



***UNION AFRICAINE DES TELECOMMUNICATIONS
RAPPORT FINAL – EVALUATION DES IXP EN AFRIQUE***



Contrôle des documents

N°	Type d'information	Données du document
1.	Titre du document	Rapport final – Union Africaine des Télécommunications : Évaluation Des IXP en Afrique
2.	Date de publication	22/08/2025
3.	N° de version du document	V5.0
4.	Propriétaire du document	Union Africaine des Télécommunications
5.	Auteur(s) du document	Sentinel Africa Consulting Limited

Approbateurs du document

#	Approbateur	Fonction de l'approbateur	Signature	Date d'approbation
1.	Faith Mueni	Sentinel Africa, directrice de l'engagement		24/10/2025
2.	Isaac Boateng	Parrain du projet		26/10/2025



TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX	6
ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	7
1 RÉSUMÉ	8
Contexte	8
Objectif	8
Approche	8
1.4 Principales conclusions (défis et opportunités)	8
Recommandations	9
Appel à l'action	10
Conclusion	10
2 INTRODUCTION	11
3 REVUE DE LA LITTÉRATURE	13
3.1 Études empiriques	13
3.1.1 Paysage mondial des IXP	13
3.1.2 Paysage des IXP africains	13
3.1.3 Avantages en termes de préparation technique et de performances	13
3.1.4 Incitations économiques et impact sur les économies de coûts	14
3.1.5 Préparation technique, capacité et succès des IXP en Afrique	14
3.1.6 Préparation et capacités techniques, politiques et réglementation	15
3.1.7 Confiance communautaire et succès des IXP en Afrique	15
3.1.8 Incitations économiques et succès des IXP en Afrique	16
3.1.9 Confiance communautaire, politique et réglementation	16
3.1.10 Incitations économiques, politiques et réglementations	16
3.1.11 Politiques, réglementation et succès des IXP en Afrique	17
4 MÉTHODOLOGIE	18
4.1 Conception de la recherche	18
4.1.1 Outils de collecte de données	18
4.1.2 Population et taille de l'échantillon	18
4.1.3 Validité et fiabilité des données	18
4.1.4 Limites	19
5 COLLECTE DE DONNÉES	20
5.1 Activités préliminaires:	20
5.2 Collecte d'informations :	20



5.3	Identification des participants:	20
5.4	Réunion des points focaux :	20
5.5	Réunion Af-IX :	20
5.6	Participation	21
6	RÉSULTATS ET ANALYSES	22
6.1	Impact des IXP sur la connectivité, les performances et les coûts	26
6.2	Rôle des parties prenantes	27
6.3	Modèles et tendances	28
6.3.1	Tendances géographiques	29
6.3.2	Modèles de réglementation	30
6.3.3	Modèles d'exploitation	30
7	FORCES ET FAIBLESSES OPÉRATIONNELLES	32
7.1	Défis	32
7.2	Possibilités d'expansion	33
7.3	Lacunes dans les données de recherche	33
8	RECOMMANDATIONS	35
8.1	Développement des IXP	35
8.2	Stratégies de partenariat et de collaboration	37
8.2.1	Coopération multipartite	37
8.2.2	Stratégies de collaboration pour des partenariats en matière de formation et de renforcement des capacités	38
9	STRATÉGIES RÉGIONALES SUR MESURE	39
10	FEUILLE DE ROUTE STRATÉGIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES IXP	51
10.1	Feuille de route stratégique par étapes pour la croissance des IXP en Afrique	51
10.1.1	Court terme – 2 ans	51
10.1.2	Long terme – 5 ans	51
10.1.3	Long terme - 10 ans	51
11	CONCLUSION	54
12	APPEL A l'ACTION	55
	RÉFÉRENCES	56
	Annexe 1 Questionnaire d'enquête	58
	Annexe 2 – Répondants à l'enquête	58



LISTE DES FIGURES

Figure1 : Facteurs de réussite des IXP	17
Figure2 : Périodes de lancement des IXP	22
Figure3 : Répartition régionale en pourcentage des IXP	23
Figure4 : Nombre d'IXP créés par an	25
Figure5 : Carte des IXP africains.....	39



LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Réponses à l'enquête	9
Tableau2 : tendances et modèles régionaux	31
Tableau3 : forces et faiblesses des IXP	32
Tableau4 : Expansion des IXP	44
Tableau5 : Optimisation des IXP	46
Tableau6 : Suivi, évaluation et apprentissage	49
Tableau7 : Feuille de route stratégique	52
Tableau8 : Principaux acteurs.....	53



ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

Abréviation	Définition
Af-IX	Association africaine des points d'échange Internet (anciennement AfNOG)
AfriNIC	Centre Africain d'Information sur les Réseaux
ANTIC	Agence Nationale des Technologies de l'Information et de la Communication (Cameroun)
ART	Agence de Régulation des Télécommunications (Cameroun)
ARTAC	Association Régionale Africaine des Télécommunications de l'Afrique Centrale
ARN	Autorités réglementaires nationales
BFIX	Point d'échange Internet du Burkina Faso
BGP	Protocole de passerelle frontière
CAE	Communauté de l'Afrique de l'Est
CDN	Réseaux de diffusion de contenu
CEMAC	Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale
CEEAC	Communauté Economique des États de l'Afrique Centrale
CEDEAO	Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest
CER	Communautés Économiques Régionales
CRASA	Association des Régulateurs des Communications d'Afrique Australe
EACO	Organisation des Communications d'Afrique de l'Est
EG-IX	Échange Internet égyptien
FAI	Fournisseurs d'Accès à Internet
FSU	Fonds de service universel
ICANN	Société pour l'attribution des noms et numéros sur Internet
ISOC	Internet Society
IXP	Points d'échange Internet
IXPN	Point d'échange Internet du Nigeria
KIXP	Point d'échange Internet du Kenya
MDAs	Ministères, départements et agences
M&E	Suivi et évaluation
MMLPA	Accords multilatéraux de peering
NOG	Groupes d'opérateurs de réseaux
NREN	Réseaux nationaux de recherche et d'enseignement
NSRC	Centre de ressources pour le démarrage des réseaux
OIG	Organisations Intergouvernementales
ORM	Opérateurs de réseaux mobiles
PoPs	Points de présence
PPP	Partenariats Public-Privé
RASCI	Responsable, redevable, solidaire, consulté, informé (matrice)
RIXP	Points d'échange Internet régionaux
SADC	Communauté de développement de l'Afrique Australe
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UA	Union Africaine
UAT	Union Africaine des Télécommunications

1 RÉSUMÉ

1.1 Contexte

L'importance mondiale de l'Internet rend nécessaire son utilisation dans diverses régions. Des technologies telles que les points d'échange Internet (IXP) améliorent l'écosystème Internet en connectant plusieurs réseaux, en réduisant la latence et en améliorant l'efficacité de la bande passante. L'Afrique a besoin d'un écosystème IXP robuste pour atteindre la souveraineté numérique, réduire les coûts et favoriser une économie Internet locale résiliente.

1.2 Objectif

L'objectif principal de ce rapport est de fournir une évaluation stratégique complète du paysage des points d'échange Internet (IXP) en Afrique. L'évaluation se concentre sur leur état actuel, leurs défis, leurs impacts sur la connectivité, les rôles des parties prenantes et les stratégies d'expansion et d'optimisation, en particulier dans les zones mal desservies. Il sert de guide fondé sur des données à l'Union Africaine des Télécommunications (UAT), aux régulateurs des États membres et aux parties prenantes du secteur pour comprendre l'état actuel, l'impact économique et le potentiel de croissance de l'infrastructure Internet du continent.

1.3 Approche

Afin de mener cette évaluation, une approche mixte a été déployée. Elle comprenait une enquête quantitative via Google Forms ciblant les États membres de l'UAT, les opérateurs de télécommunications, les associations d'opérateurs de télécommunications, les FAI et les IXP. Des entretiens qualitatifs ont également été menés avec des informateurs clés issus de la population susmentionnée, et une analyse secondaire des données provenant de sources fiables telles que Af-IX a été réalisée. À l'aide d'un échantillonnage raisonné, l'enquête a été menée auprès de 30 membres de l'UAT représentés soit par les ministères, les régulateurs, les opérateurs de télécommunications ou les IXP, en fonction de la personne désignée comme répondant par le point focal du pays.

1.4 Principales conclusions (défis et opportunités)

À la mi-2025, on comptait environ 57 IXP opérationnels dans 36 pays africains. La figure 5 ci-dessous montre la répartition actuelle des IXP en Afrique. L'Afrique du Sud, le Kenya, le Nigeria et l'Égypte sont en tête en termes de maturité et de répartition des IXP. Les modèles opérationnels varient entre des modèles à but non lucratif, communautaires (par exemple, KIXP au Kenya), des initiatives menées par le gouvernement (par exemple, EG-IX en Égypte) et des modèles menés par le secteur privé. La plupart des IXP sont neutres, mais l'application de la neutralité reste incohérente.

Région	Ministères	Régulateurs	IXP	Associations de telcos	Opérateurs telcos et FAI	Réponse totale	Réponses uniques
Afrique de l'Est	6	1	1	2	0	10	6



Afrique australe	6	0	1	0	0	7	6
Afrique de l'Ouest	4	0	3	0	0	7	6
Afrique centrale	1	2	1	0	0	4	3
Afrique du Nord	0	1	1	0	0	2	1
Total	17	4	7	2	0	30	22

Tableau1 : Réponses à l'enquête

Sur l'échantillon de 30 pays, 22 réponses uniques ont été fournies par les États membres de l'UAT, comme le montre le tableau 1 ci-dessus.

Les grands FAI, les CDN et les fournisseurs de télécommunications multinationaux sont actifs dans le domaine du peering, tandis que les petits FAI et les fournisseurs de contenu locaux sont confrontés à des difficultés en raison du manque d'incitations et de capacités. Il en résulte une participation inégale entre les régions. Les pays manquent souvent de politiques nationales claires en matière de haut débit et de peering, ce qui entraîne une mise en œuvre insuffisante et des inefficacités bureaucratiques.

La pénurie d'ingénieurs réseau qualifiés et l'infrastructure technique obsolète entravent encore davantage le développement des points d'échange Internet (IXP). De nombreux IXP dépendent du financement de donateurs ou de budgets gouvernementaux irréguliers, ce qui affecte leur viabilité. En outre, l'absence de données nationales désagrégées sur les politiques et le manque d'informations sur le financement ont un impact négatif sur la croissance et le développement des IXP.

L'évaluation comparative des performances des IXP est souvent insuffisante, avec un enregistrement limité des mesures telles que le débit et la latence. Le soutien des gouvernements varie, certains promouvant activement les IXP tandis que d'autres sont confrontés à des défis réglementaires. Des organisations telles que l'Union africaine et l'ISOC fournissent des conseils techniques, mais la coordination reste fragmentée, ce qui entrave le renforcement efficace des capacités.

1.5 Recommandations

Cette étude présente des recommandations pour la croissance des points d'échange Internet (IXP) africains, soulignant l'importance des investissements dans les infrastructures de câbles à fibre optique et de centres de données, ainsi que des politiques de soutien.

Le renforcement des capacités par la formation et la sensibilisation est essentiel au développement des IXP. Le rapport préconise des partenariats public-privé pour financer les IXP dans les régions mal desservies et suggère un cadre de reporting standardisé pour améliorer la collecte de données.



Des politiques nationales stratégiques en matière d'IXP impliquant les FAI et les CDN sont nécessaires, ainsi que des centres régionaux pour les pays enclavés. L'amélioration des performances, de la cybersécurité et de la gouvernance est cruciale, malgré les défis existants en matière de documentation et de cartographie.

1.6 Appel à l'action

Haute priorité (0 à 2 ans) : adopter des politiques nationales claires en matière d'IXP, lancer des programmes ciblés de renforcement des capacités pour les ingénieurs IXP et créer 3 à 5 nouveaux IXP dans les pays prioritaires mal desservis. Responsables : régulateurs nationaux, UAT, Af-IX.

À moyen terme (3 à 5 ans) : développer 2 à 3 IXP régionaux (RIXP) ancrés dans des CER telles que la CEDEAO et la SADC afin de réduire les coûts transfrontaliers et mener des campagnes agressives de localisation des CDN. Responsables : CER, opérateurs d'IXP, secteur privé.

Long terme (5 à 10 ans) : parvenir à une interconnectivité totale des IXP à l'échelle du continent et intégrer les IXP dans les cadres nationaux de cybersécurité, afin de positionner l'Afrique comme une plaque tournante mondiale du peering. Responsables : UA, UAT, toutes les CER.

