40 Gb/s	4 Gb/s
Nouakchott – Nouadhibou	Rimatel	48	100 Gb/s	8 Gb/s
Nouakchott – Rosso	Rimatel	48	40 Gb/s	3 Gb/s
Nouakchott – Kiffa	Rimatel	48	80 Gb/s	5 Gb/s
Nouadhibou – Choum	SNIM	72	180 Gb/s	40 Gb/s
Choum – Zouerate	SNIM	72	180 Gb/s	40 Gb/s
Nouakchott – Nouadhibou	SOMELEC	48	0,6 Gb/s	0,15 Gb/s
Nouakchott – Zouerate	SOMELEC	48	0,6 Gb/s	0,15 Gb/s
Nouakchott – Tobène (Sénégal)	SOMELEC	48	0,6 Gb/s	0,15 Gb/s
Aleg / Boghé	SOMELEC	24	0,6 Gb/s	0,15 Gb/s
Mbout / Selibali	SOMELEC	48	0,6 Gb/s	0,15 Gb/s
Nouakchott - Sénégal	IKASIRA	6		

Source : *WARDIPWARDIP*

Figure 3 : Liste des infrastructures optiques existantes, en construction ou en projet, 2022

Extension du réseau à construire (en jaune), existant (en vert) et réseau WARCIP en cours (en bleu)
2021



Source : WARDIP

Pour ce qui est des interconnexions régionales terrestres, on note vers :

- Le Sénégal, un seul câble de la SOGEM, dont l'utilisation est limitée du fait de son exploitation privée et du nombre de fibres disponibles. L'arrivée d'un nouveau câble de RIMATEL à Rosso pourrait constituer une solution alternative à condition de connecter ce câble au Sénégal.
- Le Mali, c'est le câble MAURITEL. Le câble SDIN et les nouveaux axes dans le cadre du projet WARDIP peuvent constituer une alternative via le prolongement vers la frontière malienne.
- Le Maroc, un seul câble appartenant au groupe Maroc Telecom / Mauritel. Ce projet interconnexion n'est pas encore opérationnelle.

2.3.2 Réseaux 2G, 3G et 4G

Nous présentons brièvement les services mobiles parce qu'ils sont utilisés par certains EES à l'intérieur du pays à cause des problèmes d'éloignement du réseau de fibre optique en attendant l'application des solutions proposées dans la conclusion.

La couverture géographique du réseau 2G et des réseaux 3G et 4G qui permettent la fourniture de services à haut débit représente environ 62% de la population, ce qui place la Mauritanie dans le bas d'une fourchette régionale.

En terme de couverture de la population, les données de 2022, estiment que 37% de la population sont sans couverture haut débit (3G et 4G) et 47% de la population sont sans couverture 4G.

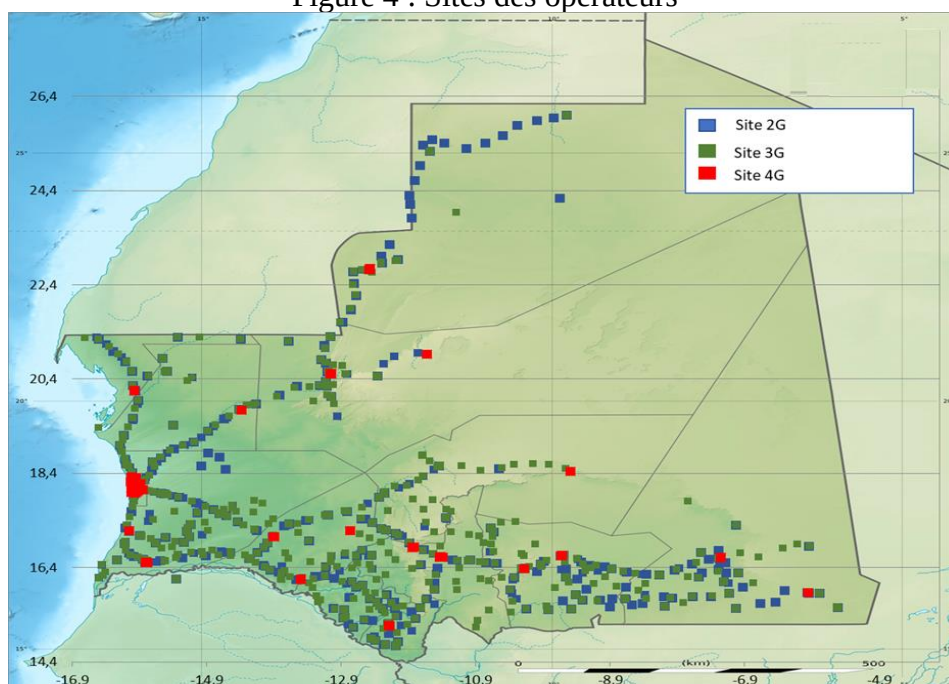
En fin 2022, la Mauritanie disposait d'un parc de 5,6 millions abonnements ce qui représente un taux de pénétration de la téléphonie mobile de 128% qui est à un niveau parmi les plus hauts par rapport aux autres pays de la région.

En 2022, le parc de lignes haut débit mobile (2 Mb/s)¹ s'élevait à environ 3,2 millions de lignes selon les données de l'ARE, soit une télé-densité haut débit mobile de 78%, ce qui représente près des deux tiers du parc de lignes mobiles.

On note que la couverture est très différente selon les régions, Nouakchott étant très largement couvert, à la différence des autres régions.

Les sites 2G, 3G et 4G des opérateurs sont représentés par la carte suivante :

Figure 4 : Sites des opérateurs



¹ Définition du Haut Débit tel que établi par la Loi n°2013-025 du 15 juillet 2013 portant sur les communications électroniques, modifiée par la Loi n° 2022-014/P.R du 20 Juillet 2022 : (i) **Haut débit** : caractérise les connexions à un réseau de transmissions de données, tel le réseau Internet, de débit supérieur ou égal à 2 Mbit/s pour les débits descendants et 1 Mbit/s pour les débits montants. Ce seuil pourra être relevé par décision de l'Autorité de régulation en fonction de l'évolution des technologies disponibles, en tenant compte notamment des recommandations pertinentes de l'Union Internationale des Télécommunications et des usages observés internationalement. » et (ii) **Très haut débit** : caractérise les connexions à un réseau de transmissions de données, tel le réseau Internet, de débit supérieur ou égal 30 Mbit/s symétrique. Ce seuil pourra être relevé par décision de l'Autorité de régulation en fonction de l'évolution des technologies disponibles, en tenant compte notamment des recommandations pertinentes de l'Union internationale des télécommunications et des usages observés internationalement.

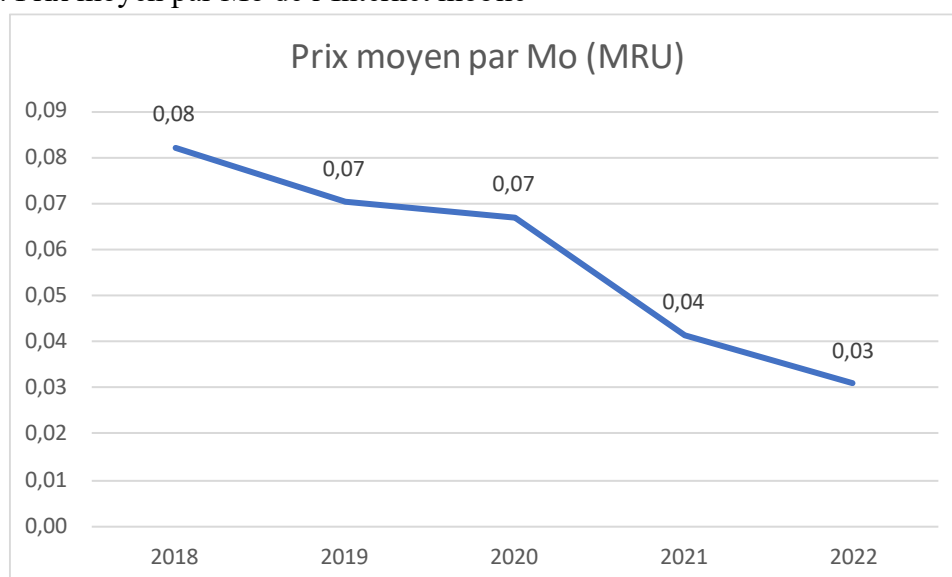
2.4 Politique tarifaire

2.4.1 Services de capacité nationale

Les tarifs des services de capacité nationale des opérateurs font l'objet d'une validation annuelle par l'Autorité de Régulation. Les plafonds fixés par l'Autorité de Régulation sont identiques pour Mauritel et pour l'IMT.

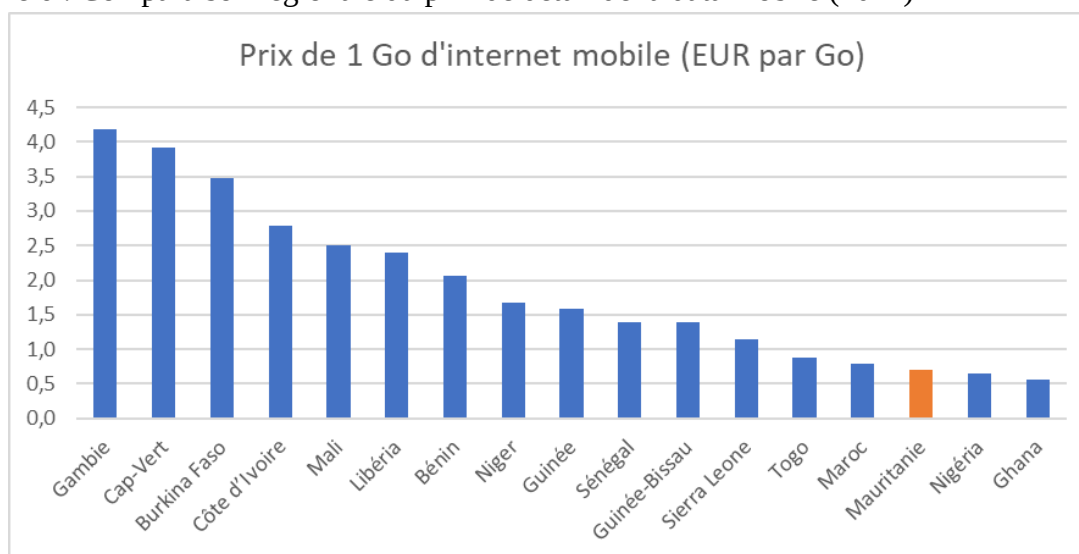
On remarque que la croissance de la consommation data a entraîné une baisse des prix qui sont de l'ordre 0,03 MRU par Mo de l'internet mobile. D'une manière générale, le prix moyen par Go en Mauritanie, en parité de pouvoir d'achat, de manière à prendre en compte les niveaux de vie dans chaque pays, se situe dans le bas de la moyenne régionale.

Figure 5 : Prix moyen par Mo de l'Internet mobile



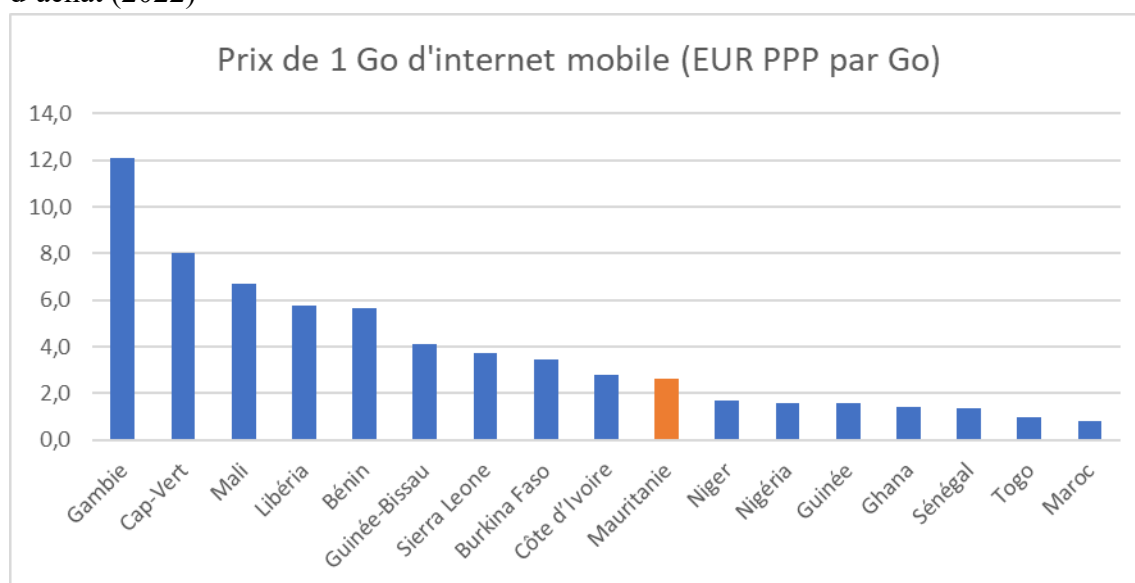
Source : ARE, WARDIP

Figure 6 : Comparaison régionale du prix de détail de la data mobile (2022)



Source : Cable.co.uk, Sites web des opérateurs

Figure 7 : Comparaison régionale du prix de détail de la data mobile en parité de pouvoir d'achat (2022)



Source : Cable.co.uk, Sites web des opérateurs

En 2023, les tarifs des services Internet haut débit fixe sont les suivants :

Tableau 3 : Tarifs des opérateurs pour l'accès à Internet haut débit fixe

Opérateur	Débit (Mb/s)	Prix mensuel (MRU ² TTC)	Technologie
Mauritel	30	1 500	FTTH
	50	2 500	
	100	4 000	
	200	5 000	
Rimatel	30	1 500	FTTH
	50	2 500	
	100	4 000	
Sahel Telecom	15	1 000	FWA
	30	1 500	
	40	2 000	
	55	3 000	
	60	4 500	

Source : Sites web opérateurs

2.4.2 Services de capacité internationale

Les services de capacité internationale sont aujourd'hui assurés par le câble ACE géré par le GIE-IMT.

Une comparaison internationale est effectuée sur la base de la bande passante par utilisateur, qui mesure la qualité de la connexion internationale offerte. On peut constater que la valeur pour la Mauritanie (57 kb/s³) se situe dans le haut de la moyenne des pays de la région.

Les tarifs de l'IMT sont validés par l'Autorité de Régulation. Ces tarifs sont fixés par destination (Penmarch, Sesimbra, Tenerife, Dakar, Abidjan, Accra, Lagos), selon les interfaces (SDH ou Ethernet) et selon le débit.