1.7 Conclusion

Le développement des IXP est crucial pour l'avenir économique et la résilience numérique de l'Afrique. Nous exhortons les régulateurs à mettre en œuvre des politiques favorables, à donner la priorité aux infrastructures IXP et à encourager les FAI à investir dans des points d'échange locaux pour une croissance numérique inclusive

2 INTRODUCTION

Les points d'échange Internet (IXP) ont fait leur apparition dans le monde entier dans les années 1990 afin de faciliter l'échange de trafic local et de réduire la dépendance vis-à-vis des liaisons de transit internationales, coûteuses et présentant des latences élevées en raison de la connectivité par satellite. En Afrique, les IXP ont commencé à apparaître à la fin des années 1990, avec le lancement par l'Afrique du Sud des IXP JINX et CINX, suivis par le Kenya Internet Exchange Point (KIXP), lancé en 2001, qui a fait figure de pionnier. Depuis 2010, le nombre d'IXP en Afrique a triplé, sous l'effet de l'arrivée des câbles sous-marins, de l'essor des centres de données neutres vis-à-vis des opérateurs, de la demande croissante en matière d'Internet et du plaidoyer politique mené par des organisations telles que l'Internet Society, Af-IX et des associations réglementaires régionales telles que l'EACO, la CRASA et l'ARTAO.

Les points d'échange Internet (IXP) en Afrique contribuent à la réduction des coûts de transit et à l'amélioration de la vitesse de transmission des données, ce qui réduit les dépenses opérationnelles des FAI et des utilisateurs finaux. En outre, ils améliorent l'expérience utilisateur pour les services cloud et les applications de vidéoconférence. Les IXP aident l'Afrique à développer des écosystèmes Internet autosuffisants, à maintenir le trafic à l'intérieur des frontières nationales et à réduire la vulnérabilité des réseaux aux perturbations internationales. Il est essentiel de disposer d'un écosystème IXP robuste afin de lutter contre la fracture numérique dans les zones mal desservies, d'innover et de mettre en œuvre des politiques en matière de haut débit.

Ce rapport fournit une analyse détaillée et complète de l'état actuel des points d'échange Internet (IXP) en Afrique, en s'appuyant sur les données disponibles et en identifiant les lacunes critiques à approfondir dans le cadre de recherches supplémentaires. Il formule également des recommandations à l'intention des parties prenantes sur la manière d'augmenter le nombre et les capacités des IXP en Afrique. Il est également conçu pour soutenir la planification stratégique, l'engagement des parties prenantes et la formulation d'interventions ciblées visant à améliorer l'infrastructure Internet à travers le continent. Ce rapport s'articule autour des six objectifs suivants liés à la croissance, à la répartition, aux performances et aux défis des IXP en Afrique et fournit une base de référence initiale pour l'évaluation.

1. Évaluer l'état actuel des IXP en Afrique, notamment leur nombre, leur répartition géographique, leurs modèles opérationnels et leurs niveaux de participation.
2. Identifier les principaux défis et obstacles à la création et à la croissance des IXP en Afrique, tels que les cadres réglementaires, les capacités techniques et les mécanismes de financement.
3. Évaluer l'impact des IXP sur la connectivité Internet, les performances des réseaux et les économies réalisées par les fournisseurs d'accès Internet (FAI) et les utilisateurs finaux.
4. Analyser le rôle des différentes parties prenantes, notamment les gouvernements, les organismes régionaux et le secteur privé, dans le développement et la pérennité des IXP.



5. Élaborer des recommandations et des stratégies concrètes pour soutenir l'expansion, l'amélioration et l'optimisation des IXP en Afrique, adaptées aux besoins et aux contextes spécifiques des différentes régions.
6. Fournir des orientations sur la création de nouveaux IXP dans les zones mal desservies et le renforcement des IXP existants afin d'améliorer leur résilience et leur efficacité.

L'état actuel des IXP en Afrique a été cartographié à l'aide de données secondaires et d'enquêtes quantitatives de l'Af-IX, tandis que les principaux défis et obstacles à la création et à la croissance des IXP ont été identifiés par l' , à partir d'entretiens semi-structurés avec 25 États membres. L'impact des IXP sur la connectivité Internet en Afrique a été évalué à l'aide d'indicateurs de performance fournis par l'ISOC, l'Af-IX et les FAI participants. Enfin, l'analyse du rôle des principales parties prenantes a été évaluée par la cartographie des parties prenantes et les commentaires des régulateurs.

3 REVUE DE LA LITTÉRATURE

3.1 Études empiriques

3.1.1 Paysage mondial des IXP

Une étude réalisée par Yamba et al.(2022) a révélé que depuis les années 2000, l'Europe avait le trafic IXP le plus élevé au monde, avec 278 IXP actifs. L'Afrique était la région qui comptait le moins d'IXP. L'objectif de leur étude était de dresser un inventaire complet des IXP actifs en Afrique. Leurs conclusions ont démontré que l'Afrique ne comptait que 52 IXP opérationnels. L'autre objectif de leur étude était de mener une analyse comparative des IXP africains avec un grand IXP européen. L'analyse a démontré que la majorité des IXP africains étaient incapables de soutenir le trafic local et que l'Afrique n'avait pas atteint le même niveau de réussite que l'Europe dans l'exploitation des IXP. Leur étude a conclu que le succès des IXP sur le continent pouvait être atteint grâce à la mise en œuvre de politiques gouvernementales et de certaines techniques de gestion des IXP africains.

3.1.2 Paysage des IXP africains

Dans une autre étude réalisée par Kende(2021) avec le soutien de l'ISOC, trois phases de développement des IXP ont été identifiées, qui sont déterminées par le niveau de trafic localisé et influencées par les connexions entre les fournisseurs de contenu et les fournisseurs d'accès à Internet (FAI). L'étude a démontré que le Kenya et le Nigeria étaient passés du seuil de la phase 2, avec 30 % de trafic local en 2012, au seuil de la phase 3, avec 70 % de trafic local en 2020. L'évaluation de l'étude a démontré que l'Afrique du Sud possède l'écosystème Internet le plus avancé d'Afrique, avec un impressionnant taux de 80 % de trafic localisé. Le Kenya et le Nigeria sont les pays africains les plus développés en matière d'IXP.

Les conclusions de l'étude indiquent également que le Kenya, le Nigeria et l'Afrique du Sud ont en commun le fait que leurs plus grands fournisseurs d'échange Internet (IXP) comptent au moins 50 membres. Cela témoigne d'une diversité des réseaux, les réseaux d'accès limités étant les FAI ou les opérateurs de réseaux mobiles. Une corrélation positive a été observée entre le nombre de membres et le flux de trafic, ce qui montre les avantages d'un plus grand nombre de réseaux connectés. Depuis 2010, le nombre d'IXP en Afrique a triplé, plus de la moitié des pays disposant d'un IXP et six en ayant plusieurs. Vingt IXP sont à but non lucratif, 14 ont un nœud, neuf en ont deux ou plus, six se trouvent dans la même ville, trois dans plusieurs villes, 16 dans des centres de données neutres vis-à-vis des opérateurs et huit utilisent des MMLA. La communauté devrait se fixer un nouvel objectif pour la décennie à venir, notamment des facteurs favorisant l'adhésion, afin de continuer à influencer positivement l'écosystème des IXP africains.

3.1.3 Avantages en termes de préparation technique et de performances

La réduction de la latence jusqu'à 70 %, qui permet des vitesses plus rapides dans les pays où les IXP sont actifs, est l'un des avantages les plus significatifs des IXP. Sans IXP, un utilisateur à Nairobi qui tente d'accéder à un site web hébergé par un FAI également situé à Nairobi peut voir ses données parcourir des milliers de kilomètres jusqu'à un point de peering à Londres ou Amsterdam, puis revenir. Avec un IXP, ce trafic reste local. Cela réduit considérablement les délais d'aller-retour (latence). Par exemple, après le lancement du Kenya Internet

Exchange Point (KIXP), la latence entre les FAI à Nairobi serait passée de plus de 500 millisecondes (ms) à moins de 20 ms (Kende & Hurpy, 2012). Cela se traduit directement par :

- Un chargement plus rapide des sites web grâce au fait que le trafic reste à l'intérieur des frontières, ce qui améliore l'expérience utilisateur pour les sites web et les services locaux grâce à l'optimisation des routes.
- Une diffusion plus fluide des contenus vidéo et audio sans mise en mémoire tampon.
- Amélioration des performances des applications en temps réel telles que la vidéoconférence, les jeux en ligne et la voix sur IP (VoIP).
- Services cloud et transactions en ligne plus réactifs.
- Augmentation du trafic local (jusqu'à 80 %), ce qui améliore l'expérience utilisateur.

Les IXP créent des itinéraires locaux alternatifs pour le trafic Internet. Cela est essentiel pour la stabilité du réseau. Si un câble sous-marin international est coupé (un événement courant qui affecte la connectivité en Afrique), le trafic local peut continuer à circuler sans entrave via l'IXP, ce qui améliore considérablement la résilience de l'infrastructure Internet nationale. Les pays dotés d'écosystèmes IXP robustes font preuve d'une plus grande continuité de service lors de telles pannes et contribuent à l'amélioration de l'efficacité de la bande passante, car le trafic national reste local.

En contournant les fournisseurs de transit internationaux coûteux pour le trafic local, les IXP libèrent de la bande passante internationale pour les communications véritablement internationales. Cela permet aux réseaux de traiter des volumes plus importants de trafic local avec moins de congestion. Enfin, les IXP améliorent la résilience des réseaux en réduisant leur dépendance vis-à-vis des routes internationales.

3.1.4 Incitations économiques et impact sur les économies de coûts

La réduction des coûts de bande passante est la principale raison économique de l'adoption et de la mise en place des IXP. Auparavant, les FAI devaient payer les fournisseurs de transit internationaux pour chaque bit de données qui aurait pu être échangé localement. En échangeant le trafic directement sur un IXP, ils réalisent d'importantes économies. Les FAI ont pu proposer des prix raisonnables puisque les coûts de transit ont baissé de 30 à 60 %, selon les données recueillies pour cette étude (Africa Data Centres, 2021) .

Au Kenya, par exemple, un port IXP peut coûter 0,45 dollar US par mois et par Mbps pour un port de 1 Gbps. C'est beaucoup moins cher que le transit IP international, qui peut coûter plus de 25 dollars US par Mbps pour la même capacité. On estime que le KIXP à lui seul permet à ses utilisateurs d'économiser des millions de dollars par an sur les appels internationaux (Africa Data Centres, 2021) . Les économies réalisées sur la capacité de transit international ont donc réduit les coûts d'exploitation, ce qui permet aux FAI de proposer des tarifs plus compétitifs, favorisant ainsi une adoption accrue et rendant l'accès à Internet plus accessible à une population plus large.

3.1.5 Préparation technique, capacité et succès des IXP en Afrique

Les recherches révèlent que la capacité technique est un facteur déterminant pour la durabilité et les performances des IXP. La pénurie d'ingénieurs réseau et d'opérateurs IXP

qualifiés constitue un défi existentiel pour la croissance de l'écosystème Internet. L'amélioration des capacités, par exemple grâce à la formation aux compétences numériques et à l'enseignement technique du personnel, peut considérablement améliorer les performances. Les données empiriques indiquent une corrélation entre le développement et le fonctionnement efficaces des points d'échange Internet (IXP) à travers l'Afrique et des initiatives telles que le projet AXIS de l'Union africaine et les programmes de formation de l'ISOC, qui mettent l'accent sur la technologie BGP (Border Gateway Protocol).

Une étude réalisée par Yamba et al.(2022) a conclu que le succès des IXP africains peut être directement atteint grâce à des techniques de gestion spécifiques et à la mise en œuvre de protocoles techniques robustes. Le succès dépend de l'expertise technique locale pour exploiter le BGP/routage complexe et d'une infrastructure fiable (électricité, fibre optique). Le manque d'ingénieurs qualifiés est l'une des principales causes d'échec ou de stagnation (Kende & Hurpy, 2012 ; Schumann & Kende, 2013).

3.1.6 Préparation et capacités techniques, politiques et réglementation

La relation entre la préparation technique et la réglementation est souvent centrée sur la manière dont les politiques facilitent le développement des compétences et la définition de normes. Le développement efficace des IXP nécessite des politiques nationales qui répondent spécifiquement aux besoins de formation, de compétences numériques et de renforcement des capacités du personnel des IXP.

Les groupes régionaux de régulateurs, tels que l'ARTAO, EACO et CRASA, ont favorisé la croissance de manière empirique en formant le personnel de terrain et en coordonnant le travail technique au-delà des frontières régionales. Des politiques favorables (par exemple, un réseau national de raccordement bon marché et fiable) permettent l'accès technique. À l'inverse, le plaidoyer technique des communautés façonne des politiques éclairées et l'absence de l'un ou de l'autre crée un goulot d'étranglement (Fanou et al., 2017 ; Kende, 2021).

3.1.7 Confiance communautaire et succès des IXP en Afrique

Les modèles communautaires sont souvent cités comme les cadres IXP les plus résilients et les plus efficaces en Afrique. De nombreux IXP performants sont gérés par des entités du secteur privé travaillant en étroite collaboration avec des groupes d'opérateurs de réseaux (NOG) et des réseaux communautaires. L'Internet Exchange – South Africa (INX-ZA) et le Kenya Internet Exchange Point (KIXP) sont des exemples empiriques majeurs de modèles communautaires à but non lucratif qui ont atteint l'autosuffisance et un niveau de participation élevé.

Les recherches menées par Ooi(2025) indiquent que les initiatives communautaires sont particulièrement cruciales pour le développement des infrastructures dans les régions disposant de capitaux limités. Une gouvernance neutre et multipartite (FAI, gouvernement, universités) instaure la confiance nécessaire pour que les concurrents puissent se mettre sur un pied d'égalité. Les IXP qui ne parviennent pas à garantir leur neutralité enregistrent une faible participation (ISOC, 2014 ; Ooi, 2025).

3.1.8 Incitations économiques et succès des IXP en Afrique

Les facteurs économiques sont sans doute les déterminants les plus importants dans la création et la prolifération des points d'échange Internet (IXP). La principale motivation économique derrière la création d'un IXP est la réduction des dépenses en bande passante, étant donné que les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) peuvent contourner les coûts élevés associés au transit IP international pour le trafic national. Les données empiriques provenant des FAI suggèrent que les dépenses de transit diminuent généralement de 30 à 60 % après leur intégration dans un IXP local.

Une étude de l'ISOC intitulée «(2020) » (Les points d'échange Internet en Afrique : une analyse des avantages économiques) estime que l'échange de trafic local permet au Nigeria d'économiser environ 40 millions de dollars par an et au Kenya environ 6 millions de dollars. L'Afrique du Sud, qui dispose de l'écosystème le plus avancé, a atteint un taux de trafic localisé de 80 %. Le moteur direct. Les FAI s'associent pour réduire le coût élevé du transit international. Les économies documentées de 30 à 60 % constituent l'argument commercial principal en faveur de la création et de la participation à un IXP (Africa Data Centres, 2021 ; Kende & Hurpy, 2012) .

3.1.9 Confiance communautaire, politique et réglementation

Les cadres réglementaires contribuent souvent à instaurer la confiance entre différents groupes. Pour que cela fonctionne, les lois doivent être simples et claires, et les processus doivent être transparents. En outre, des parties indépendantes doivent surveiller ces processus afin de garantir l'équité et d'instaurer la confiance entre les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) concurrents. Les associations réglementaires régionales telles que l'ARTAC jouent un rôle essentiel pour garantir l'interopérabilité et l'harmonisation des technologies, ce qui permet d'instaurer la confiance nécessaire au peering transfrontalier.

Une communauté de confiance peut élaborer conjointement des politiques efficaces. À l'inverse, une réglementation transparente et participative favorise la confiance. Les réglementations opaques ou imposées sapent l'adhésion de la communauté (Nyirenda-Jere & Biru, 2015) .

3.1.10 Incitations économiques, politiques et réglementations

La réglementation peut amplifier ou atténuer les incitations économiques au peering. Des recherches suggèrent que les régulateurs peuvent utiliser les fonds de service universel (FSU) pour soutenir le développement des IXP dans les zones défavorisées, en tirant parti du rôle des IXP dans la réduction de la fracture numérique grâce à une meilleure accessibilité financière.

À l'inverse, les obstacles réglementaires, le manque de sensibilisation aux avantages économiques et les taxes élevées peuvent décourager la participation et entraver la croissance de l'économie Internet. Les politiques peuvent créer des incitations (allègements fiscaux, utilisation des fonds de service universel) ou supprimer les obstacles (droits d'importation élevés sur les équipements). Une mauvaise réglementation (par exemple, le favoritisme envers les opérateurs historiques) peut détruire la rentabilité (Kende, 2021) .

3.1.11 Politiques, réglementation et succès des IXP en Afrique

Un environnement politique favorable est étroitement lié à la maturité et au succès des IXP. La mise en œuvre des politiques gouvernementales est l'un des principaux moteurs du succès des IXP sur le continent. L'absence de politiques nationales claires en matière de haut débit et de peering entraîne une mise en œuvre insuffisante et des inefficacités bureaucratiques qui freinent la croissance des IXP.

L'absence de cadres juridiques clairs pour les IXP entrave spécifiquement la croissance plus large de l'économie nationale de l'internet, qui est le catalyseur fondamental. Des politiques claires reconnaissant les IXP comme des infrastructures essentielles et garantissant la neutralité opérationnelle sont les meilleurs indicateurs de la maturité des IXP d'un pays (Kende, 2021 ; Nyirenda-Jere & Biru, 2015) .

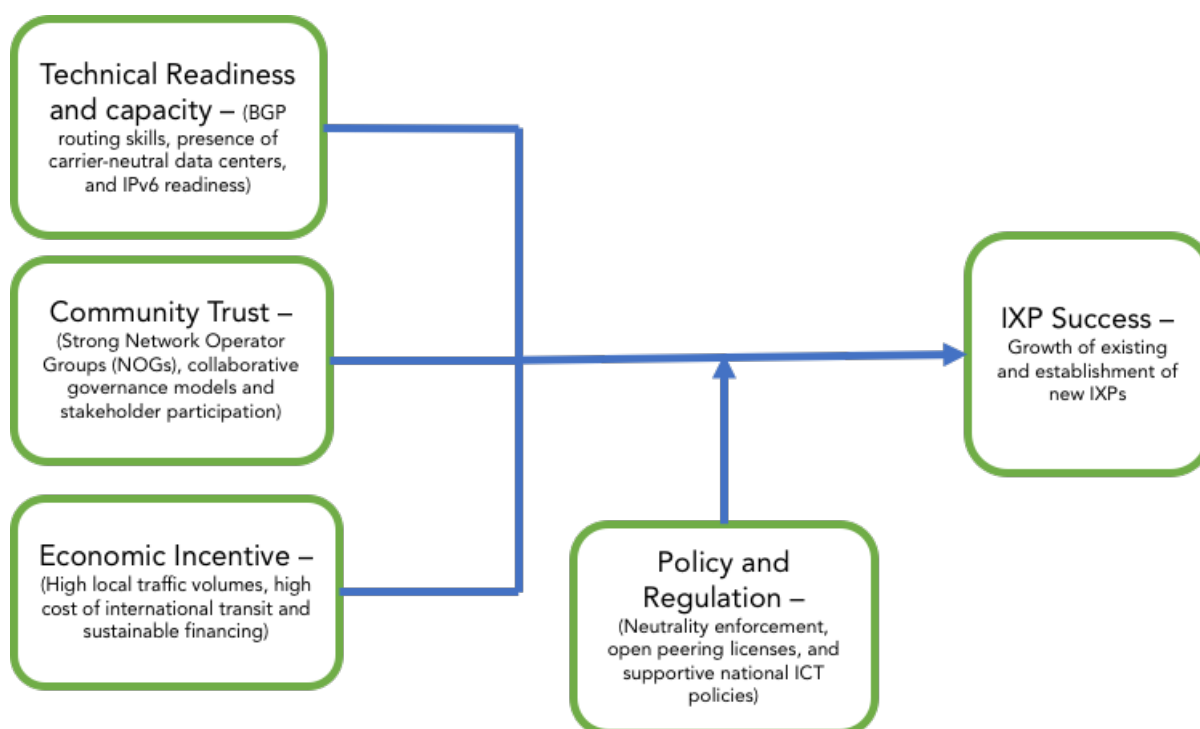


Figure1 : Facteurs de réussite des IXP



4 MÉTHODOLOGIE

4.1 Conception de la recherche

Une approche mixte a été utilisée pour mener cette étude, qui comprenait des enquêtes quantitatives, des recherches documentaires et des entretiens qualitatifs avec des informateurs clés.

4.1.1 Outils de collecte de données

Les instruments de collecte de données ci-dessous ont été utilisés afin de recueillir des données auprès des répondants dans le cadre de l'étude.

- Outil d'enquête : questionnaire à échelle de Likert sur Google Forms comprenant 38 questions adaptées aux parties prenantes, notamment les FAI, les OIG et les IXP.
- Entretiens avec des informateurs clés : entretiens semi-structurés utilisant Microsoft Teams, Zoom et des réunions en personne avec des représentants des ministères des TIC des États membres, des régulateurs, des FAI et des organismes régionaux.
- Examen des données secondaires : analyse des rapports provenant du portail Af-IXP, de l'Internet Society et d'autres sources fiables.

4.1.2 Population et taille de l'échantillon

La population étudiée est composée des cinquante-deux (52) États membres de l'Union africaine des télécommunications (UAT). Un échantillonnage raisonné a été utilisé pour obtenir un échantillon de 30 États membres. Sur les 30 États membres de l'échantillon, 30 ont répondu. L'échantillonnage raisonné a été choisi afin de garantir une représentation équilibrée des différentes régions géographiques, des niveaux de maturité des IXP et des environnements réglementaires. Trente (30) États membres de l'UAT ont été sélectionnés en fonction de la présence d'IXP, de la disponibilité des données et de l'accessibilité des parties prenantes. La taille de l'échantillon a donc été calculée à partir d'au moins 50 % des États membres de l'UAT issus de la CAE, de la CEDEAO, de la SADC, de la CA, de la NA et des nations insulaires.

4.1.3 Validité et fiabilité des données

Afin de vérifier la véracité et la fiabilité des conclusions de l'évaluation des IXP de l'Union africaine des télécommunications (UAT), un cadre solide d'assurance qualité des données (DQA) a été mis en place. Ce cadre comprenait des procédures de validation, de nettoyage et de vérification des données. Les étapes cruciales de validation comprenaient la vérification des points focaux par les représentants des membres de l'UAT, la triangulation méthodologique utilisant à la fois des données quantitatives et qualitatives, et l'évaluation de la participation des parties prenantes avec des entités régionales telles que Af-IX.



Des protocoles de nettoyage des données ont été utilisés pour corriger les incohérences et normaliser les réponses, tout en tenant compte de l'influence d'un taux de non-réponse de 26,7 % (22 réponses sur 30) en se concentrant sur les tendances régionales.

Le processus de vérification des données secondaires a nécessité un recoupement avec des ressources telles que l'Af-IX et des enquêtes externes, notamment l'inventaire de Yamba et al.(2022) et l'analyse du développement par étapes de Kende(2021) , afin de faciliter la comparaison empirique, parallèlement à des examens périodiques des données historiques.

La fiabilité et la validité ont été assurées grâce à un échantillonnage ciblé de trente États membres et à la mise en œuvre d'un questionnaire structuré afin de maintenir des mesures cohérentes. Ce rapport recommande la mise en place d'un cadre de reporting standardisé et d'un référentiel de données centralisé afin d'améliorer la collecte automatisée de données pour les évaluations futures.

4.1.4 Limites

Les limites suivantes ont été rencontrées lors du processus de collecte des données au cours de l'étude

- Disponibilité incohérente des données dans certains pays
- Absence de réponse ou participation limitée de certaines parties prenantes clés
- Documentation limitée sur les données opérationnelles et de performance de certains IXP



5 COLLECTE DE DONNÉES

5.1 Activités préliminaires :

Une réunion de lancement a été organisée entre le consultant et le client, au cours de laquelle le consultant a expliqué sa compréhension du projet et le client a pu apporter des précisions sur la portée et les objectifs du projet. Une matrice RASCI et un calendrier de mise à jour ont été élaborés. Le client a accepté de fournir les coordonnées des points focaux de tous les États membres de l'UAT afin de les contacter. Ces points focaux, les contacts IXP et les FAI ont été identifiés comme les principaux participants et répondants à l'enquête. Des questions d'entretien ont été élaborées pour l'enquête qualitative et des questions à échelle de Likert ont été élaborées pour l'enquête quantitative. Des données secondaires supplémentaires ont été identifiées comme source de données à collecter. Les données secondaires devaient être collectées à partir du portail Af-IX. Les questionnaires ont également été communiqués aux dirigeants de l'Af-IX, anciennement AfNOG.

5.2 Collecte d'informations :

Les questions de l'enquête ont été envoyées à plus de 30 États membres par l'intermédiaire des points focaux identifiés par le client. Au départ, le client avait identifié les points focaux en contactant directement les États membres. En outre, le client a facilité la prise de contact avec les points focaux lors d'une réunion des États membres à Dakar, au Sénégal, à laquelle plus de 23 États membres étaient présents. Le questionnaire qualitatif a été partagé avec les États membres présents. Une réunion en ligne avec les points focaux a également été organisée afin de les aider à répondre aux questions et de leur demander de partager les questions quantitatives avec les FAI. Les points focaux ont également été invités à partager les questions qualitatives de l'enquête avec les IXP.

5.3 Identification des participants :

Tous les États membres de l'UAT ont été identifiés comme participants. En outre, les autres participants comprenaient les IXP et les FAI des États membres de l'UAT. Les autres participants sont l'association des IXP sous l'égide de l'Af-IX.

5.4 Réunion des points focaux :

Une réunion virtuelle des points focaux a été organisée, au cours de laquelle le consultant a expliqué aux points focaux la procédure à suivre pour répondre au questionnaire et l'envoyer aux IXP.

5.5 Réunion Af-IX :

Une réunion avec les responsables d'Af-IX a été organisée afin qu'ils répondent au questionnaire quantitatif et qu'ils aident à diffuser ce questionnaire auprès de leurs membres, qui sont des FAI.