Le catalogue de l'IMT donne les tarifs suivants :

Tableau 4 : Tarifs des services SDH, MRU

Débits	Penmarch	Sesimbra	Tenerife	Dakar	Abidjan	Accra	Lagos
STM1	151 518	151 518	70 353	26 853	145 443	169 745	193 560
STM4	424 253	424 253	157 589	75 189	407 241	475 286	541 969
STM16	1 187 908	1 187 908	441 250	210 528	1 140 278	1 330 799	1 517 512
STM64	3 501 203	3 501 203	1 300 527	620 502	3 358 010	3 922 358	4 475 474

Source : WARDIP

² 40 MRU = 1 US\$

³ Incluant cependant les flux du transit international

Tableau 5 : Tarifs des services Ethernet, MRU

Débits	Penmarch	Sesimbra	Tenerife	Dakar	Abidjan	Accra	Lagos
1Ge Full	1 116 455	1 116 455	518 386	197 864	1 071 689	1 250 751	1 426 233
1STM1/Ge	159 493	159 493	74 055	28 266	153 098	178 679	203 747
2STM1/Ge	318 987	318 987	148 110	56 533	306 197	357 357	407 494
3STM1/Ge	478 480	478 480	222 165	84 799	459 295	611 243	611 243
4STM1/Ge	637 974	637 974	296 221	113 065	612 394	814 991	814 991
5STM1/Ge	797 468	797 468	370 276	141 332	765 492	1 018 738	1 018 738
6STM1/Ge	956 961	956 961	444 331	169 598	918 591	1 072 072	1 222 485
10Ge	3 501 202	3 501 202	1 625 658	620 502	3 360 817	3 922 357	4 472 666

Source : *WARDIP*

Le tableau suivant donne une comparaison des différents tarifs par rapport à la capacité (en euros par Mb/s) :

Tableau 6 : Tarifs en euros par Mb/s

<i>Euros par Mb/s par</i>	<i>Penmarch</i>	<i>Sesimbra</i>	<i>Tenerife</i>	<i>Dakar</i>	<i>Abidjan</i>	<i>Accra</i>	<i>Lagos</i>
STM1	27	27	12	5	26	30	34
STM4	19	19	7	3	18	21	24
STM16	13	13	5	2	12	15	17
STM64	10	10	4	2	9	11	12
1Ge Full	30	30	14	5	29	34	39
10Ge	10	10	4	2	9	11	12

Source : *IMT*

L'opérateur IKASIRA offre également des services internationaux :

- Entre Nouakchott et Dakar ou Bamako :

Tableau 7 : Tarifs mensuels en euros par Mb/s

	Sénégal	Mali
	SDH	
STM1	9,0	37
STM4	6,0	23
STM16	3,6	11,8
STM 64	1,1	3,6
	ETHERNET	
1G	4,8	17,1
10 G	1,1	3,6
100 G	0,7	2,6

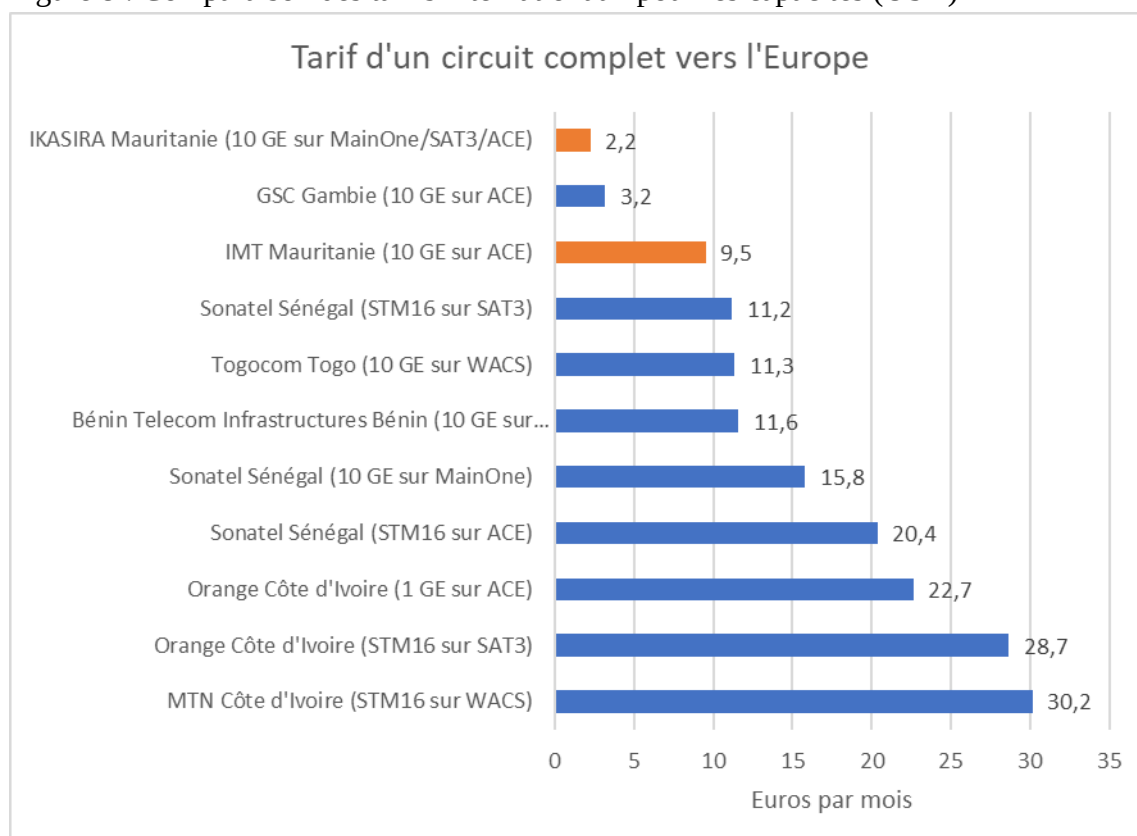
Source : *IKASIRA*

- D'autre part des services de transit IP de débit 1 ou 10 Gb/s, aux prix respectifs de 6,8 et 2,2 euros par Mb/s et par mois.

Une étude de WARDIP, fait une comparaison des tarifs avec ceux d'autres opérateurs situés dans la région, et ayant publié des tarifs internationaux. La comparaison porte sur les cas suivants :

La figure suivante donne une comparaison des tarifs internationaux pour les capacités.

Figure 8 : Comparaison des tarifs internationaux pour les capacités (USD)



Source : Offres de référence des opérateurs

D'après cette étude de WARDIP, il ressort de cette comparaison « que les tarifs du GIE-IMT sont aujourd'hui compétitifs par rapport aux tarifs du Sénégal, et également de la Côte d'Ivoire. Seule la Gambie présente des tarifs plus attractifs, mais l'accès à la station gambienne nécessite des interconnexions peu disponibles à l'heure actuelle. Cette situation pourrait néanmoins évoluer rapidement avec la mise en œuvre du projet de commercialisation des fibres de l'OMVG, qui relie la Guinée, la Guinée-Bissau, la Gambie et le Sénégal. La comparaison avec des tarifs pour l'acheminement vers Tenerife donne des résultats similaires ».

2.5 Le Réseau Intranet de l'Administration (RIAD)

Le réseau intranet administratif haut débit (RIAD) est un projet du gouvernement mauritanien permettant à l'Administration de communiquer, d'accéder à l'internet haut débit en toute sécurité, d'utiliser un système de collaboration peu coûteux et fiable, de partager une plateforme

d'hébergement unique et de disposer d'un réseau urbain haut débit mutualisé entre les services de l'État à Nouakchott.

RIAD est un projet important pour la Mauritanie. Il contribuera à moderniser l'administration publique et à améliorer la qualité des services publics en facilitant la collaboration entre les différents services administratifs et permettra aux agents administratifs d'accéder plus rapidement et plus facilement aux informations et aux ressources dont ils ont besoin.

Le projet RIAD a été lancé en février 2023 et permettra de connecter plus de 340 sites administratifs au niveau de la capitale Nouakchott dont tous les établissements de l'enseignement supérieur situés à Nouakchott.

Le réseau est basé sur une infrastructure de fibre optique et offre des débits pouvant atteindre 100 Gb/s. 314 sites seront connectés à une dorsale fibre optique redondante, 14 autres sites, situés dans des zones éloignées, seront connectés par des liaisons 4G.

Figure 9 : Description de l'architecture

Les schémas suivants donnent une description de l'architecture demandée dans le DAO :

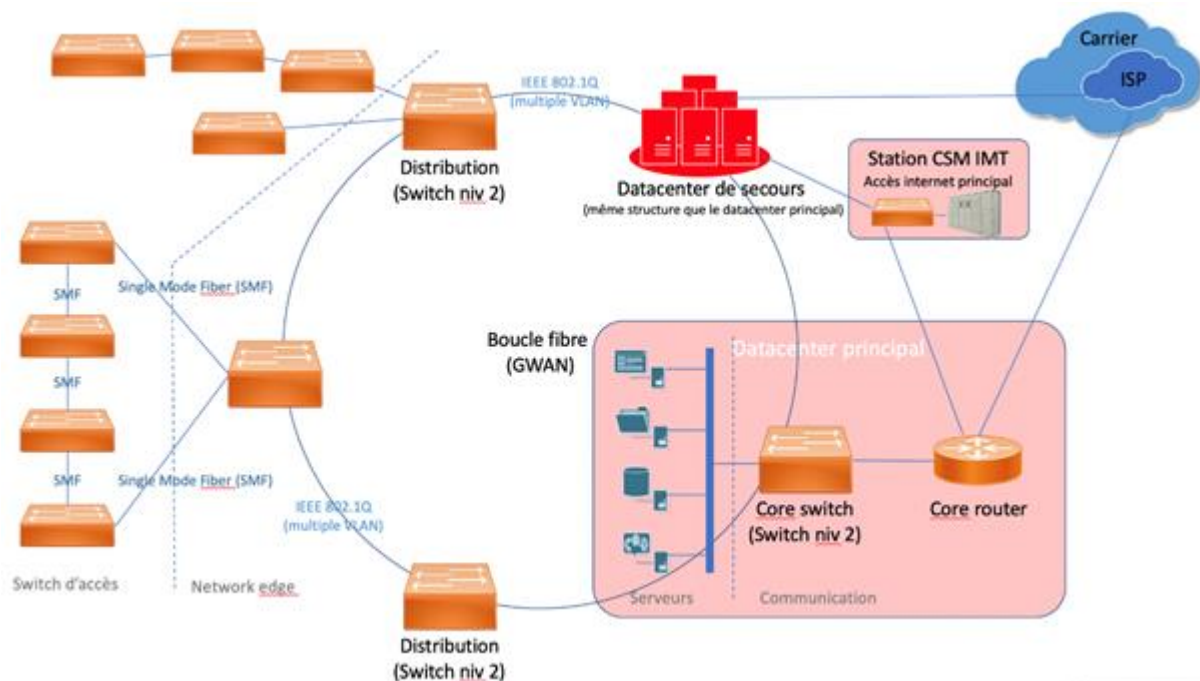


Figure : architecture du réseau fibre cible

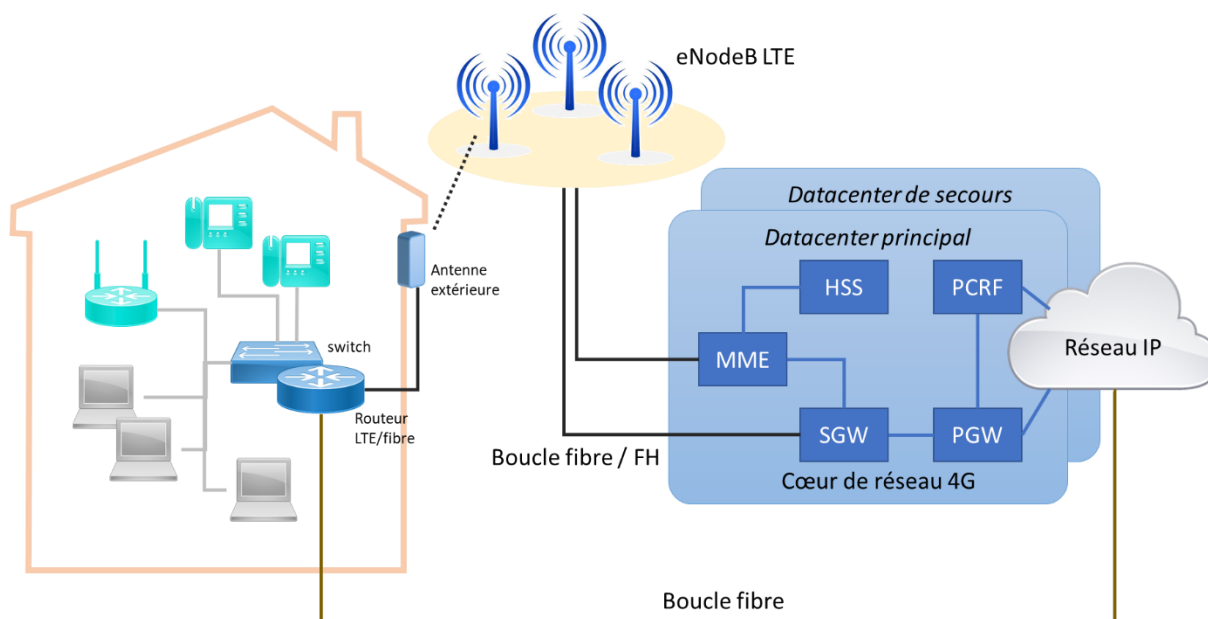


Figure : architecture du réseau LTE cible

2.6 Le Datacenter Tier 3

Le projet de construction d'un Datacenter Tier-3 « Nouakchott Data hub » en Mauritanie, s'inscrit dans le cadre de la composante financée par la Banque Européenne d'Investissement (BEI) du Projet WARCIP.

La composante du Projet WARCIP financée par la Banque mondiale, a vu ses activités se réaliser complètement et elle a été clôturée en novembre 2021.

Le Projet prévu sur un terrain de 4 000 m², permettra de construire un Datacenter sur une surface bâtie de 940 m² au rez-de-chaussée et 430 m² au premier étage. La surface en termes de salle blanche est de l'ordre de 275 m² partagée entre 5 salles, ce qui offre la possibilité d'héberger jusqu'à 100 armoires serveurs. Le reste de la surface bâtie est occupé par les salles réseaux, NOC, salle de maintenance, d'ondulation ...

Le projet inclut les composantes Génie-Civil et environnement (Electricité / Froid, Câblage fibre optique et activation immédiate de 2 salles blanches sur 5). Dès la fin de sa construction, deux salles seront activées. Les autres salles seront activées au fur et à mesure.

Il est considéré comme stratégique pour le développement du numérique en Mauritanie.

Sa construction se poursuit avec certains retards et doit se terminer en février 2024.

2.7 Centre de Calcul de l'Université de Nouakchott

L'Université de Nouakchott dispose depuis juin 2019 d'un nouveau Centre de Calcul qui dispose d'un supercalculateur capable d'effectuer 324 mille milliards (3,24 10¹⁴) opérations à virgule flottantes par seconde grâce à l'appui technique du réseau UNESCO UniTwin Campus Numérique des Systèmes Complexes, au don de l'Université de Strasbourg et au soutien financier de la Banque Centrale de Mauritanie et de l'Autorité de Régulation.

Ce calculateur est du type PARSEC (*PARallel System for Evolutionary Computing*). Il est constitué de :

- 11 machines financées par la Banque Centrale de Mauritanie et l'Autorité de Régulation, équipées de processeurs Core I9 avec deux cartes graphiques NVIDIA RTX 2080, portant leur puissance de calcul à 20 TFlops GPGPU par machine pour un total de 220 TFlops, et
- 20 machines (don de l'Université de Strasbourg) équipées de 2 cartes graphiques NVIDIA GTX680 d'une puissance de 3,1 TFlops GPGPU, pour un total de 124 TFlops.

Au total, le calculateur a une puissance de calcul parallèle de 324 TFlops répartis sur 126 208 cœurs GPGPU, fonctionnant grâce à la plateforme massivement parallèle EASEA-CLOUD (<http://easea.unistra.fr>) pour s'attaquer à tous types de problèmes continus, discrets et combinatoires par l'intelligence artificielle (évolution artificielle ou deep learning).

Il est important de rappeler que l'UN est à 1 Gigabit/s avec un accès aux Réseaux internationaux espagnol et européens IRIS et GEANT, cela grâce à la coopération espagnole (détail dans le chapitre suivant).

3 L'ETAT ACTUEL DES INFRASTRUCTURES DES RESEAUX ET DE CONNECTIVITE DES DIFFERENTS ETABLISSEMENTS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

3.1 Introduction

Cette partie présente l'état actuel des infrastructures réseau et de connectivité des établissements d'enseignement supérieur, ainsi que des recommandations spécifiques pour améliorer et optimiser ces infrastructures en fonction des besoins identifiés.

L'étude menée sur différentes institutions d'enseignement supérieure en Mauritanie a permis d'avoir une vue approfondie de leurs systèmes d'informations.

Le système d'enseignement supérieur mauritanien compte de nos jours vingt-deux **(22)** établissements situés dans les villes (Nouakchott, Nouadhibou, Rosso, Aïoun, Aleg, Akjoujt et Zouerate) dont huit **(8)** établissements publics sous tutelle directe du MESRS (Université de Nouakchott, Ecole Normale Supérieure, Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises de Nouakchott, Institut Supérieur du Numérique de Nouakchott, Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique de Rosso, Institut Supérieur Professionnel de Langues, de Traduction et d'Interprétariat de Nouadhibou, Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Santé, Institut Supérieur de la Jeunesse et des Sports et Nouakchott Business School) ; six **(6)** établissements publics sous cotutelle du MESRS et d'autres ministères (Université d'Aïoun, Groupe Polytechnique, Institut Supérieur des Etudes et Recherches Islamique de Nouakchott, Institut Supérieur d'Anglais de Nouakchott, Académie Navale Nouadhibou, Université El Mahdara Chinguitya Al Koubra d'Akjoujt) et huit **(8)** établissements privés (Université Internationale libanaise, Université Moderne Chinguetti, Université Cheikh Mohamed Lemine Echinguiti, Sup' Management, Ecole Internationale des Etudes Supérieures Appliquées, Ecole Supérieure Professionnelle Interdisciplinaire, ISI Komunik sup et GEU l'Académie).

Il faut rappeler que le Gouvernement mauritanien dans le cadre de sa nouvelle Stratégie de l'Enseignement Supérieur compte mettre en place cinq **(5)** nouveaux établissements : une Ecole de Médecine Vétérinaire à Néma, une Ecole Supérieure d'Agronomie à Kaédi, un Institut Supérieur des Sciences de l'Education à Tidjikja, un Institut Supérieur de Management à Kiffa et une Université des sciences et Technologie à Nouakchott.

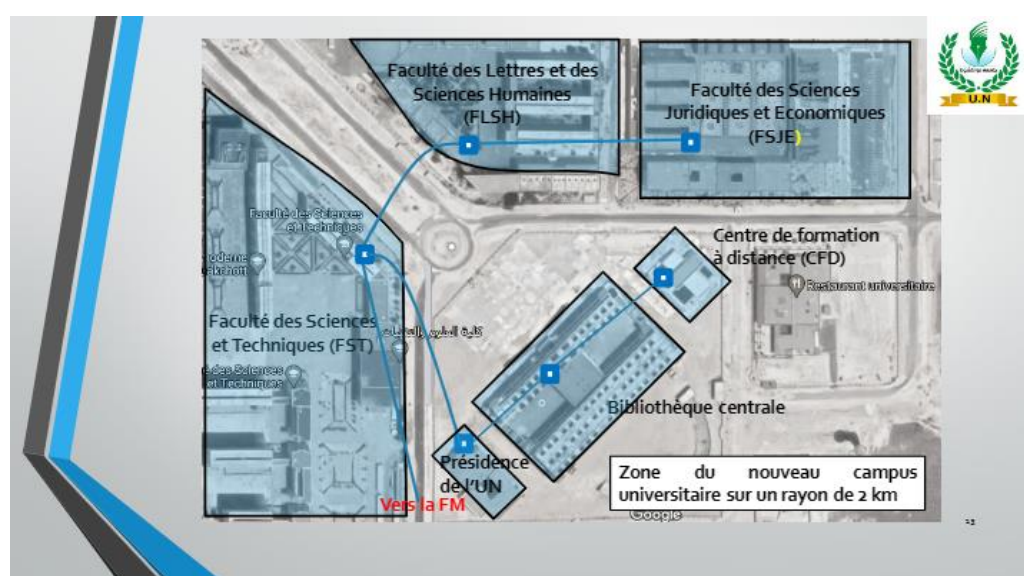
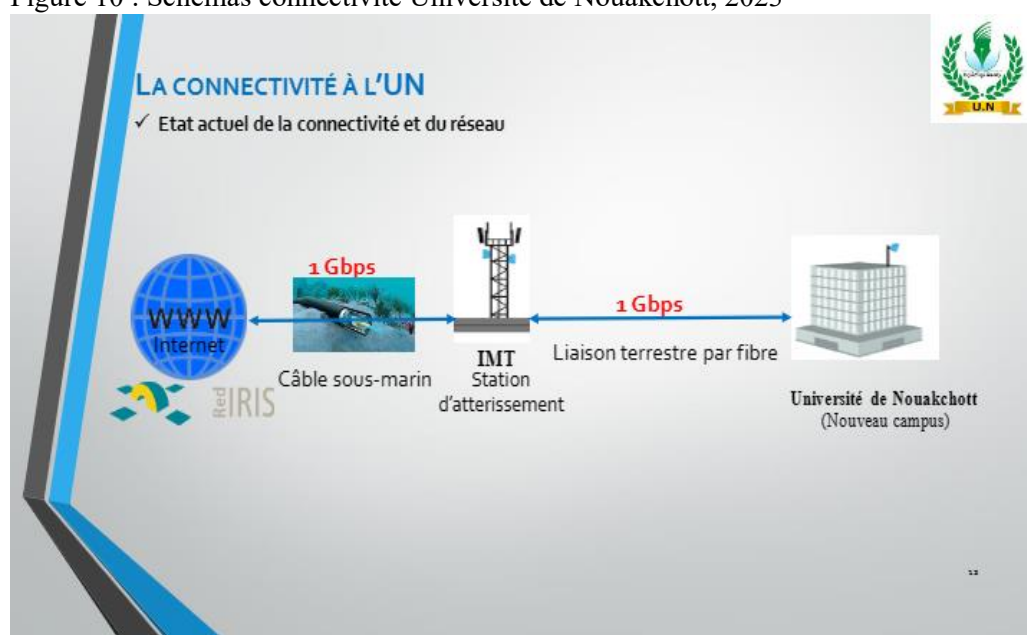
L'étude menée qui a porté sur 11 établissements publics et un centre de recherche (Institut Mauritanien de Recherche Océanographique et des pêches) a permis d'avoir une vue approfondie de leurs systèmes d'informations.

3.2 L'état des lieux des infrastructures des réseaux et de connectivité des EES

3.2.1 Université de Nouakchott (UN) - Nouakchott

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
40+	1G – par fibre Coût annuel : 2 400 000 MRU	Existant	20 bâtiments interconnectés par fibre	20 429

Figure 10 : Schémas connectivité Université de Nouakchott, 2023



Avantages :

- Existence d'une infrastructure résiliente et bien bâtie, avec une couverture wifi sur toute l'étendue du campus. Ce réseau bénéficie aussi d'une connexion internationale à internet par fibre de 1G par câble sous-marin au réseau national d'éducation et de recherche de l'Espagne (RedIRIS), offrant ainsi un accès garanti au réseau pan-européen d'éducation et de recherche GEANT.
- Existence d'un noyau d'enseignants et d'ingénieurs ayant accompagné les projets d'implantation des TIC en Mauritanie.
- Existence d'un centre de calcul qui dispose un supercalculateur capable d'effectuer $3,24 \cdot 10^{14}$ opérations à virgule flottantes par seconde, d'un centre de formation à distance.
- Gestion du ccTLD mauritanien, .mr

Commentaires :

Avec sa liaison internationale de 1 Gb/s reliée au réseau national espagnol et au réseau pan-européen GEANT et son expérience et expertise, l'Université devrait jouer un rôle de premier plan dans le futur NREN mauritanien. L'UN dispose de 32 d'adresses IP.

Malgré tous les avantages que présente le réseau de l'UN, il existe toujours un besoin de personnel technique formé et aguerri pour renforcer l'équipe actuelle. Une salle de surveillance réseau est aussi nécessaire dans ce campus pour permettre aux administrateurs d'avoir une vue en temps réel des fluctuations et incidents sur le réseau et intervenir convenablement. La gestion des accès au réseau WLAN peut poser les bases d'une future fédération d'accès en suivant la norme 802.1X offrant ainsi un compte extensible à d'autres ressources offertes par l'infrastructure du réseau de campus ainsi que du NREN. L'introduction d'une nouvelle technologie radio fiable (nouvelles normes WiFi) pour couvrir le campus pourrait permettre de surmonter les problèmes posés actuellement d'insuffisance de la couverture WiFi.

L'Université de Nouakchott dispose d'un réseau évolutif et disponible, l'interconnexion avec RedIRIS lui permet l'accès au réseau Européen d'éducation GEANT et aux ressources offertes. Cependant, le réseau de campus étant la base d'un bon Réseau National d'Éducation, il est bon de considérer la mise en place d'un système de détection d'incidents logiques comme physiques et le renforcement des capacités de l'équipe technique comme des besoins fondamentaux.

3.2.2 Groupe polytechnique – Nouakchott

Le groupe Polytechnique est constitué de :

- 6 établissements académiques
- 1321 étudiants
- 3 Complexes universitaires (Nouakchott, Aleg, Zouerate)

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
18	200 Mbps par fibre Coût : 1 020 000 MRU	Datacenter présent	10 Bâtiments interconnectés par fibre	1321

Figure 11 : Schémas connectivité Groupement Polytechnique, 2023

accès sont des points fondamentaux pour l'objectif d'amélioration du réseau et de l'infrastructure du groupe.

Malgré ses moyens et son organisation, le Groupe polytechnique aura besoin de renforcement des capacités (dernières technologies, meilleures pratiques en matière de sécurité, et utilisation optimale des nouvelles fonctionnalités) du personnel de son Centre des Traitements Informatiques et Statistiques (CTIS), de l'augmentation de la bande passante (seulement de 20 Mbps), du renouvellement des serveurs pour une capacité accrue et des performances optimisées, de l'ajout de capacités de stockage pour répondre aux besoins croissants en données et de solutions de redondance pour minimiser les temps d'arrêt en cas de panne.

3.2.3 Ecole Normale Supérieure (ENS) - Nouakchott

Nombre d'équipements réseau	Connexion a internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
12	100Mbps – par fibre Coût annuel : 1 080 000 MRU	Pas de Datacenter	8 Bâtiments interconnectés par fibre	720

Avantages :

L'interconnexion par fibre des bâtiments ainsi que l'arrivée d'un lien internet de 100 Mbps posent des bases solides pour un bon réseau de campus membre d'un NREN. La pénétration wifi peut être planifiée aisément et un contrôle d'accès adéquat peut être appliqué.

Commentaires :

Un local technique adéquat est primordial pour garantir l'établissement d'un bon réseau de campus. Les ressources éducatives y compris Internet doivent être déployées sur des infrastructures résilientes, sécurisées dans un local avec un contrôle d'accès adéquat. La topologie logique du réseau doit favoriser le « switching » en réseau de campus et appliquer un routage en amont vers Internet.

Bien que disposant de composants de base majeurs pour l'adhésion à un réseau national d'éducation et de recherche, il est indispensable que l'ENS développe une infrastructure réseau de campus cohérente, une salle technique équipée et appuyé par une équipe technique renforcée et capable de maintenir le système, pour supporter les utilisateurs d'ENS ainsi que des futures institutions membres de la fédération et d'un programme de renforcement de capacité du personnel du service Internet.

3.2.4 Institut Supérieur du Numérique (SupNum) – Nouakchott

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
6	100 Mbps par fibre Coût annuel : 108 000 MRU	Pas de Datacenter	2 Bâtiments	145

Avantages :

L'existence d'une connexion internet de 100 Mbps est un élément important pour la mise en place d'un réseau de campus moderne. La fourniture d'une connexion internet homogène aux 145 étudiants de SupNum montre qu'il existe un réseau de campus bien dimensionné.

Commentaire :

Un système de monitoring (surveillance réseau) devrait être déployé de pair avec une salle technique dédiée pour abriter les équipements techniques de SupNum.

Bien qu'étant une institution accueillant seulement 145 étudiants, SupNum présente une structure capable de fédérer avec les autres institutions d'éducation et de recherche de Mauritanie pour former le réseau national.

Cependant, des ateliers de formation doivent être organisés pour le personnel technique sur place pour une bonne gestion des accès et des services à déployer.

3.2.5 Institut Supérieur des Etudes et de Recherche Islamique (ISERI) – Nouakchott

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
14	15Mbps – par faisceau hertzien Coût : 1 092 000 MRU	Pas de Datacenter	3 Bâtiments interconnectés par Cat 5 and cat 6	4825

Avantages

L'accès à une connexion internet pour connecter le réseau de campus ainsi que l'interconnexion des bâtiments de ISERI, sont une base importante pour l'adhésion au réseau national.

Commentaires

L'authentification de 4825 étudiants nécessite l'implémentation de la norme [802.1X](#). Aussi, une infrastructure réseau résiliente doit être supportée par un data center ou une salle technique

équipée de ressources capables de l'exploiter et de le maintenir. Le personnel technique doit être formé afin d'exploiter le réseau. Les interconnexions en Cat5/6 doivent être remplacées par le BLR ou la fibre optique pour augmenter la vitesse de transmission interne du réseau et éviter que ISERI soit un maillon faible de la fédération.

L'ISERI présente les bases d'un réseau de campus capable de fédérer avec les autres institutions pour aboutir à un bon réseau national. Il faut cependant renforcer les capacités de l'équipe technique pour permettre la mise en place et la maintenance d'une infrastructure de campus cohérente et disponible, capable de fournir des services à l'échelle de la fédération.