5.6 Participation

22 des 30 pays qui ont reçu le questionnaire et les questions d'entretien ont répondu. 17 ministères, 7 IXP, 2 associations de télécommunications et 4 régulateurs ont participé à l'enquête en répondant au questionnaire et à l'entretien, dont 10 d'Afrique de l'Est, 7 d'Afrique australe, 7 d'Afrique de l'Ouest, 4 d'Afrique centrale et 2 d'Afrique du Nord. Au total, 25 questionnaires ont été remplis et 5 entretiens ont été menés. Dans certains pays, les régulateurs exploitent également les IXP, tandis que dans d'autres, les IXP sont exploités de manière indépendante. Plusieurs points focaux identifiés n'ont pas pu répondre à l'enquête malgré les nombreux rappels du consultant et de l'UAT. Les réponses de ceux qui ont pu remplir le questionnaire et répondre aux questions de l'entretien ont été retardées, souvent en raison de l'indisponibilité des répondants et de conflits d'horaires. Cela a eu un impact négatif sur le temps global nécessaire pour mener à bien l'étude.

6 RÉSULTATS ET ANALYSES

Les résultats de cette étude indiquent qu'il existe 57 IXP dans 36 pays et 48 villes, selon les informations disponibles sur le portail Af-IX. L'Afrique du Sud (par exemple, JINX, CINX, DINX, NAPAfrica), le Kenya (KIXP, LINX Nairobi, KIXP Mombasa), la Tanzanie (TIX – Dar es Salaam MIXP – Mwanza AIXP – Arusha ZIXP – Zanzibar DIXP – Dodoma MIXP – Mbeya) et la RDC (KINIX – Kinshasa, LUBIX – Lubumbashi, GOMIX – Goma) et le Nigeria (IXPN -Lagos, Abuja, Kano, Port Harcourt et Warri) sont en tête du continent en termes de nombre d'IXP et de réseaux de peering. Ces pays affichent également des niveaux plus élevés d'hébergement de contenu local.

Cependant, les régions mal desservies comme l'Afrique centrale, l'Afrique de l'Ouest et les nations insulaires souffrent encore d'une couverture IXP insuffisante ou de faibles taux de participation. Certains IXP sont en train de se transformer en points d'interconnexion régionaux, réduisant ainsi leur dépendance vis-à-vis des hubs internationaux pour le trafic intra-africain.

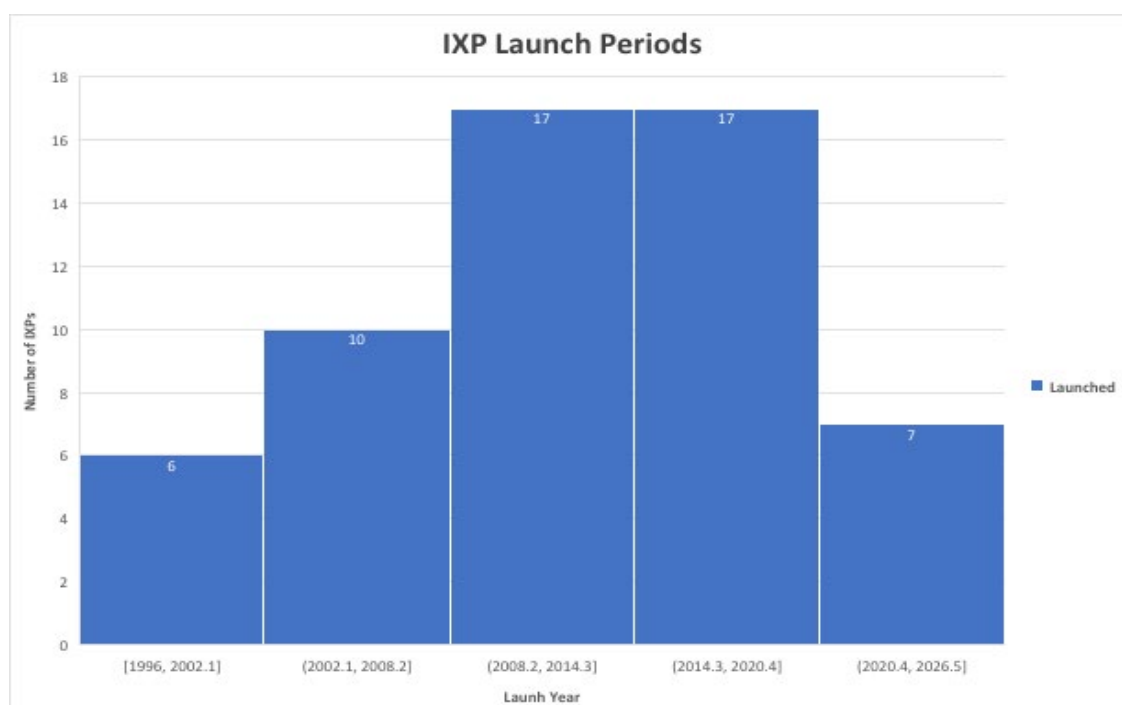


Figure2 : Périodes de lancement des IXP

Cette étude, qui utilise les données disponibles sur le portail Af-IX, a révélé que deux (2) IXP en Afrique du Sud (JINX et CINX) ont été lancés avant l'année 2000. Quatorze IXP ont été créés entre 2000 et 2010, tandis que 34 IXP ont été créés entre 2010 et 2020. Seuls 7 IXP ont été créés jusqu'à présent au cours de cette décennie, comme l'indique la figure 2 ci-dessus.

Selon les réponses reçues dans le cadre de cette étude, les modèles opérationnels des IXP africains comprennent des associations industrielles à but non lucratif, des modèles commerciaux et des modèles hybrides/subventionnés. Certains IXP peuvent commencer par bénéficier de subventions gouvernementales ou de donateurs afin d'atteindre l'autosuffisance au fil du temps. Les IXP communautaires sont essentiels au développement des infrastructures dans les régions où l'investissement en capitaux est limité.

La croissance et la participation aux IXP africains ont connu une augmentation significative, une enquête révélant un total de 563 participants en 2015 (Spencer, 2015). Cependant, de nombreux IXP fonctionnent encore avec un nombre réduit de pairs, ce qui limite leur impact. Une tendance positive est l'augmentation du peering des principaux fournisseurs de contenu mondiaux vers les IXP africains.

L'analyse des réponses indique également que la croissance des points d'échange Internet (IXP) en Afrique se heurte à de nombreux obstacles, notamment des cadres réglementaires incohérents, l'absence de politiques claires, la résistance des opérateurs historiques et des problèmes transfrontaliers. Les capacités techniques, telles que le déficit de compétences et les lacunes en matière d'infrastructures, constituent également des défis importants. Le coût élevé des connexions par fibre optique ou micro-ondes sur le dernier kilomètre et les frais de transport peuvent décourager les participants potentiels, en particulier les petits FAI.

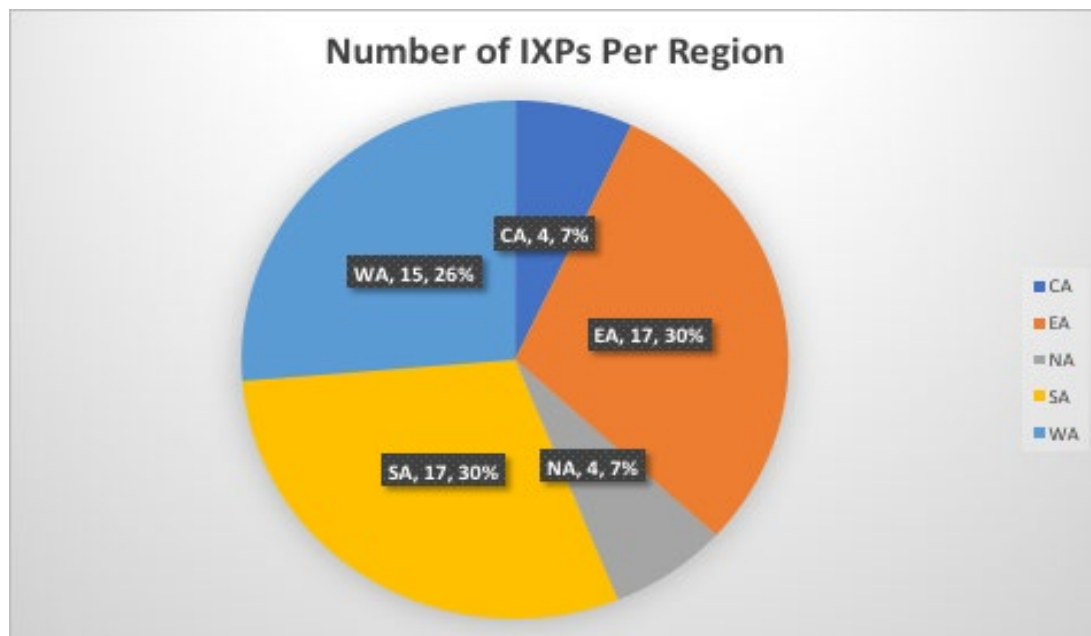


Figure3 : Répartition régionale en pourcentage des IXP

Légende : CA - Afrique centrale, EA - Afrique de l'Est, NA - Afrique du Nord, SA - Afrique australe, WA - Afrique de l'Ouest.



La figure 3 ci-dessus montre que l'Afrique orientale et australe compte le plus grand nombre d'IXP, soit 60 % de tous les IXP établis, suivie par la région de l'Afrique occidentale, qui en compte 26 %. L'Afrique centrale et l'Afrique du Nord (NA) ont le moins d'IXP, avec 4 chacune. Cependant, certains pays d'Afrique du Nord, tels que le Maroc et l'Algérie, ne sont pas répertoriés sur le portail Af-IX.

La durabilité est un défi majeur pour de nombreux IXP, le financement durable au-delà des subventions ou des dons initiaux étant un problème persistant. Cependant, un nombre important de répondants, notamment en Ouganda, au Ghana, en Namibie, au Nigeria et en RDC, indiquent que leur durabilité est assurée par les cotisations des membres et les paiements des participants pour les services. Ils indiquent toutefois que les investissements initiaux en équipement, en espace de centre de données et en personnel qualifié peuvent être considérables, ce qui entraîne des coûts de démarrage élevés.

Une analyse de la littérature existante indique que les faibles niveaux de trafic et le manque de contenu local peuvent réduire l'intérêt pour le peering local, car une part importante du trafic Internet africain provient ou aboutit en dehors du continent. Les portails d'hébergement de contenu, tels que Google, qui hébergent souvent du contenu à l'étranger, compromettent les avantages des IXP locaux. Le Soudan du Sud, par exemple, a mentionné que la confiance et la collaboration sont également cruciales lorsqu'il existe des préoccupations en matière de concurrence, car les FAI peuvent hésiter à établir des accords de peering avec leurs concurrents malgré leurs avantages. La mise en place d'une communauté collaborative et d'un climat de confiance peut prendre du temps, mais elle est essentielle à la croissance des IXP en Afrique.

La plupart des personnes interrogées dans le cadre de cette étude ont révélé que les points d'échange Internet (IXP) en Afrique améliorent la connectivité et les performances en permettant l'échange de trafic local, en réduisant la latence et en renforçant la résilience. Le FAI kenyan KIXP, par exemple, a réduit la latence des FAI de Nairobi de 200 ms à 20 ms, ce qui a permis d'accélérer la navigation, le streaming, le cloud et les performances VoIP. Les IXP réduisent également la dépendance vis-à-vis des câbles sous-marins internationaux, ce qui leur permet d'être plus résistants aux coupures de câbles sous-marins. Les FAI peuvent réaliser des économies en échangeant le trafic localement au niveau des IXP, ce qui réduit les coûts de transit international.

L'étude a également révélé que les FAI répercutent les réductions de coûts sur les consommateurs, améliorant ainsi l'expérience des utilisateurs finaux et soutenant le commerce électronique, l'apprentissage en ligne et la santé en ligne. Les IXP favorisent la croissance du contenu local, en encourageant le développement et le déploiement de sites web, d'applications et de services numériques locaux.

Des pays tels que le Royaume d'Eswatini, le Congo Brazzaville, la Namibie et le Mozambique, entre autres, ont confirmé que la croissance des plateformes d'échange Internet (IXP) en Afrique est influencée par divers groupes, notamment les États, les gouvernements, les organismes régionaux, les acteurs du secteur privé, la communauté technique et la société civile. Les politiques nationales encouragent le peering ouvert, garantissent l'ouverture et simplifient l'octroi de licences. Cependant, des études suggèrent que les gouvernements doivent collaborer avec les IXP et la communauté Internet pour résoudre les problèmes de participation. Les réponses des participants montrent que les organismes régionaux tels que l'Union africaine, la CEDEAO, la CAE et la SADC sont essentiels pour relier les pays au-delà des frontières et garantir la cohérence des règles afin de faciliter le commerce régional. Certains, comme la SADC et la CAE, ont facilité cela respectivement par le biais du CRASA et de l'EACO.