3.2.6 Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises (ISCAE) – Nouakchott

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
8	200 Mbps – par ADSL fibre optique Coût annuel : 96 000 MRU	Pas de Datacenter	3 Bâtiments interconnectés par câble UTP Cat 5 et Cat 6	2150

Avantages

L'existence d'un réseau assez bien dimensionné et d'une connexion internet de 200 Mbps, partagés, pour moins de 2300 personnes, est un élément important pour la mise en place d'un réseau de campus moderne.

Commentaire

L'ISCAE avec ses 2150 étudiants est un établissement, déjà programmé dans le projet RIAD, capable de fédérer avec les autres institutions d'éducation et de recherche de Mauritanie pour former le réseau national.

Cependant, il devrait disposer d'une salle technique pour abriter les équipements, d'un système de monitoring et bénéficier de formation pour le personnel technique pour une bonne gestion des accès et des services à déployer.

3.2.7 ISPLTI – Nouadhibou

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
07	20Mbps – par fibre Coût annuel : 300 000 MRU	Pas de Datacenter	3 Bâtiments interconnectés par BLR	354

Avantages

La présence d'une interconnexion interne par boucle locale radio a permis à ISPLSI de déployer des points d'accès pour permettre une couverture homogène du réseau de campus et permettre aux usagers d'occuper les 20 Mbps souscrits. Cet effort d'infrastructure logique et organisé offre une architecture cohérente capable de fédérer et former un bon réseau national d'éducation et de recherche.

Commentaires

Un besoin de renforcement du capital technique humain est ressenti pour réorganiser et renforcer l'infrastructure existante. Une unité de surveillance réseau est nécessaire pour suivre en temps réel l'état du réseau et intervenir au besoin.

L'ISPLTI pour une liaison de 20 Mbps paye plus de 300 000 MRU avec une qualité de connexion insuffisante.

Les bases de l'adhésion à un réseau national d'éducation et de recherche sont posées à ISPLTI. Toutefois, des points d'accès modernes administrables à distance peuvent être considérés pour augmenter la flexibilité du réseau. Un NREN étant aussi une sommation d'identités fournies par les réseaux de campus, il est bon de mettre en place une base de données de gestion des identités pour authentifier et gérer les accès.

Figure 12 : Infrastructure de ISPLIT-Nouadhibou



3.2.8 Académie Navale – Nouadhibou

L'Académie Navale comprend deux établissements sous cotutelle du ministère de la Défense Nationale, du Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique : l'Ecole Supérieure des Officiers et l'Institut Supérieur des Sciences de la Mer (ISSM). L'ISSM offre une licence en Sciences halieutiques et Industries de Pêche.

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
11	100 Mbps par fibre Coût annuel : 38 000 MRU	Pas de Datacenter	6 Bâtiments interconnectés par BLR	240

Avantages :

Malgré le faible nombre d'utilisateurs quotidiens, l'Académie Navale dispose d'une connexion internet de 100 Mbps et interconnecte localement par BLR les six bâtiments de l'institution. L'accès à une capacité par fibre est très important pour cette institution qui se situe à Nouadhibou au nord de la Mauritanie.

Commentaires :

La mise en place d'une salle technique pour supporter l'infrastructure réseau est nécessaire. Une couverture WLAN adéquate, basée sur une topologie logique propre au réseau de campus et assurée par des points d'accès modernes permettrait d'assurer un bon réseau de campus capable de fédérer avec les autres institutions pour donner et maintenir un bon réseau national d'éducation et de recherche.

La qualité de la connexion est insuffisante.

Le réseau de l'Académie Navale montre une structure interne qui en l'état actuel peut participer au réseau national d'éducation et de recherche. Toutefois, pour permettre une place durable et profiter des avantages de la fédération nationale et des autres fédérations, il faut renforcer les dispositifs internes du réseau pour permettre une couverture WLAN homogène. Il est également souhaitable d'avoir des serveurs performants pour supporter les services de l'institution, sans oublier la formation d'une bonne équipe technique pour l'exploitation et la maintenance de l'infrastructure.

3.2.9 Institut Mauritanien de Recherche en Océanographie et de Pêche (IMROP), Nouadhibou

L'IMROP est l'un des plus anciens établissements mauritaniens de recherche. Il est spécialisé dans les domaines de l'Océanographie et des pêches et joue un rôle crucial dans le secteur de l'économie maritime. Il est sous tutelle du Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime (MPPEM).

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre de chercheurs et techniciens
9	20Mbps – par fibre optique Coût annuel : 720 000 MRU	Pas de Datacenter	7 Bâtiments interconnectés par BLR	80

Avantages :

Malgré le faible nombre d'utilisateurs quotidiens, l'IMROP dispose d'une interconnexion locale par BLR de sept bâtiments de l'institut. L'accès à une capacité par fibre est très important pour cette institution qui se situe à Nouadhibou au nord de la Mauritanie.

Commentaires :

La mise aux normes de la salle technique et ses équipements doivent être renforcés. Une couverture WLAN adéquate, basée sur une topologie logique propre au réseau de campus et assurée par des points d'accès modernes permettrait d'assurer un bon réseau de campus capable de fédérer avec tous les départements pour donner et maintenir un bon réseau national d'éducation et de recherche.

La qualité de l'accès à internet est insuffisante.

Le réseau de l'IMROP montre une structure interne qui en l'état actuel peut participer au réseau national d'éducation et de recherche. Toutefois, pour permettre une place durable et profiter des avantages de la fédération nationale et des autres fédérations, il faut renforcer les dispositifs internes du réseau pour permettre une couverture WLAN homogène. Il est également souhaitable d'avoir des serveurs performants pour supporter les services de l'institution, sans oublier la formation d'une bonne équipe technique pour l'exploitation et la maintenance de l'infrastructure.

3.2.10 La grande Mahdra Chinguitiya d'Akjoujt - Akjoujt

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
0	04 Mbps par faisceau hertzien Coût annuel : 288 000 MRU	Pas de Datacenter	1 Bâtiment	549

Commentaires :

Pour cette institution naissante, il sera nécessaire d'organiser des ateliers de formation sur la mise en place et la gestion des réseaux de campus, ainsi que sur la gestion des accès et la

fédération des identités afin de mettre en place une infrastructure résiliente.

3.2.11 Institut Supérieur d'Enseignement Technologique ISET – Rosso

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
9	4G (cartes sim) Coût annuel : 1 200 000 MRU	Pas de Datacenter	- 3 bâtiments interconnectés par fibre mais non fonctionnelle à cause d'équipements actifs en pannes et vieillissants - Plusieurs autres bâtiments non connectés et notamment les départements et les résidences étudiants	267

Commentaires :

L'ISET est constitué de plusieurs bâtiments répartis sur une grande zone géographique et on peut noter l'absence totale d'un réseau de campus.

Pour profiter des avantages d'un réseau national fédérateur, il faut renforcer les dispositifs internes du réseau pour permettre une couverture WLAN homogène.

Ainsi, pour obtenir un réseau de campus moderne capable de s'insérer dans un réseau national, une dorsale optique permettant de relier les bâtiments de manière efficace est nécessaire et l'accès à internet par 4G doit être substitué par une connexion par fibre optique ou par faisceau hertzien.

Il est également souhaitable d'avoir des serveurs performants pour supporter les services de l'institution, sans oublier la formation d'une bonne équipe technique pour l'exploitation et la maintenance de l'infrastructure.

3.2.12 Université des Sciences Islamique Aïoun (USIA) - Aïoun

Nombre d'équipements réseau	Connexion à internet	Datacenter	Couverture réseau dans le campus	Nombre d'étudiants
2	8 Mbps par faisceau hertzien	Pas de Datacenter	2 Bâtiments par boucle locale radio (BLR)	2000

Avantages :

L'interconnexion des deux bâtiments de USIA par boucle Local Radio ainsi que l'accès à internet par faisceau hertzien forment une base pour l'adhésion au réseau national de Mauritanie.

Commentaire :

Huit Mbps sont une bande passante insuffisante pour supporter les 2000 étudiants de USIA. Le nombre d'équipements réseau est insuffisant pour servir et proposer une connexion fluide pour les utilisateurs de USIA.

Il est nécessaire d'organiser des ateliers de formation sur la mise en place et la gestion des réseaux de campus pour aboutir à la mise en place d'une infrastructure réseau solide capable de servir de manière adéquate les utilisateurs de l'USIA.

3.3 Récapitulatif de l'état de connectivité des établissements de l'enseignement supérieur mauritaniens

À la suite de ce diagnostic et de cette analyse, nous constatons que la bande passante d'accès aux établissements est de :

- 1 Gb/s pour l'Université de Nouakchott, ce qui semble raisonnable pour 20 400 étudiants comparé au Maroc avec 1 à 5 Gb/s pour des universités ayant 60 000 à 150 000 étudiants et au Sénégal dont les universités disposent de 500 Mb/s à 1 Gb/s.
- Les autres EES situés à Nouakchott en dehors de l'ISERI (ISN, ENS, ISCAE, GP) disposent d'assez bonne bande passante, 100 Mbps pour la plupart et pour des effectifs de moins de 2300 étudiants.
- Les sept autres EES tous situés hors de Nouakchott sauf ISERI (ISPILTI, AN, IMROP, USIA, El Mahdara Chinguitya Al Koubra, ISET, ISERI) ont des connectivités faibles.

Tableau 8 : Etat de la connectivité des EES mauritaniens

N°	Etablissements	Bande passante (Mbps/s)	Coût (MRU)	Nombre d'étudiants	Kbits/s par étudiant	Coût par étudiant	Connectivité par rapport aux EES du Maghreb et de la CEDEAO
1	UN : Université de Nouakchott	1 000	2 400 000	20 429	49	117	Bonne
2	ISCAE : Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises de Nouakchott	200	96 000	2 150	93	45	Assez bonne
3	ENS : Ecole Normale Supérieure, Nouakchott	100	1 080 000	720	139	1500	Assez bonne
4	ISN : Institut Supérieur du Numérique de Nouakchott	100	108 000	145	690	146	Assez bonne
5	AN : Académie Navale Nouadhibou	100	38 000	240	417	158	Des difficultés
6	GP : Groupe Polytechnique	30	85 000	1 321	23	64	Assez bonne
7	ISPILTI : Institut Supérieur Professionnel de Langues, de Traduction et d'Interprétariat de Nouadhibou	20	300 000	354	56	847	Faible
8	IMROP : Institut Mauritanien de Recherche Océanographique et des Pêches, Nouadhibou	20	720 000	80	250	9000	Faible
9	ISERI : Institut Supérieur des Etudes et Recherches Islamique de Nouakchott	15	1 092 000	4 825	3	226	Faible

10	USIA : Université des Sciences Islamiques d'Aïoun	8	90 000	2 000	4	45	Faible
11	Université El Mahdara Chinguita Al Koubra, Akjoujt	4	288 000	549	7	525	Faible
12	ISSET : Institut Supérieur d'Enseignement Technologique de Rosso	Cartes sim 4G	1 200 000	267		4494	Des difficultés

Nous rappelons que pour les EES marocains le NREN marocain, MARWAN, avec l'appui du Royaume Chérifien et l'assistance d'AfricaConnect, connecte plus de 200 établissements à travers 90 liens qui couvrent 30 villes du Maroc, avec des bandes passantes d'accès offertes aux établissements qui varient entre 100 Mbps et 5 Gb/ps. La bande passante d'accès globale de Marwan est aujourd'hui de 40 Gb/s avec des connexions à Internet par 2 liens de 10 Gb/s chacun situés à Rabat et Casablanca et une connexion au réseau européen GÉANT par un lien de 1 Gb/s entre Rabat et Londres. L'ensemble des accès sont en Fibre Optique.

Pour ce qui est du Sénégal, il vient de décider de renforcer son Réseau de recherche et d'éducation pour le Sénégal (snRER) par la création d'une Direction générale Cyber infrastructure pour l'Enseignement Supérieur, la Recherche et l'Innovation (CINERI) qui est sur le point de rejoindre le WACREN et de participer aux activités de la région WACREN.

4 RECUEIL D'EXPERIENCES, RECENSEMENT ET IDENTIFICATION DES BESOINS EN INFRASTRUCTURES RESEAUX POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UN NREN

Le recensement et l'identification des besoins ont été réalisés auprès des établissements d'enseignement supérieur mauritaniens et des utilisateurs potentiels. Ces résultats ont permis de mieux comprendre les défis et opportunités liés à la mise en œuvre d'un NREN en Mauritanie.

En premier lieu, il convient de rappeler avec exactitude le rôle d'un réseau national de recherche et éducation « NREN » et sa relation avec les réseaux de campus.

Le NREN s'occupe de la gestion du réseau backbone pour fournir une connexion haut débit et fiable entre les établissements membres. Les NREN utilisent également des technologies telles que le protocole Border Gateway (BGP) pour acheminer le trafic entre les établissements membres.

Le NREN connecte des institutions entre elles, soit à l'échelle nationale via un réseau national principal, soit à d'autres NREN à l'échelle régionale ou internationale et fournit un soutien technique aux établissements membres pour résoudre les problèmes liés à la connectivité, aux services réseau et à d'autres aspects techniques.

Un NREN ne gère pas les réseaux locaux de campus au sein des institutions et n'est pas responsable du fonctionnement de leurs services. L'objectif ultime de la conception d'un NREN est l'amélioration de la connectivité pour la communauté universitaire du pays, qui se connecte à un NREN via ses réseaux de campus. C'est pourquoi ce rapport fournira également une description des besoins en câblage et équipement pour la création d'un réseau de campus et fera mention des coûts approximatifs afin de faciliter l'estimation du financement requis pour la connectivité globale.

4.1 Le réseau de campus

Le réseau de campus est la base du réseau national. Il doit être fluide, bien dimensionné (architecture proportionnelle au nombre d'utilisateurs) et être bien géré pour permettre une interopérabilité facile et dynamique avec les autres réseaux de campus constituant le réseau national.

Au moment où des investissements dans les infrastructures nationales sont envisagés, les réseaux de campus des institutions membres potentielles doivent soigneusement déterminer leur capacité à soutenir l'accès amélioré et les services avancés qui seraient fournis par un NREN. Tout utilisateur, étudiant, enseignant ou chercheur, ne sera connecté au NREN mais aux réseaux de campus des institutions membres. Si ces réseaux de campus sont mal conçus et mis en œuvre, le service fourni aux usagers du campus sera de mauvaise qualité quel que soit le débit fourni par le réseau national NREN.

Des standards existent déjà et définissent la structure de base pour un réseau de campus moderne.

Infrastructure d'un réseau de campus :

- Un réseau de campus basé sur une dorsale fibre entre tous les bâtiments.
- Fourniture de bornes et d'accès Wifi, ou une autre technologie radio fiable, dans les principaux lieux de rassemblement des étudiants, notamment les bibliothèques, zones de restauration et autres espaces communs partagés.

- Entretien d'un local technique équipé d'un routeur de bordure, de serveurs pour la messagerie électronique, l'hébergement Internet, le stockage des données, l'administration, les applications, la surveillance du réseau, etc., et doté des équipements de refroidissement nécessaires et d'un système d'alimentation sans interruption (UPS) doté d'un générateur de secours.

Services fournis par le réseau de Campus

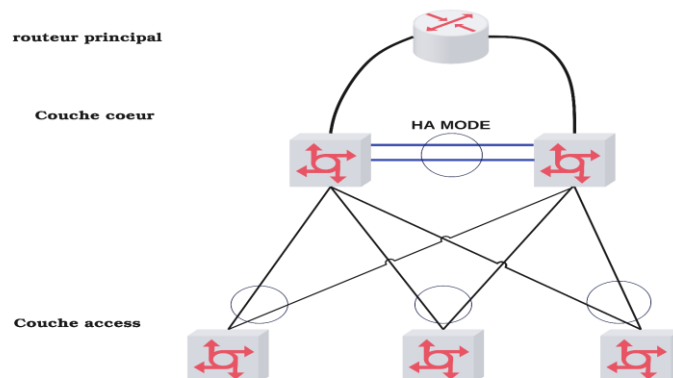
- Garantir la prestation de services de messagerie électronique pour l'ensemble du personnel et des étudiants.
- Maintenir les logiciels à jour pour le personnel et les laboratoires.
- Gérer la protection anti-virus et garantir la protection des réseaux.
- Gérer un système de cyber sécurité conformément aux normes nationales et internationales.
- Gérer le fonctionnement d'un bureau d'aide à disposition des étudiants et du personnel en cas de problème.
- Proposer un service de visioconférence pour l'enseignement et la collaboration à distance.
- Proposer un service d'accès à des revues scientifiques et à des bibliothèques numériques.

4.1.1 Topologie logique

La topologie en arbre est recommandée comme architecture physique d'un réseau de campus. Cette topologie facilite le déploiement et la gestion du réseau, et présente une bonne évolutivité. Dans la plupart des cas, un réseau de campus utilisant la topologie en arbre a une architecture hiérarchique composée de la couche terminale, de la couche d'accès, de la couche d'agrégation et de la couche centrale. Dans le déploiement réel, on peut opter de manière flexible pour une architecture réseau à deux ou trois couches en fonction de l'échelle du réseau et des exigences de service.

● Modèle en deux couches

Figure 13 : Schéma modèle en 2 couches

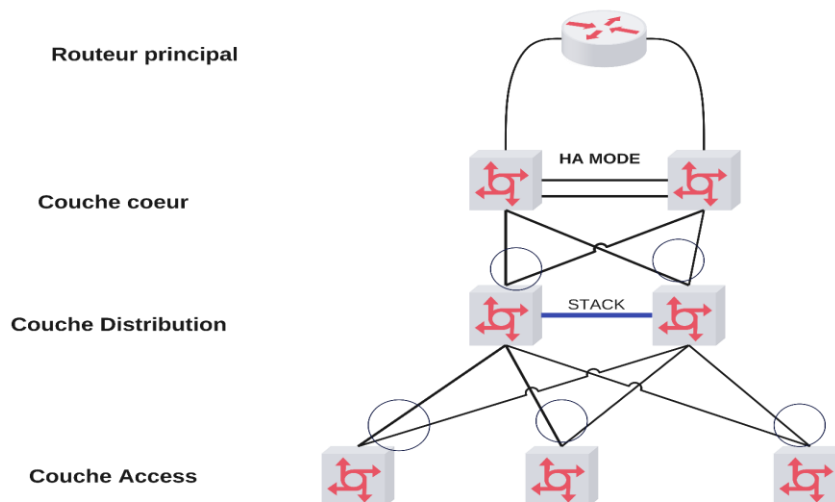


Pour assurer la fiabilité au niveau du système et au niveau de la liaison sur le réseau, il est recommandé de configurer une agrégation de liens au niveau du cœur de réseau et de mettre les deux équipements en haute disponibilité, d'empiler au niveau d'accès et de connecter les appareils du cœur et d'accès via des interfaces Eth-Trunk. Chaque équipement de la couche cœur reçoit directement du routeur de tête le lien vers internet. Si les périphériques d'accès autonomes peuvent fournir une capacité d'accès suffisante pour les terminaux en aval, on n'a pas besoin de configurer l'empilage au niveau d'accès.

Cette architecture réduit les coûts ainsi que la latence et est facile à maintenir. Il est recommandé pour des campus de moins de 1000 utilisateurs.

- **Modèle en trois couches**

Figure 14 : Schéma modèle en 3 couches



Pour assurer la fiabilité au niveau du système et au niveau de la liaison sur le réseau, il est recommandé de configurer une agrégation de liens au niveau du cœur de réseau et de mettre les deux équipements en haute disponibilité, d'empiler au niveau d'accès et de connecter les appareils du cœur et d'accès via des interfaces Eth-Trunk. Chaque équipement de la couche cœur reçoit directement du routeur de tête le lien vers internet. La couche distribution agit comme un centre de contrôle du trafic, gérant et optimisant le flux de trafic entre les couches cœur et accès du réseau. Elle joue un rôle crucial dans l'assurance de la sécurité, des performances et de la flexibilité du réseau. Ce modèle est recommandé pour de grands campus de plus de 1000 utilisateurs.

Les deux modèles ci-dessus sont flexibles et évolutifs. Ils permettent une cohérence et sont faciles à opérer. Le choix de l'un ou l'autre doit se baser sur les variables comme le nombre d'utilisateurs connectés en moyenne et les ressources financières disponibles.

4.1.2 Les caractéristiques des équipements pour supporter convenablement les architectures ci-dessus sont renseignées dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Caractéristiques des équipements

Ordre	Equipements	Caractéristiques
01	Point d'accès Indoor (géré par contrôleur)	WiFi 6, PoE+, Min 500Mbps, Fixations murales
02	Point d'accès outdoor (gère contrôleur)	WiFi 6, PoE+, Min 500Mbps, Fixations murales (On peut envisager en plus, des bornes eNODEB 4&5G
03	Switch coeur	24-Port Ethernet L3 Switch, 24 x 10Gb SFP+, with 2 x 40Gb QSFP+
04	Switch de distribution	Type d'interface : 20 x GE SFP ports, 4 x 10GE SFP+ ports, 6 x 40GE QSFP+ ports Energie: 229 W Protocoles : Intelligent O&M , VXLAN , IPv6 ,4094 VLANs , GVRP , MPLS L3VPN, RIP v1/2, RIPng, OSPF, OSPFv3, IS-IS, IS-ISv6, BGP, BGP4+, ECMP, RAM : 4GB Flash : 2GB
05	Switch d'accès	Type d'interface : 24 ports GE PoE+ ; 4 ports SFP, STP (IEEE 802.1d), RSTP (IEEE 802.1w), and MSTP / VLAN / Security Policies /DoS attack defense, ARP attack defense, and ICMP attack defense Routage : Static routing, RIPv1/v2, RIPng, OSPF, OSPFv3, IS-IS, IS-ISv6, BGP, BGP4+, VRRP, VRRP6, and ECMP
06	Module SFP	10G single-mode SFP+
07	Jarretière	LC-LC
08	Câble réseaux	Cat 6 RJ45
09	Kit de travail	Pour le sertissage et le test RJ45 avec aussi un kit de soudure de fibre optique pour réparation de câbles fibre optique.
10	Serveur d'authentification	Minimum 8 coeurs, 64GB RAM, 4 * 1TB Storage (RAID 10)

Routeur de campus

Tableau 10 : Caractéristiques du routeur de campus

Ordre	Caractéristiques	Détails
01	Port	20x 1G/10G SFP+ 4x 10G/25G SFP28, 2x 40G QSFP+
02	Protocole supporté	RIP, OSPF, OSPFv3, BGP, PBR, RIPng + , routage static
03	Mémoire flash	+1GB
04	SDRAM	+1GB
05	Nombre de VLAN	Number of VLANs
06	Latence	1.11µs
07	Administration	Administration sécurisée par Telnet, ou console avec support des protocoles SSH V1, 2 et 3 Agent SNMP v1, v2c et v3

4.2 Le réseau national de recherche et éducation

Il est important de rappeler que la mission principale d'un NREN est de fournir pour le compte de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique des services en technologie de l'information (TIC) et de de la communication avancée permettant à ses établissements d'avoir non seulement des connexions adéquates mais aussi de s'interconnecter aux réseaux et ressources d'autres institutions, que ce soit sur le plan national ou international.

En plus de l'Internet haut débit, les NREN peuvent proposer un vaste éventail de services de TIC qui peuvent couvrir :

- La gestion de l'infrastructure d'interconnexion des établissements membres. Cela comprend la mise en place, l'exploitation et la maintenance du réseau backbone de l'infrastructure de connexion des établissements membres.
- Le service de conseil et le soutien technique aux établissements membres pour résoudre les problèmes liés à la connectivité, aux services réseau.
- L'accès aux sources et revues numériques, aux bibliothèques numériques, et d'autres infrastructures essentielles à la recherche et à l'éducation.
- Hébergement en ligne et stockage de données, archives et des copies miroir de contenu.
- L'hébergement et partage des systèmes d'information relatifs à la gestion de l'enseignement supérieur
- L'accès à des ressources de cyber science : télescopes, réseaux de capteurs, accélérateurs et supercalculateurs
- Un service courrier électronique pour ses membres constituants, Universités et étudiants
- La sécurité : filtrage des spams, mesures contre l'usurpation d'adresse (spoofing) ...
- Des infrastructures d'authentification et d'autorisation : i) eduroam, eduGAIN, Shibboleth, services fédérés d'accès authentification unique (SSO), ii) portails de cyber science⁴
- Des services des ressources partagées telles que des supercalculateurs, des bases de données spécialisées et de streaming pour les visioconférences

Il faut aussi noter que dans la mesure où de nombreux services spécialisés se démocratisent, certains de ces services peuvent être sous-traités à des opérateurs commerciaux.

Ces connexions requièrent des protocoles de sécurité et d'identification spécialisés, ou parfois ponctuellement une très large bande passante, qu'un FAI ne procure généralement pas ou fait payer trop cher.

⁴ Michael Foley, le rôle et le statut des réseaux nationaux d'éducation et de recherche (NREN) en Afrique, Groupe de la Banque Mondiale, 2016

4.2.1 La topologie logique du NREN

Le Réseau National d'Éducation et de Recherche (NREN) a pour vocation de connecter les différents réseaux de campus existants à sa dorsale. Les équipements cœurs de ce backbone doivent être robustes et capables de supporter les technologies nécessaires pour le maintien en condition opérationnelle du réseau.

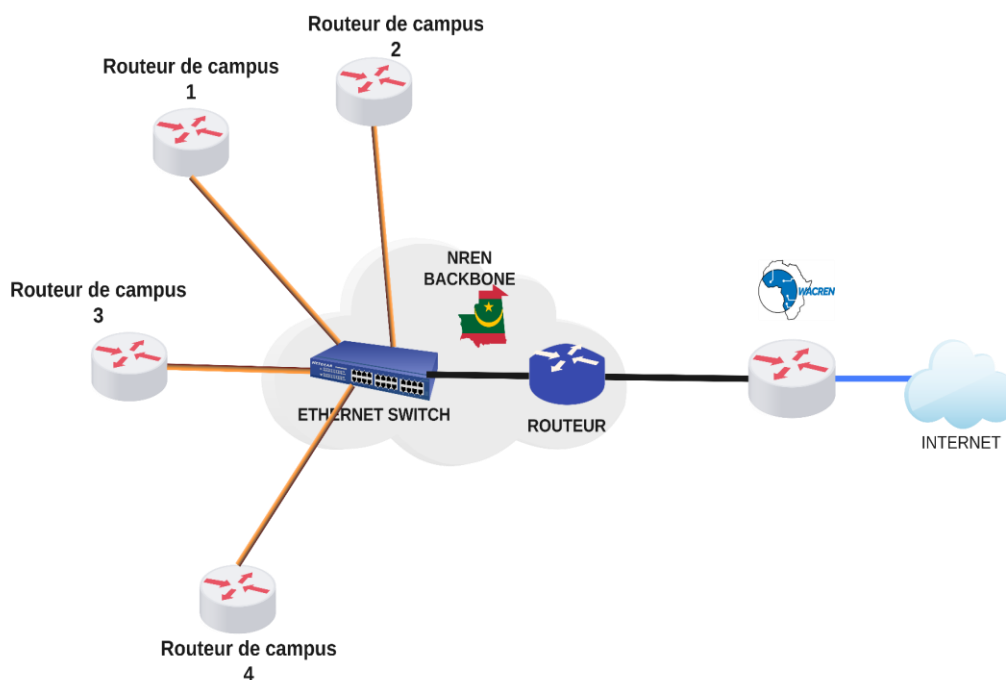
Le NREN connecte des institutions entre elles, soit à l'échelle nationale via un réseau national principal, soit à d'autres NREN à l'échelle régionale ou internationale.

Dans le cas de la Mauritanie le Réseau National d'Éducation et de Recherche sera connecté au réseau d'éducation et de recherche de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (WACREN), qui propose une liaison via un circuit réseau dédié avec bande passante allant jusqu'à 10 Gbit/s avec la prise en charge du routage unicast et multicast IPv4 et IPv6 et l'accès au point d'échange mondial GÉANT Open à Londres fournissant des connexions vers l'Europe et d'autres régions du monde, via un nœud central du NREN à Nouakchott.

Deux modèles d'architecture s'offrent à la dorsale du NREN.

Modèle 1

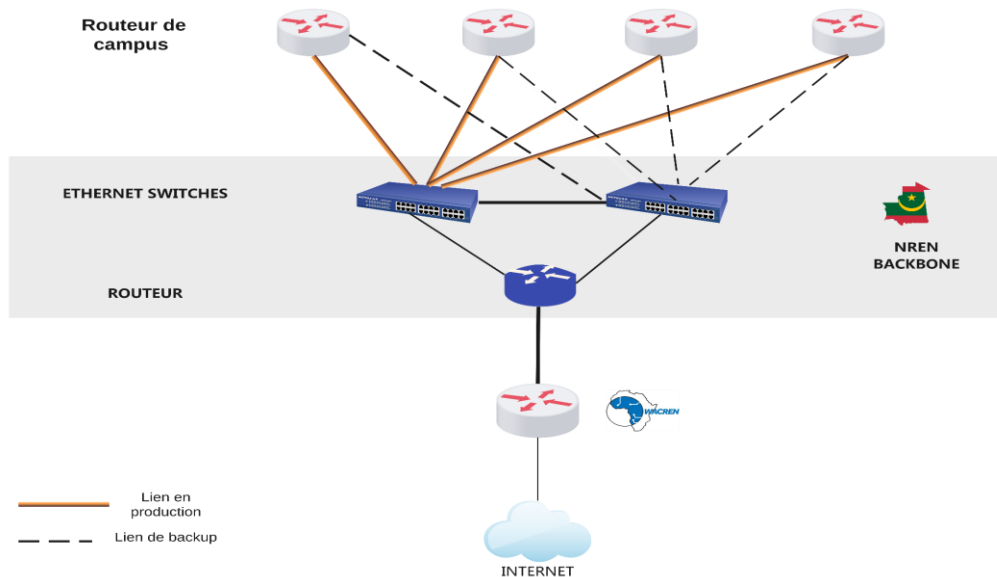
Figure 15 : Schéma modèle 1



Ce modèle simple illustre une dorsale composée d'un commutateur et du routeur du NREN. Les réseaux des campus membres, via leurs routeurs principaux de campus se connectent au commutateur. Le routeur du NREN est connecté au routeur WACREN.