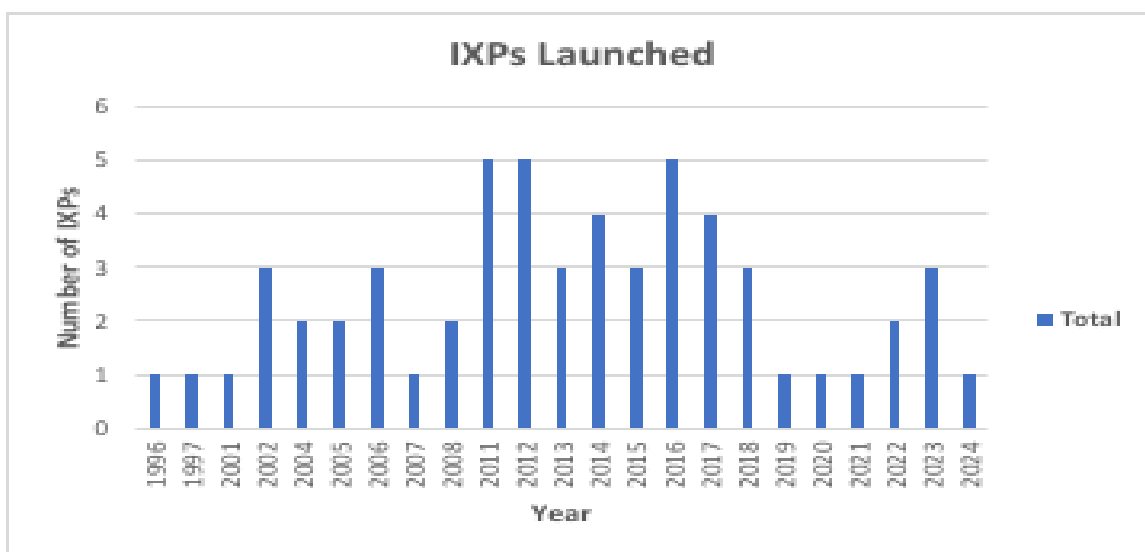


Figure4 : Nombre d'IXP créés par an

La figure 3 ci-dessus indique que 2011, 2012 et 2016 ont été les années où le nombre d'IXP créés en Afrique a été le plus élevé, avec 5 chacun. Viennent ensuite 2014 et 2017. Les données disponibles n'indiquent pas pourquoi il en est ainsi, c'est pourquoi les chercheurs continueront à enquêter auprès des informateurs clés pour comprendre pourquoi ces événements se sont produits. Les pays suivants ont lancé des IXP en 2011 : le Lesotho, le Nigeria, l'Afrique du Sud, le Soudan et la Tunisie. En 2012, ce sont la République démocratique du Congo, le Nigeria et l'Afrique du Sud qui ont lancé de nouveaux IXP, suivis en 2016 par le Cameroun, Djibouti, Madagascar et la Tanzanie.

Les conclusions ci-dessus indiquent que la « fracture numérique » n'existe pas seulement entre l'Afrique et le reste du monde, mais aussi entre les régions africaines ; l'Afrique centrale doit donner la priorité au développement des infrastructures.



6.1 Impact des IXP sur la connectivité, les performances et les coûts

Les points d'échange Internet (IXP) jouent un rôle transformateur dans l'amélioration de la connectivité Internet, des performances des réseaux et la réduction des coûts à travers l'Afrique. En facilitant l'échange direct de trafic Internet entre les réseaux locaux, les IXP éliminent la nécessité d'acheminer les données à l'international, même pour les communications locales. Vous trouverez ci-dessous une analyse de l'impact des IXP (ISOC, 2021).

Les principaux informateurs de cette étude indiquent que la qualité du service s'est considérablement améliorée, en particulier en ce qui concerne la fourniture de contenu local et l'accès au contenu CDN avec un délai réduit. Les FAI peuvent économiser 50 % sur leurs coûts en envoyant la plupart des contenus par le biais du partage plutôt que par des liaisons de transit coûteuses, car la plupart des contenus locaux sont fournis localement. Cela a permis de réduire les coûts de connectivité pour la plupart des utilisateurs finaux, car les IXP permettent à 99 % du trafic local de rester local, et les grands opérateurs CDN hébergent leur propre contenu localement.

L'un des pays de la région de l'Afrique de l'Est indique qu'il bénéficie d'un service rapide et fiable, les FAI gagnant 4 dollars par mois pour chaque Mbps envoyé, ce qui se traduit par une économie d'environ 6,7 millions de dollars sur un an. La latence Internet a également diminué grâce aux IXP, qui permettent aux réseaux des opérateurs et des entreprises de se connecter à proximité. Cependant, les économies réalisées sont devenues un argument de vente moins important pour les IXP, car le prix du transit IP a rapidement baissé dans la région.

Les fournisseurs de contenu internationaux utilisent des caches et des IXP locaux pour envoyer leur contenu à des personnes dans le monde entier, ce qui rend l'Internet moins sujet à la latence. Le trafic local est désormais bien géré sans avoir à recourir à des routes transfrontalières, ce qui permet d'économiser environ 25 % des coûts. Les FAI communiquent entre eux, contrôlent le trafic local au sein du pays et une partie du contenu international est mise en cache localement, ce qui réduit le trafic sortant (transfrontalier).

Une étude de l'ISOC sur le Nigeria et le Kenya réalisée en 2020 a estimé que les économies réalisées grâce à l'échange de trafic au niveau local plutôt qu'à l'utilisation d'un transit international coûteux s'élevaient à environ 40 millions de dollars US par an pour le Nigeria et à environ 6 millions de dollars US par an pour le Kenya. Un IXP qui n'est pas encore entièrement construit peut permettre d'économiser jusqu'à 25 % sur les coûts de service. Les IXP ont contribué à rendre le service disponible dans les deux régions, en proposant des caches locales et en encourageant l'hébergement dans son propre pays (Kende, 2020).



Les IXP ont rendu les réseaux des deux pays plus fiables et plus efficaces en centralisant l'échange du trafic local, ce qui réduit les risques de problèmes liés au transit étranger et permet d'optimiser l'utilisation de la bande passante. Cela rend non seulement le réseau plus fiable, mais offre également aux utilisateurs des connexions plus stables et plus rapides.

Les points d'échange Internet (IXP) améliorent la connectivité Internet en Afrique en permettant des échanges directs de trafic local, ce qui se traduit par une réduction des coûts pour les fournisseurs d'accès Internet (FAI). Outre ces économies réalisées grâce à la baisse des prix du transit IP, les IXP améliorent également la gestion du trafic local.

6.2 Rôle des parties prenantes

Dans certains pays, comme le Zimbabwe, l'étude a révélé que les gouvernements ont toujours soutenu la création de points d'échange Internet (IXP) par le biais de diverses initiatives, notamment la mise en place d'IXP par les régulateurs. L'AFRINIC a soutenu ces initiatives en fournissant des équipements de commutation et de routage. Au Rwanda, par exemple, les institutions publiques et privées ont collaboré pour soutenir la croissance des IXP, des groupes tels que l'ISOC et le Network Startup Resource Center (NSRC) jouant un rôle crucial dans leur développement.

Les gouvernements nationaux ont facilité la création d'IXP. Par exemple, le premier IXP en République du Congo a été lancé avec le soutien du gouvernement de la République du Congo. La Commission de l'Union africaine a également participé au projet AXIS, en proposant des formations sur la mise en place et le fonctionnement des IXP dans le pays. L'ISOC a également mis en place des formations pour les membres des IXP afin d'améliorer leurs compétences, en particulier dans le domaine de la technologie BGP (Border Gateway Protocol) et de la gestion des ressources Internet.

En Afrique, les IXP se sont considérablement développés grâce au travail de groupes de régulateurs régionaux tels que l'EACO et la CRASA. Ceux-ci ont contribué à l'élaboration de politiques, à la formation du personnel de terrain, à l'e et à la coordination des travaux dans toute la région et à la recherche de partenaires techniques et financiers. Cela a permis d'améliorer les connexions locales, de réduire les coûts d'accès à Internet et de renforcer l'environnement numérique en Afrique.

Au Cameroun, les IXP se sont développés grâce au soutien du gouvernement, mais certaines décisions ont entravé leur succès, telles que la nécessité de se connecter au centre de données CAMPOST et les conditions fixées par CAMTEL. Les institutions publiques et le secteur privé collaborent souvent efficacement dans leurs régions. Les associations régionales de régulateurs telles que l'ARTAC jouent un rôle essentiel dans la croissance des IXP en Afrique, en garantissant leur interopérabilité, la sécurité des données, l'harmonisation des technologies et la collaboration avec l'ICANN.



La croissance des points d'échange Internet (IXP) en Afrique a été facilitée par diverses stratégies, notamment le financement, la transparence en matière de construction et de partage des infrastructures, la simplification des réglementations et le suivi des projets IXP. Afin d'améliorer les IXP, un ensemble de règles simples et un processus clair devraient être mis en œuvre, sous la supervision de groupes non partisans tels que l'ART et l'ANTIC.

Les gouvernements, les fournisseurs de contenu et les FAI peuvent mieux collaborer en se joignant à des projets et en partageant efficacement les informations. Le personnel expert des IXP doit participer à des programmes de formation afin de renforcer ses compétences avant, pendant et après la mise en place du projet. Les acteurs indépendants sont ce que souhaitent les parties prenantes, et une décision de la CEMAC pourrait accélérer et harmoniser le processus dans la sous-région d'Afrique centrale.

En Ouganda, le gouvernement et le secteur privé ont bien collaboré, grâce aux dons d'organisations telles que l'Internet Society (ISOC) et l'Université des sciences et technologies de Ndejje (NUST) ainsi que d'autres organisations privées. Cependant, comme on le voit au Soudan du Sud, la collaboration entre les parties prenantes publiques et privées fait défaut.

Le gouvernement du Burkina Faso a fourni des équipements et des espaces pour des centres de données, ce qui a grandement contribué au développement du BFIX. Cependant, il n'existe pas de dispositions claires en matière de gestion des IXP, et les administrations nationales n'ont pas pris de mesures significatives pour faciliter ou entraver le développement des IXP. Les communautés économiques régionales, telles que l'Union africaine (UA), la CEDEAO, la SADC et la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC), ne jouent pas un rôle actif ou direct dans la promotion du développement des IXP dans la région.

La croissance des IXP en Afrique nécessite un ensemble de règles simples, des processus clairs et une collaboration entre les gouvernements, les fournisseurs de contenu et les FAI. Cependant, une collaboration et un soutien accrus de la part des associations régionales de régulateurs telles que l'EACO, l'ARTAC et la CRASA sont nécessaires pour garantir le succès des IXP dans la région.

6.3 Modèles et tendances

Une analyse approfondie des tendances révèle des tendances distinctes dans la répartition géographique, les cadres réglementaires et les modèles opérationnels des points d'échange Internet (IXP) en Afrique. Il est essentiel de comprendre ces tendances afin d'élaborer des plans d'expansion et de durabilité efficaces.



6.3.1 Tendances géographiques

La répartition géographique des IXP en Afrique est marquée à la fois par des progrès et par des inégalités persistantes.

6.3.1.1 Nouveaux hubs et priorités

L'Afrique orientale et australe sont en tête en termes de nombre et de maturité des IXP. Au Kenya, par exemple, on trouve KIXP et LINX Nairobi, tandis que l'Afrique du Sud compte plusieurs IXP de taille importante, notamment NAPAfrica, JINX et CINC, qui sont des centres régionaux importants. Ils attirent un nombre important de participants locaux et étrangers, notamment des réseaux de diffusion de contenu (CDN) et des fournisseurs de cloud hyperscale, en raison du nombre élevé d'IXP qu'ils hébergent et des volumes de trafic peer-to-peer les plus élevés (Kende, 2020).

En Afrique de l'Ouest, le Nigeria (IXPN) a connu une croissance impressionnante, s'imposant comme une plaque tournante importante en Afrique de l'Ouest. Les écosystèmes IXP sont également en cours de développement actif dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest (Kende, 2020).

Une caractéristique clé observable de la présence des IXP est que les pays côtiers qui ont facilement accès aux sites d'atterrissage des câbles sous-marins ont davantage d'IXP, ce que l'on appelle le « biais côtier ». Il existe donc une corrélation entre les pays côtiers et le nombre d'IXP dont ils disposent. De même, il existe une corrélation entre la taille des villes africaines en termes de population et l'existence d'IXP dans ces villes. Le développement des IXP est naturellement attiré par les grandes villes à forte densité de population et à forte activité économique.

6.3.1.2 Zones défavorisées

Cette étude et d'autres études récentes indiquent que les nations insulaires et l'Afrique centrale ont généralement des taux de participation plus faibles, moins d'IXP et une plus grande dépendance au transit international, même pour le trafic local. Cela peut s'expliquer par des facteurs tels qu'une densité de population plus faible, des infrastructures terrestres moins développées et, parfois, des environnements réglementaires moins favorables (Fanou et al., 2017).

6.3.1.3 Défis liés à l'intérieur des terres

Le réseau national de fibre optique étant coûteux, les régions intérieures ont du mal à se connecter aux principaux IXP, même dans les pays où les IXP contribuent aux défis intérieurs.



6.3.1.4 Facteurs influençant l'emplacement des IXP

Pour que les plateformes d'échange Internet (IXP) soient efficaces, il faut une masse critique de fournisseurs de contenu en peering et de FAI actifs, souvent dans les grands centres commerciaux. La disponibilité des infrastructures, notamment une alimentation électrique fiable, des centres de données neutres vis-à-vis des opérateurs et des réseaux de fibre optique bien établis, est essentielle. Les politiques gouvernementales qui favorisent l'interconnexion locale et un environnement commercial favorable sont également cruciales. Une communauté locale engagée, souvent dirigée par une association de FAI ou une communauté technique, est également essentielle (Kende & Hurpy, 2012).

6.3.2 Modèles de réglementation

Le succès des IXP en Afrique est également influencé par l'environnement réglementaire, qui peut aller de favorable à restrictif. Les régulateurs africains reconnaissent de plus en plus les IXP comme une infrastructure nationale vitale, et les meilleures pratiques mettent l'accent sur des cadres réglementaires impartiaux afin de promouvoir une participation et une confiance généralisées. Les politiques qui reconnaissent les IXP comme une infrastructure vitale sont de plus en plus répandues.

Le développement des points d'échange Internet (IXP) se heurte à plusieurs défis, notamment des licences inutiles, un manque d'uniformité dans les exigences en matière de licences entre les pays et des exigences d'interconnexion. Les gouvernements envisagent de plus en plus des incitations fiscales pour encourager les investissements, telles que des exonérations fiscales temporaires et des taxes réduites sur les équipements. Certains pays envisagent également d'utiliser des fonds de service universel (FSU) pour soutenir le développement des IXP dans les zones défavorisées. Les politiques de localisation des contenus profitent également aux IXP en favorisant l'hébergement de contenus locaux. Cependant, les opérateurs de télécommunications historiques dominants peuvent freiner le développement des IXP sur certains marchés, ce qui menace leurs revenus provenant du transit international. Pour garantir une interconnexion équitable, les organismes de réglementation doivent être forts (Nyirenda-Jere & Biru, 2015).

Les environnements réglementaires ont un impact significatif sur les points d'échange Internet en Afrique, où des cadres favorables sont nécessaires pour renforcer la participation et les investissements.

6.3.3 Modèles d'exploitation

Les modèles opérationnels des IXP africains ont également évolué au fil du temps, reflétant le développement de l'écosystème Internet dans diverses régions géographiques. Les fournisseurs d'accès Internet africains (IXP) ont traditionnellement fonctionné par l'intermédiaire d'organisations à but non lucratif, telles que des

associations de FAI, des institutions universitaires/de recherche et des opérateurs de centres de données commerciaux. Ces modèles privilégient les avantages pour la communauté plutôt que le profit, la neutralité et le partage des coûts. Cependant, à mesure que les centres de données neutres vis-à-vis des opérateurs se généralisent, certains IXP sont désormais hébergés et gérés par des opérateurs de centres de données commerciaux.

Les modèles hybrides peuvent commencer par être financés par le gouvernement ou des donateurs, puis évoluer progressivement vers un modèle plus autonome. La plupart des IXP utilisent des structures de commutation de couche 2 (basées sur Ethernet), tandis que la couche 3 (basée sur IP) est moins courante en raison de problèmes d'évolutivité et de contrôle. Les problèmes de personnel et de ressources comprennent le fonctionnement basé sur le volontariat, le manque de personnel à temps plein, les pénuries de capacités techniques et l'accent mis sur les meilleures pratiques. Les meilleures pratiques internationales, telles que les serveurs de routage, les directives de peering transparentes et les données publiques sur le trafic, sont de plus en plus populaires, mais il existe des différences dans la cohérence de leur application. Des services à valeur ajoutée sont également proposés par les IXP établis afin d'attirer davantage d'utilisateurs et d'augmenter leurs revenus (Schumann & Kende, 2013).

Région	Statut	Points forts	Défis
Afrique de l'Est	IXP fonctionnels au Kenya, en Ouganda, en Tanzanie et au Rwanda	Soutien politique, NOG actifs	Interconnexions transfrontalières limitées
Afrique de l'Ouest	Le Nigeria et le Ghana en tête	Volumes de trafic importants	Couverture nationale clairesmée
Afrique australe	L'Afrique du Sud domine	Écosystème IXP mature	La domination peut nuire aux IXP régionaux
Afrique centrale	Sous-développée	Intérêt émergent	Vide politique, lacunes en matière d'infrastructures
Afrique du Nord	Sous-développée	Intérêt émergent	Vide politique, lacunes infrastructurelles

Tableau2 : tendances et modèles régionaux

Les IXP africains évoluent de modèles à but non lucratif vers des structures hybrides, de plus en plus hébergées par des centres de données commerciaux, tout en adoptant les meilleures pratiques internationales et en offrant des services à valeur ajoutée afin d'améliorer leur durabilité et d'attirer des utilisateurs.

7 FORCES ET FAIBLESSES OPÉRATIONNELLES

Certaines des conclusions de cette étude indiquent que les IXP existants présentent plusieurs forces et faiblesses opérationnelles, comme le résume le tableau 3 ci-dessous.

Points forts	Faiblesses
Les IXP existants facilitent la présence des CDN et du cloud. Les IXP matures attirent désormais les CDN mondiaux (Google, Meta, Akamai, Cloudflare), ce qui localise davantage le contenu. (Par exemple, IXPN, NAPAfrica et KIXP)	Faible notoriété auprès des petits FAI et opérateurs. Cela a eu un impact négatif sur la participation à certains IXP de la part de certains FAI qui continuent d'utiliser des connexions internationales coûteuses (par exemple, les réseaux communautaires au Kenya).
Une collaboration forte dans certaines régions permet une connectivité régionale transfrontalière et réduit les coûts de bande passante internationale (par exemple, KIXP, IXPN, SAIX).	Automatisation limitée, surveillance insuffisante et équipements obsolètes. Un manque critique d'expertise en matière de BGP et de peering persiste sur les marchés mal desservis.
Certains pays disposent de NOG opérationnels et d'organismes de formation qui soutiennent le renforcement des capacités techniques des IXP (par exemple, SAFNOG, KeNOG, ngNOG).	Peu d'IXP fonctionnent sur une base de recouvrement des coûts ou de neutralité (par exemple, NAPAfrica).

Tableau3 : forces et faiblesses des IXP

7.1 Défis

Cette étude révèle certains des principaux défis qui affectent la croissance des IXP en Afrique, tels que les limitations en matière d'infrastructures, par exemple le manque de connectivité par fibre optique dans certaines régions. Dans certains pays, les coupures de courant constituent un défi qui rend les services IXP indisponibles dans certains cas. Certains FAI et opérateurs télécoms préfèrent ne s'interconnecter qu'avec des FAI ou des opérateurs télécoms spécifiques, limitant ainsi la participation. Le financement par les membres participants et le gouvernement est limité dans certains pays membres. La sensibilisation et les politiques, où les obstacles réglementaires ou le manque de sensibilisation aux avantages des IXP constituent également un défi pour la croissance des IXP. La capacité technique du personnel chargé de la gestion des IXP est une question clé qui nécessite la formation, l'acquisition de compétences numériques et le renforcement des capacités du personnel des IXP.

Dans certains pays, l'absence d'un cadre juridique clair pour les points d'échange Internet (IXP) peut entraver la croissance de l'économie Internet. L'évolution du marché peut affecter l'optimisation du trafic, et certains fournisseurs peuvent ne pas afficher toutes



leurs ressources sur les IXP afin de réaliser des économies. Les questions technologiques et structurelles, telles que la sécurité des données, sont également préoccupantes. La concurrence entre les FAI sur le marché de détail contribue à la croissance des IXP en réduisant les coûts et en améliorant la qualité des services. Cependant, la croissance des infrastructures dans les zones rurales est ralentie par les sociétés concessionnaires qui contrôlent l'accès. Les barrières culturelles ou religieuses peuvent également entraver les décisions des partenaires opérationnels. Les contraintes juridiques, notamment en matière de licences, rendent difficile l'utilisation de nouveaux IXP. Des taxes élevées et une ingérence excessive du gouvernement peuvent également entraver la croissance de l'économie Internet.

Outre ces défis, il existe un manque de liquidités pour investir, de liaisons par fibre optique suffisantes, de technologies coûteuses et d'alimentation électrique fiable. Pour instaurer la confiance et partager le marché, les FAI devraient travailler ensemble, mais cela n'est pas toujours possible. Les cotisations des membres de l'Internet Society et le soutien apporté aux outils et à la formation sont influencés par la croissance des IXP. Les problèmes d'infrastructure et l'absence d'une administration multipartite constituent également des problèmes. Les opérateurs sont dans une situation d'incertitude juridique en raison de l'absence d'un cadre réglementaire clair pour les IXP. Malgré ces défis, il existe toujours un manque de financement et de soutien pour la création ou l'exploitation d'IXP dans le pays.

Par conséquent, les principaux défis qui entravent la croissance des points d'échange Internet (IXP) en Afrique sont les suivants : limitations infrastructurelles, coupures de courant, financement limité, obstacles réglementaires et capacités techniques insuffisantes du personnel chargé de la gestion des IXP.

7.2 Possibilités d'expansion

Les principaux informateurs de cette étude indiquent que les zones mal desservies sont des endroits où les IXP peuvent se développer en trouvant des lieux qui ne disposent pas des installations adéquates pour les accueillir. Le potentiel de nouveaux IXP dans des endroits qui ne sont actuellement pas desservis ouvre de nouveaux marchés et partenariats grâce à la collaboration avec des ONG, des entreprises privées et des gouvernements.

7.3 Lacunes dans les données de recherche

L'enquête a mis en évidence des lacunes importantes dans les données relatives à l'écosystème des points d'échange Internet (IXP) africains, notamment des chiffres dispersés sur les nouveaux IXP actifs, les modèles opérationnels, les participants au peering, les volumes de trafic, les pourcentages d'hébergement de contenu local, les obstacles réglementaires dans certains cas et les lacunes en matière de compétences. Elle a également mis en évidence des lacunes dans les données relatives aux modèles



financiers et aux évaluations de la durabilité, aux facteurs entravant le développement du contenu local et aux économies financières pour les FAI. Il existe également un lien de causalité limité entre la création et la croissance des IXP et les lacunes dans les données relatives à l'amélioration des performances des réseaux, aux mécanismes de collaboration entre les parties prenantes, aux études de cas, aux investissements du secteur privé, aux initiatives des organismes régionaux et aux études de cas de stratégies couronnées de succès.

L'enquête a également mis en évidence la nécessité de disposer d'un référentiel consolidé des meilleures pratiques et des guides pratiques pour différents scénarios de développement des IXP, d'évaluations des défis auxquels sont confrontés les IXP existants et de mesures permettant d'évaluer l'efficacité d'un IXP au-delà du simple volume de trafic. Il est également essentiel de disposer d'un référentiel centralisé de documents d'orientation, de meilleures pratiques et d'exemples de réussite pour la création et le renforcement des IXP dans le contexte africain.

L'enquête a également mis en évidence la nécessité de disposer de mesures standardisées pour évaluer les améliorations des performances des réseaux attribuées aux IXP à travers le continent, évaluer l'impact des initiatives des organismes régionaux sur le développement des IXP et le peering transfrontalier, et évaluer l'efficacité des recommandations et stratégies spécifiques mises en œuvre dans différents contextes. En outre, l'UCC propose que l'UAT mette en place un cadre coordonné et périodique de soumission des données, dirigé par les ARN. La mise en correspondance des politiques nationales existantes (telles que la politique de peering de l'Ouganda) avec les indicateurs de performance clés continentaux permettrait de mesurer les progrès et d'améliorer l'exhaustivité des données.

L'absence de données complètes, en temps réel et normalisées provenant de tous les IXP actuels en Afrique constitue la principale lacune en matière de données pour tous les objectifs. De nombreux IXP ne publient pas régulièrement de rapports détaillés sur des éléments tels que le trafic, le nombre de pairs ou les modèles opérationnels.

En conclusion, cette enquête révèle d'importantes lacunes en matière de données dans les points d'échange Internet africains, soulignant la nécessité de disposer de mesures standardisées, d'un référentiel centralisé des meilleures pratiques et d'un meilleur reporting pour un développement efficace des IXP.



8 RECOMMANDATIONS

8.1 Développement des IXP

Cette étude a donné lieu à plusieurs recommandations basées sur ses conclusions. En matière de développement des infrastructures, les IXP, les associations d'IXP et les membres des IXP doivent investir dans les câbles à fibre optique et les infrastructures de centres de données, en particulier pour couvrir les régions non desservies et mal desservies du continent africain.