Modèle 2

Figure 16 : Schéma modèle 2



Ce modèle est une architecture à haute disponibilité. Deux commutateurs sont utilisés pour offrir une connexion permanente aux routeurs de campus. Les commutateurs sont configurés en reprise automatique de service (failover) l'un par rapport à l'autre. Chaque commutateur reçoit le lien du routeur de NREN pour acheminer les paquets vers Internet via le routeur WACREN.

4.2.2 Les caractéristiques des équipements du réseau national

Les équipements employés dans la dorsale du réseau national doivent être capables de supporter de gros débits de trafic et être assez robustes pour supporter une montée en charge.

Le tableau ci-dessous présente une liste d'équipements employés dans une dorsale de NREN.

4.2.2.1 Caractéristiques du Commutateur (Switch)

Tableau 11 : Caractéristiques du commutateur

Ordre	Caractéristiques	Détails
01	Port	48x 10G SFP+ 8x 100G QSFP28
02	Switching Capacity	Au moins 1 Tbps
03	SDRAM	4GB
04	Flash Memory	8GB
05	Packet Buffer	Au moins 30MB

06	MAC Address	96K
07	IPv4/IPv6 Routes	128,000/64,000
08	Protocoles	Stacking, BGP4/BGP4+, EVPN-VXLAN, REUP, GR, BFD
09	Administration	SNMP v1/v2c/v3, CLI, Telnet, SSH, ansible, NETCONF, OpenFlow
10	Sécurité	ACL, RADIUS, TACACS+, DHCP Snooping, etc.

4.2.2.2 Caractéristiques du Routeur

Tableau 12 : Caractéristiques du routeur

Ordre	Caractéristiques	Détails
01	Port	32x100GbE QSFP28
02	CPU	4-core 2.4 GHz CPU
03	DRAM	16 GB
04	Stockage	16 GB SSD
05	Protocole	Stacking, BGP4/BGP4+,
06	Administration	SSH, Telnet, SNMP, Puppet, Chef, Ansible
07	IPv4 forwarding throughput (1400 bytes)	Jusqu'à 3.8 Gbps
08	Nombre de route IPv4 ou IPv6	Au moins 2 millions
09	Nombre de route IPv4 ou IPv6	Au moins 1.5 million
10	Nombre de ACL par système	4000
11	Nombre de ACL IPv4 au total	Au moins 60,000

5 EVALUATION DES MOYENS D'INTERCONNEXION DES ETABLISSEMENTS ENTRE EUX ET AVEC LE DATACENTER AINSI QUE LA MISE EN PLACE D'UN NREN

Pour connecter tous les établissements participant aux NREN, il faudra généralement s'appuyer sur l'infrastructure du/des fournisseur(s) de service du pays.

En général, le NREN national ne peut pas se lancer dans un projet d'interconnexion de tous les établissements sur une infrastructure propre, mais plutôt s'appuyer sur des infrastructures de réseau déjà existantes.

L'un des sites visités lors de l'enquête du WACREN était le CLS (station d'atterrissage de câble) de l'IMT. Il a été observé que les principaux fournisseurs de services de Mauritanie étaient présents au datacenter CLS.

Idéalement, toutes les institutions participant du NREN national disposeront d'une connexion agrégée au réseau du NREN national, tandis que le NREN sera connecté au REN régional, qui dans ce cas est WACREN.

Le réseau internet de tous les établissements peut être assuré par un seul fournisseur de services ou, dans certains cas, par une combinaison de fournisseurs.

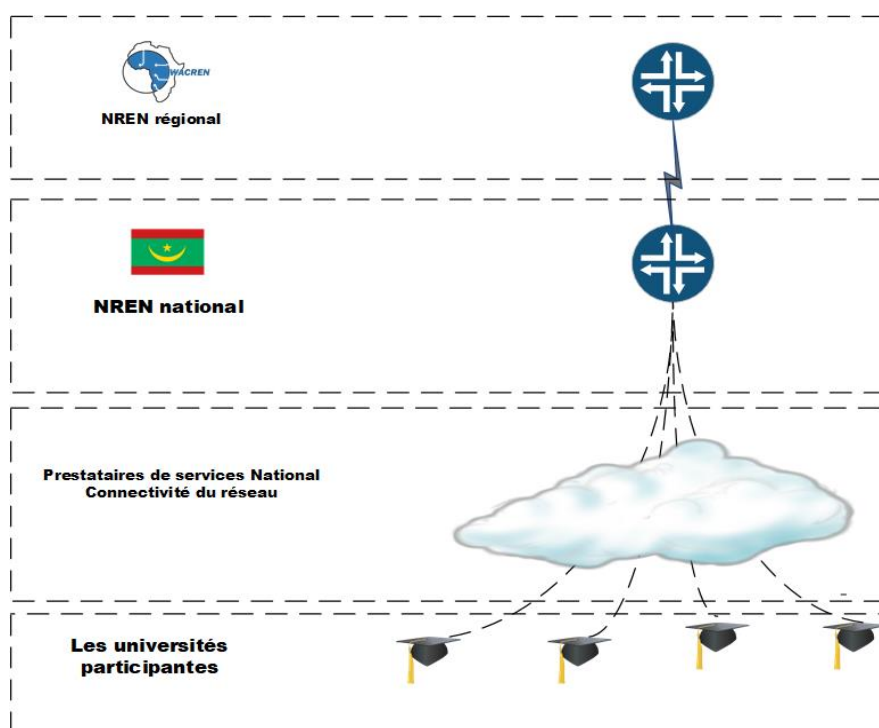
Par exemple, en Côte d'Ivoire, Orange Telecom a interconnecté, à elle seule, toutes les institutions d'enseignement supérieur de RITER, le NREN ivoirien.

Dans le cas de NgREN, le NREN du Nigeria, plusieurs fournisseurs de services ont participé à l'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur.

D'après l'étude et l'enquête en Mauritanie, l'approche nigériane pourrait être envisagée.

La topologie Etablissements - NREN - Regional REN est décrite ci-dessous.

Figure 17 : Typologie des établissements



Certains des fournisseurs de services identifiés sont membre de l'IMT (CLS du câble ACE) qui est le point d'interconnexion.

Les fournisseurs de services peuvent être mis à contribution et tous les établissements participants peuvent se connecter à travers les fournisseurs les mieux adaptés.

En raison de l'étendue de la Mauritanie et de la nature centrale et éloignée des institutions supérieures, certaines institutions seront desservies par fibre optique et d'autres par radio / micro-ondes.

De préférence, une connexion agrégée de niveau 2 entre toutes les institutions et le réseau national NREN sera mise en œuvre. Cela permettra des protocoles de routage internes entre le NREN et les établissements et afin que les établissements puissent utiliser les IP publics du NREN.

Figure 18 : CLS (station d'atterrissage par câble) de ACE - Nouakchott



CLS (station d'atterrissage par câble) de ACE - Nouakchott

5.1 Préconisations

5.1.1 La mise en place d'une entité de coordination nationale pour NREN Mauritanie

Une coordination nationale semble nécessaire pour planifier et organiser la mise en place d'un réseau national de la recherche et de l'éducation

Cette entité aura un rôle moteur dans la création d'un réseau national en choisissant le cœur du réseau qui sera ensuite connecté à d'autres réseaux universitaires et de recherches régionaux via le réseau WACREN.

Cette entité de coordination nationale aura pour objectifs principaux :

- De superviser le déploiement d'infrastructure numérique national pour les établissements d'enseignement supérieur et centres de recherche, puis d'en assurer le bon fonctionnement dans la durée – y compris la définition de la topologie du réseau, des règles de routage, du plan d'adressage etc.. ;
- La rédaction d'une charte de bon usage du réseau ;
- La recherche et la coordination des financements ;
- La supervision du renforcement des compétences des acteurs dans les domaines nécessaires au déploiement et à la maintenance du NREN.

5.1.2 La mise en place d'un NREN en Mauritanie

L'état des lieux des établissements de l'enseignement supérieur mauritaniens montre une hétérogénéité dans les infrastructures actuelles et un manque de cohérence dans la préparation de différents membres potentiels.

En tenant compte de ces facteurs, il est important de choisir les meilleures solutions d'interconnexion pour les établissements d'enseignement supérieur en fonction de leurs emplacements géographiques spécifiques. Cela pourrait impliquer l'utilisation de diverses technologies ou solutions adaptées à chaque situation, tout en s'efforçant de garantir une connectivité fiable et efficace entre tous les établissements, indépendamment de leur localisation géographique.

Le déploiement progressif d'un Réseau National de Recherche et d'Éducation (NREN) en Mauritanie en fonction de la disponibilité des ressources est préconisé.

Ce processus de déploiement progressif permet de commencer avec des établissements pilotes avant d'étendre progressivement le réseau à l'ensemble du pays. Il offre l'avantage de tester, d'ajuster et de perfectionner le système au fur et à mesure de son expansion, tout en tenant compte des réalités opérationnelles et des besoins spécifiques de chaque région ou établissement.

5.1.3 L'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur (EES) de Nouakchott

L'interconnexion des établissements de l'enseignement supérieur qui se situent à Nouakchott via le réseau Intranet de l'Administration pourrait être envisagée comme une solution. Car le projet RIAD prévoit de relier tous les EES se trouvant à Nouakchott au réseau intranet de l'administration via une connexion à haut débit par fibre optique. Ce réseau offrira des vitesses de connexion élevées et une fiabilité accrue.

L'interconnexion des établissements de l'enseignement supérieur en Mauritanie via le réseau Intranet de l'Administration présente certains avantages potentiels :

Infrastructure établie : Utiliser le réseau Intranet de l'Administration existant signifie bénéficier d'une infrastructure déjà en place. Cela réduit les coûts et le temps nécessaires pour

déployer un nouveau réseau, car les équipements et les connexions de base sont déjà opérationnels.

Un accès plus équitable aux ressources et aux informations : En offrant l'interconnexion gratuitement, le réseau RIAD permet aux EES situés à Nouakchott, quelle que soit leur taille ou leur localisation, de bénéficier des avantages d'un réseau à haut débit. Cela contribuera à réduire les disparités entre les EES et à améliorer l'égalité des chances pour les étudiants.

Réduction des coûts : L'interconnexion gratuite permettrait de réduire les coûts initiaux liés à la mise en place d'une infrastructure dédiée pour connecter les établissements d'enseignement supérieur. Cela libérerait des ressources qui pourraient être investies dans le raccordement d'autres EES.

5.1.4 L'Interconnexion des ESS en dehors de Nouakchott

L'interconnexion via le réseau des opérateurs peut être une solution pratique et robuste pour relier les établissements d'enseignement supérieur à l'intérieur du pays. Cependant, il est important de prendre en compte les coûts associés, la qualité de service offerte, les garanties de sécurité et la fiabilité des connexions pour choisir la meilleure option en fonction des besoins spécifiques des établissements et des contraintes budgétaires. Des discussions avec les opérateurs de télécommunication locaux et une évaluation minutieuse des services proposés sont essentielles avant de prendre une décision d'interconnexion via ce réseau.

Voici comment cela pourrait impacter les décisions d'interconnexion :

1. Zones urbaines vs. rurales : Les établissements situés dans les zones urbaines bénéficient souvent d'une meilleure infrastructure de télécommunications, telle que la fibre optique ou des réseaux sans fil à haut débit. En revanche, les zones rurales peuvent avoir des connexions moins performantes ou moins accessibles. L'interconnexion peut nécessiter des solutions différentes pour assurer une connectivité adéquate.
2. Distance et géographie : Les établissements distants ou géographiquement éloignés peuvent nécessiter des technologies de connexion spécifiques, comme la pose d'un câble fibre optique ou les réseaux sans fil à longue portée, pour garantir une interconnexion efficace.
3. Disponibilité des opérateurs de télécommunication : Les différentes zones peuvent être desservies par différents opérateurs de télécommunication. Certains opérateurs peuvent avoir une meilleure couverture dans certaines zones, ce qui peut influencer le choix de l'interconnexion en fonction des partenariats ou des accords existants avec ces opérateurs. Dans ce cas il faut mettre en concurrence les fournisseurs d'accès haut débit pour obtenir une meilleure solution qualité prix.
4. Développement des infrastructures : L'interconnexion peut également dépendre du niveau de développement des infrastructures de télécommunications dans certaines zones. Les zones moins développées pourraient nécessiter des investissements supplémentaires pour assurer une connectivité adéquate entre les établissements. Nous pouvons citer dans ce cadre le cas de l'ISSET Rosso qui se situe à 3 km de la ville et n'est desservie par aucun opérateur de télécommunication.

En tenant compte de ces facteurs, il est important de choisir les meilleures solutions d'interconnexion pour les établissements d'enseignement supérieur en fonction de leurs emplacements géographiques spécifiques. Cela pourrait impliquer l'utilisation de diverses technologies ou solutions adaptées à chaque situation, tout en s'efforçant de garantir une connectivité fiable et efficace entre tous les établissements, indépendamment de leur localisation géographique.

Figure 19 : Carte représentant la localisation géographique des EES



6 EVALUATION DES DEFIS (POLITIQUE/REGLEMENTATION, BUDGET, TECHNOLOGIE, COMPETENCES, ETC.) POUR COMBLER CES LACUNES INFRASTRUCTURELLES

Les principaux défis que l'on peut être amenés à relever sur la route de la construction d'un NREN sont :

6.1 Le défi du coût : comme déjà mentionné, l'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur dépendra fortement de l'infrastructure des fournisseurs de services (opérateurs télécom).

Il y a deux groupes d'établissements :

- 6.1.1 Ceux situés à Nouakchott qui bénéficieront du déploiement du réseau RIAD avec une réduction des coûts et disposent de composants de base majeurs pour l'adhésion à un réseau national d'éducation et de recherche (futur RIMER).
- 6.1.2 Et ceux situés hors de Nouakchott (Nouadhibou, Zouerate, Akjoujt, Rosso, Aleg, Aïoun) qui, malgré l'existence de la fibre optique dans ces villes, ont des problèmes de qualité de connexion internet. Les coûts dépendront, dans un premier temps, de la structure du marché (monopole, quasi-monopole ou compétition).

Le service sera généralement fourni aux NREN, moyennant une redevance. Le coût doit être payé par le NREN au fournisseur de services, sauf s'il existe une sorte d'accord de financement ou de partenariat avec le gouvernement ou une partie externe.

6.2 Le défi de pénétration du réseau national

D'après l'enquête, certains établissements sont mal desservis car ils sont situés dans des endroits qui ne sont pas viables pour une connexion internet à large bande.

Par exemple, les établissements de Rosso, Akjoujt, Aleg et Aïoun sont assez éloignés et pourraient avoir du mal à obtenir une couverture réseau adéquate sans investissement dans les raccordements avec la fibre optique.