- a) Développement des infrastructures : les IXP, les associations d'IXP et les membres doivent investir dans des câbles à fibre optique et des infrastructures de centres de données afin de desservir les régions non desservies et mal desservies en Afrique. La croissance des infrastructures Internet locales nécessite des changements tels que l'accès ouvert au peering, des frais d'entrée peu élevés et des opérations rentables.
- b) Politiques et réglementation : les pays africains doivent élaborer des politiques et des cadres réglementaires favorables aux IXP, en encourageant les FAI à établir des accords de peering avec les IXP nationaux et régionaux, en particulier en ce qui concerne la confidentialité et la souveraineté des données dans le contexte de l'IA et de l'IoT. Un cadre normalisé régi par des organisations impartiales est nécessaire au développement des IXP. Il convient de mentionner que des pays tels que la République-Unie de Tanzanie ont mis en place ces réglementations qui obligent les titulaires de licences à établir des accords de peering avec les TIXP.
- c) Renforcement des capacités et formation : des programmes de formation pour le personnel des IXP et des campagnes de sensibilisation aux avantages des IXP sont essentiels. Les techniciens qui gèrent les IXP ont besoin d'une formation spécialisée, et le développement continu des compétences est essentiel pour une gestion efficace des infrastructures.
- d) Partenariats public-privé (PPP) : la collaboration entre les FAI, les pouvoirs publics et les fournisseurs de contenu dans le cadre de PPP peut réduire les coûts et améliorer les infrastructures numériques. Ces partenariats doivent être axés sur la responsabilité sociale des entreprises (RSE) et les considérations environnementales, sociales et de gouvernance (ESG).
- e) Engagement des fournisseurs de contenu et des FAI : les fournisseurs de contenu doivent mettre en place des caches et des CDN au niveau des IXP, maintenir la transparence avec les FAI et faciliter l'hébergement pour les utilisateurs. Davantage de FAI sont encouragés à s'engager dans le peering, à partager des informations de routage et à soutenir les petits FAI.



- f) Financement et gestion financière : les stratégies d'amélioration des IXP comprennent des initiatives de financement, la transparence dans le développement des infrastructures et l'allègement des obstacles réglementaires. La formation à la gestion financière est essentielle pour le fonctionnement des IXP, et des incitations telles que des allègements fiscaux peuvent stimuler les investissements du secteur privé.
- g) Collaboration et meilleures pratiques : il est essentiel de renforcer la collaboration entre les entités gouvernementales, les fournisseurs de contenu et les FAI grâce à des initiatives conjointes et au partage des meilleures pratiques en matière d' . La reconnaissance des IXP comme services essentiels et la promotion de la concurrence sur le marché des FAI faciliteront la coopération.
- h) IXP durables : les IXP durables reposent sur des options d'adhésion adaptables, des PPP, le financement participatif et un modèle à but non lucratif clair. Le développement continu des compétences du personnel technique est essentiel dans un contexte de transformation du secteur.
- i) Améliorations techniques et diversification des services : le renforcement des IXP existants nécessite la mise à niveau des équipements, la mise en place de systèmes redondants et l'amélioration des protocoles de sécurité. La diversification des services avec des services à valeur ajoutée allant au-delà du peering de base est nécessaire.
- j) Approche communautaire : la création de nouveaux IXP dans les zones mal desservies doit s'accompagner d'études de faisabilité afin d'évaluer la demande du marché et les infrastructures. Une approche communautaire avec un déploiement progressif est recommandée, soutenue par des programmes de financement tels que l'ISOC-SPIF.
- k) Gouvernance et planification de la résilience : il est recommandé de renforcer les structures de gouvernance, de garantir la transparence et d'investir dans une gestion professionnelle. Les liaisons directes entre les IXP nationaux ou régionaux peuvent améliorer la robustesse du réseau, et la planification de la résilience par le biais de plans de reprise après sinistre est essentielle.

En résumé, les principales recommandations comprennent la mise en œuvre de politiques nationales de peering, le lancement de programmes de formation, la création d'IXP régionaux, l'incitation à l'hébergement de contenus locaux et la réalisation d'une intégration régionale complète de la fibre optique avec une localisation du trafic élevé. La



structure de la priorisation de la mise en œuvre est présentée au chapitre 10 dans la feuille de route de mise en œuvre de cette étude.

8.2 Stratégies de partenariat et de collaboration

Des stratégies de partenariat et de collaboration solides sont essentielles à l'expansion et à la durabilité des points d'échange Internet (IXP) en Afrique. Un large éventail de parties prenantes doit travailler ensemble pour stimuler le développement des IXP ; aucune organisation ne peut y parvenir seule. Vous trouverez ci-dessous un résumé des tactiques efficaces :

8.2.1 Coopération multipartite

La stratégie la plus cruciale pour promouvoir les points d'échange Internet (IXP) consiste à adopter une approche solide impliquant plusieurs parties prenantes. Cela implique de réunir les opérateurs de réseau et les fournisseurs d'accès Internet (FAI), de créer des associations de FAI, d'organiser des forums de peering, de supprimer les barrières à l'entrée, de mettre en place un environnement réglementaire favorable et de promouvoir le soutien du public par le biais de mesures incitatives telles que des exonérations fiscales et des capitaux de démarrage. Les réseaux d'entreprises, les fournisseurs de contenu et les opérateurs de centres de données devraient être inclus dans le secteur privé, collaborer avec des centres de données neutres, utiliser des réseaux de diffusion de contenu (CDN) et encourager les principaux fournisseurs de services cloud à établir des régions locales ou des points de présence (PoP) en Afrique.

Les organisations internationales et régionales offrent une aide financière, stratégique et technique cruciale. L'Association africaine des IXP (Af-IX) aide les opérateurs africains d'IXP à coordonner et à partager leurs connaissances, leurs meilleures pratiques et leurs ressources, et à représenter collectivement les IXP africains dans le monde entier. L'Internet Society (ISOC) offre un financement, une formation et un soutien technique pour le développement des IXP, en particulier dans les économies émergentes. L'African Network Information Centre (AFRINIC) contribue au développement de l'ensemble de l'écosystème Internet en proposant des adresses IP et un savoir-faire technique (ISOC, 2014).

Les communautés économiques régionales (CER) et l'Union africaine (UA) peuvent faciliter la création de nouveaux IXP grâce à des initiatives telles que le projet African Internet Exchange System (AXIS). Les partenaires de développement tels que la Banque mondiale, l'UIT et les agences nationales de développement peuvent offrir des subventions financières et une assistance technique pour le développement des infrastructures et des capacités des IXP.



8.2.2 Stratégies de collaboration pour des partenariats en matière de formation et de renforcement des capacités

Les groupes d'opérateurs de réseaux (NOG) jouent un rôle crucial dans la mise en place et l'exploitation des points d'échange Internet (IXP) régionaux, en offrant un forum d'échange de connaissances et de formation technique. Les collaborations avec des NOG mondiaux tels que l'AfNOG sont essentielles. Des ateliers techniques et des programmes de mentorat peuvent améliorer les connaissances et les compétences des employés des IXP, des ingénieurs des FAI et des responsables de la réglementation. Les partenariats pour la durabilité et le financement stratégique comprennent le financement de démarrage et les subventions, diverses sources de revenus et les partenariats public-privé (PPP).

La localisation du contenu peut être réalisée grâce à une communication directe avec les fournisseurs de contenu, des initiatives d'hébergement local et la sensibilisation des développeurs. L'interconnexion régionale peut être réalisée en connectant physiquement les IXP nationaux de pays proches, ce qui favorise la création de points d'échange Internet régionaux (RIXP). Les campagnes de sensibilisation doivent inclure des actions conjointes, notamment avec le monde universitaire, et le partage d'exemples de réussite et de données afin de promouvoir l'investissement et l'implication. Ces initiatives visent à développer les écosystèmes régionaux de peering et à réduire les coûts de transit (Mitchell, 2024) .

9 STRATÉGIES RÉGIONALES SUR MESURE

Compte tenu de l'énorme diversité géographique, économique, réglementaire et sociopolitique de l'Afrique, il est impératif d'adapter les stratégies de croissance des points d'échange Internet (IXP) sur le continent. Une stratégie « universelle » fonctionne rarement. Il faut plutôt modifier les tactiques pour les adapter aux exigences et aux environnements uniques de divers endroits. Vous trouverez ci-dessous un aperçu des stratégies régionales sur mesure :

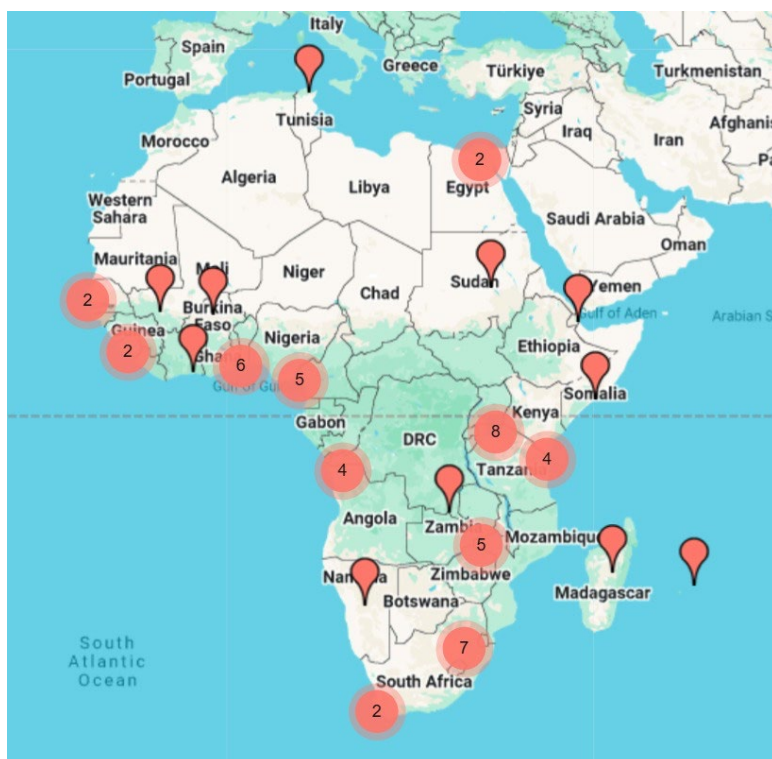


Figure5 : Carte des IXP africains

9.1 Afrique centrale (par exemple, RDC, Cameroun, Gabon et Tchad)

L'Afrique centrale, notamment la RDC, le Cameroun, le Gabon et le Tchad, présente un paysage IXP sous-développé, des infrastructures limitées, une instabilité économique et politique, et un coût élevé de la bande passante internationale. Les approches personnalisées consistent notamment à donner la priorité aux investissements dans les infrastructures de base, à s'appuyer sur les organisations internationales pour le financement, à créer des communautés et à collaborer avec les régulateurs et les gouvernements (Kende, 2021).

9.2 Afrique de l'Est (par exemple, Kenya, Ouganda, Tanzanie, Rwanda et Éthiopie)

Les principaux points d'échange Internet (IXP) tels que KIXP au Kenya, TIX en Tanzanie et UIXP en Ouganda sont en plein essor en Afrique grâce à leur importante connectivité par



câble sous-marin et à l'expansion rapide des économies numériques. La Communauté de l'Afrique de l'Est (CAE) prône l'intégration économique régionale, mais les défis à relever comprennent la diversité des cadres réglementaires, les coûts élevés de l'électricité et les coûts nationaux de raccordement.

Pour remédier à ces problèmes, les IXP peuvent se concentrer sur l'augmentation et l'expansion des services, l'approfondissement du peering régional, la localisation des contenus, la réduction des coûts de raccordement nationaux et le renforcement des capacités des IXP émergents. Ces approches visent à augmenter le trafic des entreprises et des contenus, à favoriser le peering transfrontalier et à soutenir la production et l'hébergement de contenus locaux. En outre, la promotion de lois visant à réduire les prix des réseaux terrestres à fibre optique peut contribuer à relever ces défis (Kende, 2020).

9.3 Afrique de l'Ouest (par exemple, Sénégal, Nigeria, Ghana et Côte d'Ivoire)

Le Nigeria est un marché important qui présente un immense potentiel pour l'IXPN, une technologie qui permet une connectivité mondiale. Cependant, le paysage réglementaire est fragmenté et le pays est confronté à des défis tels que des coûts d'exploitation élevés et des réglementations incohérentes. Pour les surmonter, des pays comme le Ghana devraient se concentrer sur le développement d'une infrastructure IXP solide, redondante et indépendante des opérateurs. CIVIX en Côte d'Ivoire modernise ses infrastructures, assure la redondance des liaisons, établit un troisième point de présence (PoP) à RAXIO CI et héberge de grandes entreprises telles que NETFLIX et AKAMAI, positionnant ainsi la Côte d'Ivoire comme un hub Internet régional.

La CEDEAO a déjà mené une étude de faisabilité pour un IXP régional (RIXP) qui est en cours d'approbation et qui soutiendra les partenariats et les investissements, avec un déploiement progressif d'ici 2027, reflétant une reconnaissance régionale croissante des avantages de la compétitivité des infrastructures numériques. En cas de succès, le RIXP pourrait servir de modèle à d'autres blocs cherchant à équilibrer la souveraineté technologique et l'intégration dans l'économie numérique mondiale. Le projet devrait coûter 300 000 dollars américains, mais des défis subsistent, notamment des déficits de financement, des infrastructures nationales inégales et l'harmonisation des cadres réglementaires dans les 15 États membres.

Une localisation agressive des contenus peut être réalisée en établissant des partenariats avec des fournisseurs de contenus internationaux, des plateformes de jeux et des entreprises médiatiques locales. Les grands pays comme le Nigeria devraient soutenir la croissance des IXP secondaires en dehors des centres commerciaux. Investir dans la formation technique des ingénieurs réseau et des opérateurs IXP peut garantir la durabilité à long terme et l'excellence opérationnelle (ISOC, 2012).