Les institutions de la région de Nouakchott semblent être bien desservies et peuvent bénéficier d'une infrastructure en fibre optique.

6.3 Le défi du renforcement des capacités techniques

L'intégration d'un NREN nécessitera non seulement des capacités techniques dans le domaine réseaux, mais aussi dans l'exploitation et la maintenance d'autres services que WACREN et tout autre partenaire du NREN mettra à disposition.

L'état actuel de l'infrastructure de réseau dans certaines des établissements visités et l'interaction avec certains de leurs administrateurs de réseau suggèrent un manque de capacité technique, ce qui va nécessiter un programme conséquent de renforcement des capacités.

6.4 Le défi par rapport à la loi sur la protection des données

Les NREN favorisent le partage d'informations entre les établissements d'enseignement supérieur et de recherche participants. Et ceci à la fois au niveau national, régional et au-delà.

Dans certains cas, les données sont partagées de manière centralisée pour permettre à tous les membres nationaux et régionaux d'y accéder librement.

Le NREN est une communauté de partage de données qui présente une autoroute sans frontières pour le partage de ressources. Un exemple typique est la plateforme Identity Fédération, qui permet aux NREN nationaux participants de s'authentifier globalement à un nombre innombrable de services protégés dont l'accès est géré par un service de gestion des identités.

Au niveau national, les NREN doivent s'assurer que leur gouvernement approuve l'autoroute sans frontières pour le partage des connaissances et des données que les NREN présentent.

7 EXAMEN DES TRAVAUX ET PROGRAMMES EXISTANTS SOUTENUS PAR LES PARTENAIRES DE DEVELOPPEMENT ET GOUVERNEMENTAUX POUR LA CONNECTIVITE DES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

7.1 Le projet du Réseau Intranet Administratif Haut Débit (RIAD)

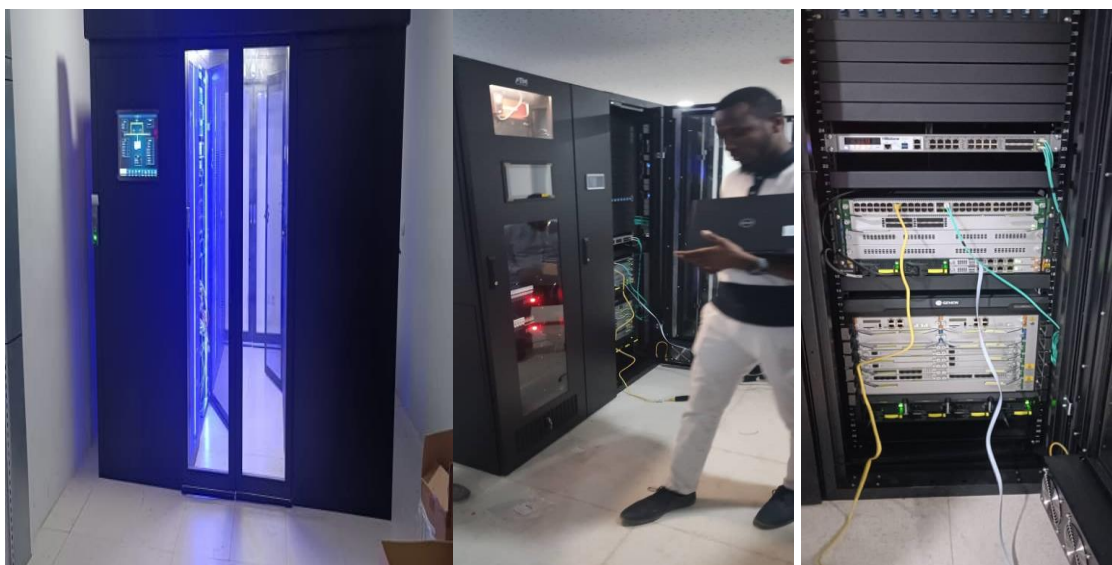
Dans le cadre de cette présente étude, il a été constaté que le réseau RIAD (Réseau Intranet Administratif Haut Débit) est déjà à un stade avancé du déploiement d'un réseau qui prévoit d'interconnecter les établissements d'enseignement supérieur et de recherche de la région de Nouakchott.

Un local technique était déjà en phase d'achèvement et hébergeait des dispositifs de réseau haut de gamme tels que des routeurs et des commutateurs. Des ingénieurs réseaux ont configuré les équipements, démontrant ainsi leur capacité en matière d'ingénierie réseaux.

Le degré d'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur de Nouakchott, reste à déterminer, mais il s'agit d'une initiative louable. Elle peut servir de tremplin au développement progressif du NREN de la Mauritanie.

WACREN, en tant que réseau régional bien établi, pourra assister le futur NREN mauritanien dans le plaidoyer nécessaire à sa maturité.

Figure 20 : RIAD (Réseau Intranet Administratif Haut Débit)



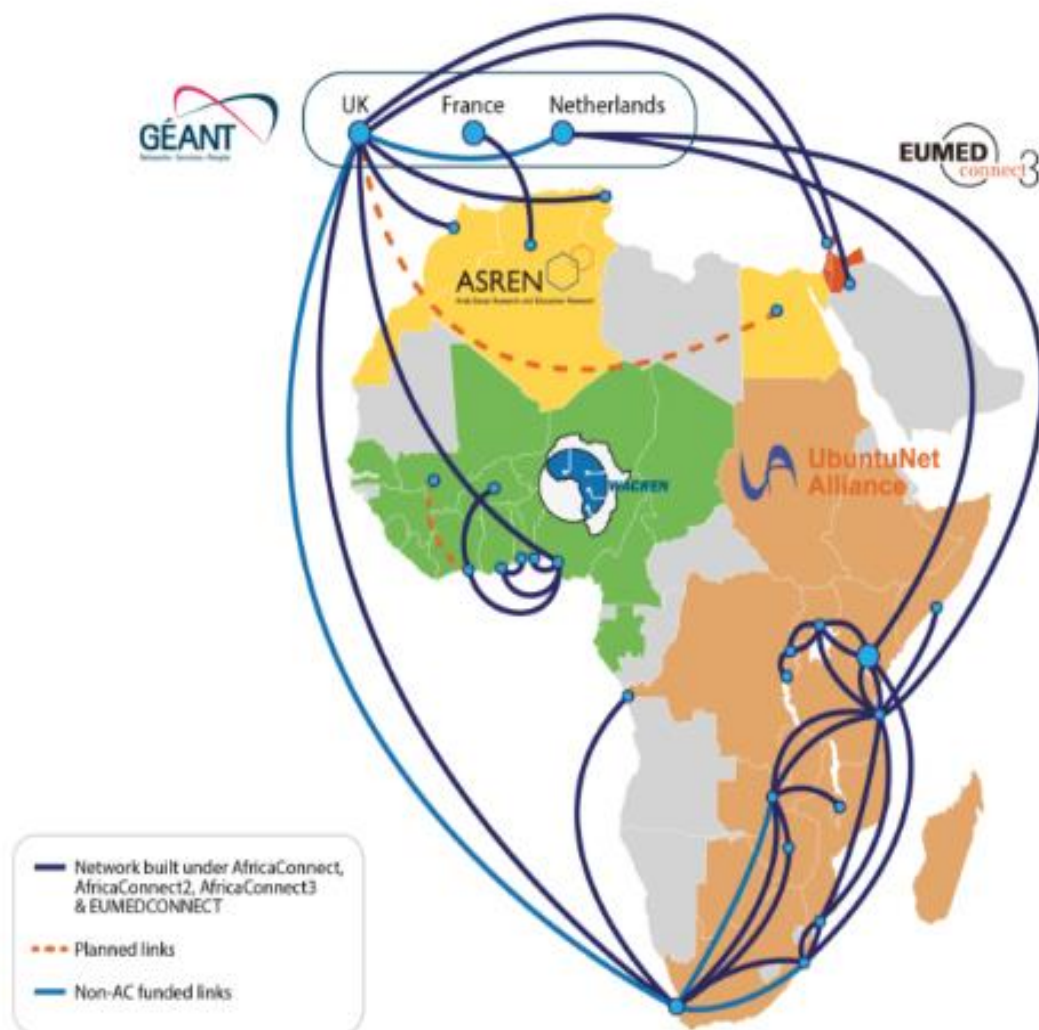
RIAD (réseau Intranet Administratif Haut Débit)

7.2 AfricaConnect3

WARDIP a financé l'adhésion de la Mauritanie à AfricaConnect3 qui est le résultat d'un partenariat des commissions africaines et européennes ayant pour objectif de fournir un réseau internet dédié de grande capacité pour les communautés de recherche et d'éducation en Afrique par l'interconnexion des NREN dédiés en Afrique entre eux, à travers les réseaux régionaux africains (Uburnet Alliance, WACREN et ASREN) et avec leurs pairs situés dans d'autres continents via GÉANT (l'infrastructure REN paneuropéenne).

Ainsi AfricaConnect3 connecte l'Afrique avec des possibilités illimitées en améliorant et en permettant l'accès des chercheurs, des étudiants et des institutions aux technologies, infrastructures et services numériques.

Figure 21 : Carte des pays ayant adhérés à AfricaConnect, 2022



8 CONCLUSION

Dans le domaine des infrastructures réseaux et de connectivité, les établissements de l'enseignement supérieur mauritaniens ont connu ces dernières années des progrès significatifs. Cependant, il existe encore des défis à relever pour assurer une connectivité optimale et un accès à Internet fiable et sécurisé à tous les étudiants, enseignants et chercheurs.

La Mauritanie bénéficie d'un backbone de 5000 km. Près de 4000 km de backbone supplémentaires sont prévus d'ici 2025, afin de connecter toutes les capitales des wilayas (régions) et moughataas (départements), et de créer des boucles pour assurer le service. Une deuxième connexion internationale est en cours (finalisation prévue pour 2024). La couverture en réseau mobile (toutes technologies confondues) est de 94 % et la 4G est arrivée dans une soixantaine de localités.

Le réseau RIAD permettra, en 2024, de connecter plus de 350 sites administratifs au niveau de la capitale, Nouakchott, dont tous les établissements de l'enseignement supérieur.

Un diagnostic de l'état actuel des infrastructures réseaux et de connectivité des établissements de l'enseignement supérieur en Mauritanie a été réalisé par l'équipe de mrDigital-WACREN grâce à des visites sur le terrain, l'organisation d'entretiens et la tenue d'un atelier qui a réuni les responsables de ses établissements. De ce diagnostic il ressort les principaux points suivants :

Les forces :

- L'engagement du MTNIMA et du MESRS, avec l'appui de la Banque Mondiale, de mettre en place un NREN traduit par le financement d'études par le WARDIP et l'adhésion à Africa Connect 3.
- L'existence du réseau RIAD (Réseau Intranet Administratif Haut Débit) qui est déjà à un stade avancé du déploiement d'un réseau qui prévoit d'interconnecter les établissements d'enseignement supérieur et de recherche situés à Nouakchott.
- La plupart des établissements de l'enseignement supérieur disposent d'un réseau local (LAN) filaire, dont la qualité varie d'un établissement à l'autre. Dans certains cas, le LAN est obsolète et ne répond pas aux besoins des utilisateurs.
- La connectivité Internet de ces établissements est assurée par des connexions GSM ou fibre optique. La vitesse de la connexion varie selon les établissements et en fonction de la technologie utilisée.
- L'Université de Nouakchott bénéficie, (i) d'une connexion internationale à internet par fibre de 1G par câble sous-marin, au réseau national d'éducation et de recherche de l'Espagne (RedIRIS), offrant ainsi un accès garanti au réseau pan-européen d'éducation et de recherche GEANT ; (ii) d'un noyau d'enseignants et d'ingénieurs ayant accompagné les projets d'implantation des TIC en Mauritanie ; (iii) d'un centre de calcul qui dispose d'un supercalculateur capable d'effectuer $33,24 \cdot 10^{14}$ opérations à virgule flottantes par seconde et (iv) d'un centre de formation à distance.
- Les établissements situés à Nouakchott (l'Université de Nouakchott, les 4 établissements du Groupe Polytechnique situés à Nouakchott, l'Institut Supérieur du Numérique, l'ISCAE, l'ENS, l'ISERI, l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Santé, l'Institut Supérieur de la Jeunesse et des Sports et le Nouakchott Business School), bénéficieront du déploiement du réseau RIAD avec une réduction des coûts.

Ils disposent de composants de base majeurs pour l'adhésion à un réseau national d'éducation et de recherche (futur RIMER).

Les faiblesses :

- Les établissements situés hors de Nouakchott (l'Institut Supérieur Professionnel de Langues, de Traduction et d'Interprétariat de Nouadhibou, l'Académie Navale de Nouadhibou, l'Institut Mauritanien d'Océanographie et des Pêches de Nouadhibou, l'Institut Supérieur des Métiers de la Mine de Zouerate, l'Université El Mahdhara Chinguitya Al Koubra d'Akjoujt, l'Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique de Rosso, l'Institut Supérieur des Métiers du Bâtiment, des Travaux Publics et de l'Urbanisme d'Aleg et l'Université des Sciences Islamiques d'Aïoun), malgré l'existence de la fibre optique dans leurs villes, ont des problèmes de qualité de connexion internet. Les coûts de connectivité sont élevés avec une qualité insuffisante. Il y a des limitations concernant la capacité de bande passante dans ces zones.
- L'utilisation de différents services Internet, tels que l'accès à l'information, la messagerie électronique, l'enseignement à distance et la collaboration, reste encore limitée dans certains établissements.
- Presque tous les établissements ont besoin de renforcer leurs capacités en ressources humaines et en équipements pour adhérer au futur RIMER.

Les recommandations :

De ce diagnostic, les principales recommandations suivantes ont été formulées, pour relever les défis (Coût, pénétration du réseau national, renforcement des capacités, loi sur la protection des données) et pour améliorer l'état des infrastructures réseaux et de connectivité des établissements de l'enseignement supérieur en Mauritanie, afin de faciliter la mise en place d'un réseau national de recherche et d'éducation (NREN) :

- La modernisation des réseaux locaux des établissements pour répondre aux besoins d'adhésion au RIMER en les dotant de centre de données 24/7 équipé de serveurs pour la messagerie électronique, l'hébergement Internet, le stockage en nuage, l'administration, les applications, la surveillance du réseau, etc., et doté des équipements de refroidissement nécessaires et d'un système d'alimentation sans interruption(UPS).
- L'organisation de sessions de formation pour le personnel technique des services internet dans les institutions membres et, si besoin, fournir une assistance directe en vue d'améliorer les réseaux de campus des membres (résoudre les problèmes de performance, aider à la conception et installation de l'accès sans fil, etc.).
- L'augmentation de la bande passante Internet des établissements de l'enseignement supérieur pour garantir la connectivité nécessaire.
- La constitution d'une équipe chargée de la mise en place du RIMER.
- Le RIMER doit se charger du fonctionnement d'une infrastructure gigabit nationale qui connecte les réseaux des établissements d'enseignement supérieur entre eux et avec d'autres NREN à l'échelle régionale et internationale et offrant des services tels qu'AAI pour EDUROAM, EDUGAIN et Shibboleth, systèmes de visioconférences et des accès à des ressources de cyber science : télescopes, réseaux de capteurs et supercalculateurs.
- Toutes les EES, les centres de recherche, les centres hospitaliers universitaires, les grandes bibliothèques, et les musées devraient devenir membres du RIMER.

- L'interconnexion des établissements d'enseignement supérieur et de recherche de Nouakchott au réseau RIAD.
- L'extension du réseau RIAD aux autres capitales et en priorité à Nouadhibou ;
- En attendant l'extension du RIAD à toutes les capitales régionales, utiliser des technologies de connexion spécifiques, comme la pose d'un câble fibre optique ou les réseaux sans fil à longue portée, pour garantir une interconnexion efficace pour les établissements distants ou géographiquement éloignés des câbles de fibre optique. C'est le cas de quelques établissements dont l'ISSET Rosso qui se situe à 3 km de la ville et n'est desservi par aucun opérateur de télécommunication.

La mise en œuvre de ces mesures permettra de garantir une connectivité nécessaire et un accès à Internet, fiable et sécurisé, pour la mise en place d'un réseau national de recherche et d'éducation offrant en plus des services nécessaires à la formation, la recherche et la gestion pédagogique, administrative et financière des EES.

9 REFERENCES

1. Stratégie de Croissance Accélérée et de Prospérité Partagée (SCAPP) 2016-2030, MAEDD, Mauritanie
2. Agenda National de Transformation Numérique 2022-2025, MTNIMA, Mauritanie, 2022
3. Stratégie pour la commercialisation des capacités excédentaires de connectivité vers les pays de la région (transit), l'optimisation de la bande passante de la connectivité internationale existante, et l'élaboration de l'offre de référence pour la future connectivité internationale, WARDIP, MTNIMA, Mauritanie, 2023
4. Etat de préparation au commerce électronique, UNCTAD/DTL/ECDE/2023, MTNIMA, Mauritanie, 2023
5. Stratégie nationale de promotion du haut débit et de l'accès universel, MTNIMA, Mauritanie, 2019
6. Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation, MESRS, Mauritanie, 2022
7. Stratégie Nationale de l'Enseignement supérieur à l'horizon 2030, MESRS, 2022.

10 ANNEXES

10.1 Université de Nouakchott

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Mohamed Lamine Diakité diakite@una.mr / ml.diakite@gmail.com
+222 43 48 65 08

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouakchott
	Localisation (coordonnées GPS)	18.161138, -15.992472
	Nombre d'étudiants	20429
	Nombre d'enseignants/chercheurs	511
	Nombre de personnel administratif	505
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	7
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Fibre
	Nombre de routeurs installés	1
	Nombre de switches installés	40+
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Oui
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	16 CPU; 1.5 TB
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	3
	Nombre de techniciens du service informatique	4
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	• Système et réseau • Sécurité informatique
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	1024
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Fibre
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	4
	Liste des opérateurs	• Rediris • Canalink • Mauritel • IMT
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	32

10.2 Groupe Polytechnique

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Moustapha El Aoun mo.enaoun@esp.com 20 23 23 03

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouakchott Aleg Zouerate
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	1 321
	Nombre d'enseignants/chercheurs	69
	Nombre de personnel administratif	432
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	10
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Fibre
	Nombre de routeurs installés	3
	Nombre de switchs installés	15
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Oui
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	100 VCPU, 256 Go
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	4
	Nombre de techniciens du service informatique	5
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseau et Sécurité
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	30 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Fibre
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	85 000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	Mauritel
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Oui
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	4

10.3 Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration d'Entreprises ISCAE

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Med Abdellahi Amar, med.abdellahi.amar@iscae.mr, 00 2223 3100069

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouakchott
	Localisation (coordonnées GPS)	18.08970822703224, -15.965278431726697
	Nombre d'étudiants	2150
	Nombre d'enseignants/chercheurs	33
	Nombre de personnel administratif	12
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	3
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	CAT5/CA T6
	Nombre de routeurs installés	3
	Nombre de switchs installés	5
	Existence d'un datacenter (oui/non)	non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	1
	Nombre de techniciens du service informatique	2
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	non
	Si oui, dans quels domaines	
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	200 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	fibre
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	8000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	Mauritel
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	1

10.4 Ecole Normale Supérieure

Contact : BABA AININA ainina_3@hotmail.com ainina.baba@ens.mr

Téléphone 42438008

N°	Questions	Réponses
	Informations Générales	
	Statut de l'Etablissement	Etablissement Publique à caractère Administratif
	Localisation	Nouakchott
	Localisation (Coordonnées GPS)	
	Nombre Etudiants	520
	Nombre Enseignants/Chercheurs	70
	Nombre du personnel administratif	58
	Réseau du Campus	
	Existence d'un réseau de campus	Oui
	Nombres de bâtiments interconnectés	8
	Nature de l'interconnexion	Fibre optique
	Nombre de routeurs installés	4
	Nombre de switchs installés	8
	Existence d'un datacenter	Non
	Ressources Humaines	
	Existence d'un Service Informatique	Oui
	Nombre d'ingénieurs du Service Informatique	1
	Nombre de techniciens Service Informatique	3
	Besoin de renforcement des capacités	Oui
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion	100 Mbps
	Technologie Utilisée	Fibre
	Cout mensuel de la connexion internet	90 000 MRU
	Nombre d'opérateurs	4
	Liste opérateurs	Mauritel, Chinguitel, Mattel , Rimatel
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC	Non
	Nombre adresses IP fournies par l'opérateur	2

10.5 Institut Supérieur du Numérique SupNum

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : 49 07 36 29

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouakchott
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	145
	Nombre d'enseignants/chercheurs	4
	Nombre de personnel administratif	9
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	2
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	
	Nombre de routeurs installés	13
	Nombre de switchs installés	4
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	1
	Nombre de techniciens du service informatique	1
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseau
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	100 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Fibre
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	

10.6 Institut Supérieur d'Etude et de Recherche Islamique

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Salah Mohamed Lemine salah89@gmail.com 41 76 38 47

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouakchott
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	4825
	Nombre d'enseignants/chercheurs	104
	Nombre de personnel administratif	270
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	3
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	CAT5/CAT6
	Nombre de routeurs installés	7
	Nombre de switchs installés	7
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	2
	Nombre de techniciens du service informatique	1
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseaux
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	15 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Hertzien
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	91 400 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	1

10.7 ISPILTI

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Moulaye Eli Moulaye Driss 41 41 42 27

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouadhibou
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	354
	Nombre d'enseignants/chercheurs	5
	Nombre de personnel administratif	11
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	3
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Hertzien
	Nombre de routeurs installés	1
	Nombre de switchs installés	6
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	DL380, 2,4 , 32 GBR
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	1
	Nombre de techniciens du service informatique	1
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Gestion de la salle technique
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	20 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Fibre optique
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	25 600 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	MAURITEL
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	1
Commentaires : Existence de 32 caméras de surveillance		

10.8 Académie Navale Nouadhibou

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : El Ghassen Sidi Ali sidialykassem@gmail.com

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouadhibou
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	254
	Nombre d'enseignants/chercheurs	14
	Nombre de personnel administratif	35
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Non
	Nombre de bâtiments interconnectés	3
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Fibre
	Nombre de routeurs installés	5
	Nombre de switchs installés	6
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	1
	Nombre de techniciens du service informatique	0
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Maintenance réseau
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	100 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Fibre optique
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	4000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	3
	Liste des opérateurs	MAURITEL MATTEL RIMATEL
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	1

10.9 IMROP

Contact (Mohamed ould sidi Email tel 22421053):

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Nouadhibou
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	
	Nombre d'enseignants/chercheurs	80
	Nombre de personnel administratif	30
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	
	Nombre de bâtiments interconnectés	7
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	fibre
	Nombre de routeurs installés	1
	Nombre de switchs installés	8
	Existence d'un datacenter (oui/non)	OUI
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	02
	Nombre de techniciens du service informatique	02
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	OUI
	Si oui, dans quels domaines	Réseau
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	20 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	fibre
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	60000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	01
	Liste des opérateurs	MOURITEL
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Nom
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	200
Commentaires : Ces réponses concernent la direction de l'IMROP à Nouadhibou Nous vous signalons que nous avons les antennes de Nouakchott Kaédi et Mbout		

10.10 ISET Rosso

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : Chighali EHSSEIN 27 00 79 15

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Rosso
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	267
	Nombre d'enseignants/chercheurs	31
	Nombre de personnel administratif	99
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	3
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Fibre, CAT5/CAT6
	Nombre de routeurs installés	1
	Nombre de switchs installés	8
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	3
	Nombre de techniciens du service informatique	2
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseau et maintenance
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	4G
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	100 000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	2
	Liste des opérateurs	MAURITEL MATEL
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	

10.11 La Grande Mahadra Chinguitiya d'Akjoujt

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : lagrandmahadra@gmail.com

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Akjoujt
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	549
	Nombre d'enseignants/chercheurs	37
	Nombre de personnel administratif	60
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Non
	Nombre de bâtiments interconnectés	
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	
	Nombre de routeurs installés	
	Nombre de switchs installés	
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	1
	Nombre de techniciens du service informatique	0
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseau et maintenance
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	4 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Hertzien
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	24 000 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	3
	Liste des opérateurs	MAURITEL MATEL GLOBAL TECHNIC
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	
Commentaires : Nouvellement créé ne dispose pas encore de campus.		

10.12 Université des Sciences Islamiques d'Aïoun

Contact (Nom, adresse email, téléphone) : usia.mr

N°	Question	Réponse
	Informations générales	
	Statut de l'établissement (Publique / Privé)	Publique
	Localisation (ville)	Aïoun
	Localisation (coordonnées GPS)	
	Nombre d'étudiants	2000
	Nombre d'enseignants/chercheurs	70
	Nombre de personnel administratif	200
	Réseau de campus	
	Existence d'un réseau de campus (oui/non)	Oui
	Nombre de bâtiments interconnectés	2
	Nature de l'interconnexion (fibre, CAT5/CAT6, hertzien)	Hertzien
	Nombre de routeurs installés	1
	Nombre de switchs installés	1
	Existence d'un datacenter (oui/non)	Non
	Si oui, succincte description des capacités (CPU, storage, etc.)	
	Ressources humaines	
	Existence d'un service informatique (oui/non)	Oui
	Nombre d'ingénieurs du service informatique	0
	Nombre de techniciens du service informatique	0
	Besoin de renforcement de capacité (oui/non)	Oui
	Si oui, dans quels domaines	Réseau et maintenance
	Connexion Internet	
	Capacité de la connexion Internet (en Mbps)	8 Mbps
	Technologie utilisée (fibre, hertzien, etc.)	Hertzien
	Coût mensuel de la connexion Internet (en Ouguiyas)	7 500 MRU
	Nombre d'opérateurs de télécommunications fournissant des services de connectivité dans la localité	1
	Liste des opérateurs	MAURITEL
	Ressources IP	
	Adresses IP et ASN obtenus d'AFRINIC (oui/non)	Non
	Si oui, plage d'adresses et numéro ASN	
	Si non, nombre d'adresses fournies par le fournisseur de service Internet	1
Commentaires : Nouvellement créé ne dispose pas encore de campus : Fournir un réseau adéquat. Existence de formation à distance pour étudiants mauritaniens aux Emirats et Arabie Saoudite.		



REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur-Fraternité-Justice

Ministère de la Transformation Numérique, de
l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration



Projet Régional d'Intégration Numérique en Afrique de l'Ouest
(WARDIP-MAURITANIE)

Projet de Réseau National de Recherche et d'Enseignement (NREN) – Atelier de présentation

Lundi 13 novembre 2023

Lieu : MAURICENTER

Programme de l'atelier

9h30 - 10h00	Accueil des participants - Pause-café
10h00 - 13h00	• Exposés (Modérateur ; Mohamed Lemine SALIHI, CM-MTNIMA, Coord. WARDIP-MR, 30mn) : ◦ « Connectivité en Afrique : Africa Connect-3, WACREN » M. B. Barry DG de WACREN ◦ « NREN en Mauritanie » M. A. Haouba Professeur des Universités, Expert ◦ « Expérience de connectivité de l'Université de Nouakchott », M. ML. Diakité • Panel : « Connectivité des établissements d'enseignement supérieur mauritaniens » (Modérateur : Mohamed Vall ZEYAD, DSI-MESRS – 2h30) ◦ Intervenants : Représentants des établissements d'enseignement supérieur
13h00 - 14h00	Pause déjeuner
14h00 - 14h45	Mots d'ouverture : - Monsieur le Ministre de la Transformation Numérique, de l'Innovation et de la Modernisation de l'Administration - Madame la Représentante Résidente de la Banque mondiale en Mauritanie - Monsieur le Directeur Général de WACREN
14h45 - 15h00	Pause-café
15h00 - 16h00	Conclusions et Clôture

Géolocalisation des établissements d'enseignement supérieur

Nom	SIGLE	VILLE	Coordonnées GPS
L'université de Nouakchott	UN	Nouakchott	18.159994461399158, -15.993293139306973
Faculté de Médecine	FM	Nouakchott	18.14946707500486, -15.990028952366394
L'Institut Universitaire Professionnel (IUP)	IUP	Nouakchott	18.08908527243137, -15.967449195558672
L'École Nationale Supérieure (ENS)	ENS	Nouakchott	18.10010236907085, -15.960625298753712
L'Institut Supérieur du Numérique	SUPNUM	Nouakchott	18.135130496166507, -15.990459325484467
l'École supérieure polytechnique	ESP	Nouakchott	18.083301573521783, -15.994355459714203
L'Institut Supérieur des Études et Recherches Islamique	ISERI	Nouakchott	18.079217376826517, -15.972430515902392
L'Institut Supérieur Anglais (ISA)	ISA	Nouakchott	18.17050429826696, -15.999869445164924
L'Institut Supérieur de Comptabilité d'Administration des Entreprises	ISCAE	Nouakchott	18.089416001210672, -15.966326455366977
L'Institut Supérieur Professionnel de Langues, de Traduction et d'Interprétariat	ISPLTI	Nouadhibou	20.93057440066794, -17.045923786084074
Académie Navale, Nouadhibou	ANN	Nouadhibou	20.85985100383245, -17.036998298496307
IMROP (Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et de Pêches)	IMROP	Nouadhibou	20.859704071974285, -17.03696249969605
L'Université des Sciences Islamiques d'Aïoun	USIA	Aïoun	16.644622598161163, -9.602642662965858
L'Institut Supérieur de l'Enseignement Technologique	SET	Rosso	16.52742490639672, -15.774099519681126
l'Institut Supérieur des Métiers du Bâtiment, des Travaux Publics et de l'Urbanisme	ISMBTPU	Aleg	17.099824997980697, -13.884915144952295
l'Institut Supérieur des Métiers de la Mine	ISMM	Zouerate	22.73937731388694, -12.484220016749363
L'Université El Mahdara Chinguita Al Koubra	UMCA	Akjoujt	19.758917193052373, -14.367428575993484