9.4 Afrique australe (par exemple, Afrique du Sud, Botswana, Zambie et Zimbabwe)

L'Afrique du Sud abrite certains des points d'échange Internet (IXP) les plus avancés du continent, notamment NAPAfrica et JINX. La région dispose d'infrastructures de pointe,



notamment des réseaux nationaux de fibre optique et des écosystèmes de centres de données. Cependant, les défis à relever comprennent les obstacles réglementaires et les coûts élevés de la fibre optique transfrontalière pour les pays enclavés. Pour y remédier, les dirigeants sud-africains devraient encourager les IXP et les FAI à contribuer à la croissance et au développement des IXP dans les pays voisins.

Pour résoudre le problème de la connectivité des pays enclavés, il faut réduire le prix et augmenter la capacité de la fibre terrestre. Les IXP devraient recruter des entreprises et des fournisseurs de services cloud pour qu'ils se joignent à eux et établissent des pairs, afin d'augmenter le trafic local entre entreprises et le trafic cloud. Les politiques au niveau de la SADC devraient simplifier les accords d'interconnexion transfrontalière et faciliter la circulation des données et des contenus au sein de la région. La promotion de sources de trafic diversifiées, telles que les réseaux gouvernementaux, les réseaux éducatifs et les fournisseurs OTT, peut augmenter la base de trafic (Kende, 2021).

9.5 Afrique du Nord (par exemple, Algérie, Maroc, Égypte et Tunisie)

Il existe des liens étroits avec l'Europe et le Moyen-Orient, ainsi qu'une opposition persistante au peering. Il est nécessaire d'adopter des approches personnalisées pour promouvoir la neutralité et la concurrence, démontrer les avantages économiques du peering local, utiliser les réseaux universitaires et de recherche pour héberger les IXP et mettre l'accent sur les contenus arabes et européens.

Il est nécessaire de former les acteurs concernés à la gestion du peering à grande échelle, à la sécurité et à l'optimisation des opérations des IXP. La collaboration entre les universités et les NREN afin de promouvoir le peering ouvert et d'encourager les producteurs de contenu du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord à y participer est indispensable (Kende & Hurpy, 2012). Il est également nécessaire de mener des recherches explicatives spécifiques basées sur une méthodologie d'étude de cas afin de confirmer les raisons du nombre limité d'IXP dans ces pays.

9.6 Expansion et renforcement des IXP en Afrique

Une stratégie multiforme axée à la fois sur l'expansion (construction de nouveaux IXP) et l'optimisation (amélioration des IXP existants) est nécessaire pour aider les points d'échange Internet (IXP) à se développer en Afrique. Compte tenu des différentes situations sur le continent, ces suggestions sont basées sur l'analyse de l'état actuel et des modèles des IXP.

9.6.1 Création de nouveaux IXP (expansion)

L'objectif est d'identifier et de soutenir les communautés mal desservies afin de créer de nouveaux IXP durables. Le tableau ci-dessous présente certaines des stratégies à mettre en œuvre pour atteindre cet objectif.

	Recommandation	Action	Stratégie	Partenariats/Soutien politique/Approche/Renforcement des capacités/États membres
1	Mener des études de faisabilité ciblées dans les zones défavorisées	Identifier de manière proactive les pays et les grandes villes d'Afrique centrale, les pays insulaires dotés d'IXP émergents ou inexistants, et les régions d'Afrique de l'Ouest	Évaluer le nombre de FAI actifs, d'opérateurs de réseaux mobiles (ORM), de producteurs de contenu local potentiels, de réseaux communautaires et la demande des entreprises en menant des analyses de marché approfondies. Cela permettra d'établir la viabilité et l'emplacement idéal des nouveaux IXP.	Afin de recueillir des informations et d'obtenir un soutien précoce, collaborer avec les communautés économiques régionales (telles que la CEEAC pour l'Afrique centrale), les associations émergentes de FAI et les organismes de réglementation locaux. Les États membres ciblés sont les suivants : Bénin, Burkina Faso, Comores, Gambie, Guinée, Liberia, Madagascar, Mali, Mozambique, Niger, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Sierra Leone, Somalie, Soudan du Sud, Tanzanie, Togo, Ouganda et Zimbabwe.
2	Développer des défenseurs locaux solides et le soutien de la communauté :	Identifier et habiliter les communautés techniques locales, les personnes passionnées au sein des FAI, des institutions universitaires ou des organisations	Donner à ces champions accès aux outils, aux instructions et aux conseils d'opérateurs IXP expérimentés (tels que ceux de KIXP, IXPN, JINX et NAPAfrica). Promouvoir	Grâce à des initiatives spécialisées et à un financement modeste, l'Internet Society, l'UIT, Af-IX, l'UAT et l'AFRINIC peuvent prendre l'initiative de repérer et d'aider ces champions.



		gouvernementales qui peuvent soutenir le projet IXP.	les visites d'étude dans des IXP prospères.	
3	Donner la priorité à la neutralité et à la transparence de la gouvernance dès le départ :	Veiller à ce que tout nouvel IXP soit fondé en tant qu'organisation à but non lucratif et impartiale, idéalement supervisée par un conseil d'administration composé de représentants du monde universitaire, de la société civile, des FAI et du gouvernement.	Créer des modèles financiers transparents et des politiques de peering ouvertes au public afin de favoriser la confiance parmi les participants potentiels et d'éviter la mainmise des entreprises puissantes.	Fournir des garanties réglementaires à tous les pairs potentiels en promouvant des lois qui exigent ou encouragent fortement la neutralité des IXP.
4	Obtenir un soutien opérationnel et un financement de démarrage durable :	Élaborez des plans d'affaires solides qui montrent aux nouveaux IXP comment devenir financièrement viables après avoir reçu les subventions initiales.	Pour couvrir les coûts d'installation initiaux (équipement, installations de base), utiliser le financement de démarrage provenant de partenaires internationaux de développement (tels que l'Internet Society Foundation, le FCDO, la GIZ, la BAD et la Banque mondiale) et, le cas échéant, se tourner vers les fonds nationaux de service universel (FSU).	Préconiser un déploiement progressif qui commence par un modèle opérationnel allégé et l'équipement nécessaire, puis se développe à mesure que la participation et le trafic augmentent.



5	Prêter attention aux meilleures pratiques techniques fondamentales.	Mettez immédiatement en pratique les meilleures pratiques techniques fondamentales en matière d'IXP, telles que la préparation à l'IPv6, une infrastructure de commutation de couche 2 solide et une alimentation redondante.	Pour attirer et fidéliser les pairs, utiliser des outils open source tels que IXP Manager pour assurer l'efficacité des opérations, l'automatisation et la production de rapports statistiques.	Offrez à l'équipe technique fondatrice une formation technique spécialisée sur la sécurité des réseaux, le peering BGP et les opérations IXP.
---	---	---	---	---

Tableau4 : Expansion des IXP

9.6.2 Amélioration des IXP existants (optimisation)

Les principaux objectifs de l'amélioration des IXP existants sont d'augmenter le trafic, de renforcer la résilience et d'améliorer la valeur offerte par les IXP déjà existants, comme indiqué dans le tableau 5 ci-dessous

	Recommandation	Action	Stratégie	Partenariats/Soutien politique/Approche/Renforcement des capacités/États membres
1	Engagement des CDN et localisation agressive du contenu :	Rechercher et encourager de manière proactive les fournisseurs de cloud hyperscale (tels que Google, Meta, Akamai, Cloudflare, Microsoft Azure et AWS) et les principaux réseaux de diffusion de contenu (CDN) mondiaux et régionaux à	Attirer l'attention sur l'expansion de la base d'utilisateurs en Afrique, les avantages d'une latence réduite et les économies financières pour ces fournisseurs. Offrir des incitations attrayantes en matière de colocation ou des accords de peering dans des centres de données neutres vis-à-vis des opérateurs et reliés à l'IXP.	Collaborer avec les opérateurs de centres de données régionaux et nationaux afin de développer des offres attrayantes pour les fournisseurs de contenu. Les États membres ciblés sont l'Afrique du Sud, le Nigeria, le Kenya, la Tanzanie, le Maroc, l'Égypte, l'Algérie, la Tunisie et le Ghana.



		mettre en place des points de présence (PoP) et à se connecter à l'IXP.		
2	Encourager le peering gouvernemental et les entreprises :	Contactez les organisations gouvernementales, les institutions financières, les réseaux éducatifs (NREN) et les grandes entreprises en plus des FAI traditionnels.	Informez ces organisations des avantages du peering direct à l'IXP pour un meilleur contrôle des coûts, une sécurité accrue et de meilleures performances pour leurs services numériques internes et externes. Les gouvernements devraient être encouragés à pratiquer le peering à l'IXP et à héberger leurs services localement.	Promouvoir des politiques et des réglementations qui obligent ou incitent les organismes gouvernementaux à établir des connexions avec les IXP régionaux. Identifier des mécanismes avec les opérateurs de télécommunications afin de faciliter la construction de liaisons pour les entreprises publiques vers les différents points de présence (PoP) des IXP.
3	Améliorer la maturité opérationnelle et la résilience technique :	Investir dans la modernisation de l'infrastructure IXP actuelle afin d'améliorer la sécurité (sécurité physique, atténuation des attaques DDoS), de garantir la redondance (alimentation électrique, refroidissement, liaisons réseau) et de se préparer à l'augmentation future du trafic.	Installer des systèmes de surveillance fiables, des procédures de réponse aux incidents et une formation continue pour les employés des IXP sur la sécurité et les opérations réseau sophistiquées.	Explorer les certifications industrielles ou les normes de conformité pertinentes afin de démontrer l'excellence opérationnelle et d'attirer des pairs plus exigeants.

4	Créer des revenus diversifiés et des services à valeur ajoutée :	Afin d'accroître la participation et de diversifier les sources de revenus, mettez en place un portefeuille de services à valeur ajoutée allant au-delà du peering de base.	Fournissez des services tels que des services de sécurité gérés, des interconnexions par fibre noire, des serveurs de routage (pour faciliter le peering), le peering à distance (si cela est économiquement et stratégiquement viable) ou des conseils d'experts en BGP.	Collaborez avec des entreprises de cybersécurité ou d'autres fournisseurs de services afin de fournir des solutions intégrées aux membres de l'IXP.
5	Stimuler les interactions transfrontalières et régionales :	Examiner la possibilité d'établir des connexions virtuelles ou physiques entre les IXP nationaux proches les uns des autres (par exemple, au sein de la SADC, de la CEDEAO ou de la CAE).	Promouvoir l'unification des politiques régionales afin de réduire les coûts de transit au sein du continent et de faciliter les échanges transfrontaliers. Des accords régionaux de peering et une baisse des tarifs transfrontaliers pour la fibre optique pourraient faire partie de cette stratégie.	Les réseaux des pays voisins peuvent se connecter à des IXP matures (tels que ceux d'Afrique du Sud, du Kenya et du Nigeria) en servant de hubs de peering régionaux.
6	Marketing et engagement communautaire continus :	Grâce à des forums, des ateliers et une communication ouverte fréquents, continuer à impliquer activement les membres actuels et potentiels.	Pour démontrer la valeur ajoutée et attirer de nouveaux membres, promouvoir les données des IXP, les réussites et les études de cas (telles que les économies réalisées par certains FAI). Mener des campagnes de marketing spécifiquement ciblées sur les différents groupes de parties prenantes.	Pour promouvoir des politiques bienveillantes et attirer des financements supplémentaires, utilisez les données recueillies sur les volumes de trafic, la réduction de la latence et les économies réalisées.

Tableau5 : Optimisation des IXP

9.7 Indicateurs de suivi et d'évaluation

Les conclusions de cette étude indiquent que les processus et outils de suivi, d'évaluation et d'apprentissage ne sont pas exhaustifs. Il est recommandé d'appliquer les indicateurs suivants dans la gestion des IXP existants et nouveaux. Certains IXP existants disposent



déjà d'outils qui fournissent des indicateurs de performance clés (KPI) alignés sur ces indicateurs. Cependant, un nombre important d'entre eux ne disposent pas de ces outils. D'après les données secondaires collectées sur le portail Af-IX, les résultats de la recherche montrent que certains des indicateurs clés de performance ne sont pas correctement mis à jour, la plupart renvoyant vers des liens hypertextes qui ne peuvent être suivis ou ouverts. Le tableau suivant présente un résumé des indicateurs de suivi, d'évaluation et d'apprentissage pour les IXP.

Type d'indicateur clé de performance	Indicateur clé de performance	Mesure	Description	Surveillance
Technique	Volume de trafic	Trafic quotidien/mensuel maximal et moyen (en Mbps ou Gbps) échangé à l'IXP	Trafic total échangé aux IXP (en Gbps) – indicateur principal	Graphiques de trafic automatisés (par exemple, via IXP Manager, Cacti, Prometheus, MRTG)
	Nombre de pairs/membres connectés (Nombre de participants)	Nombre total de numéros de systèmes autonomes (ASN) connectés à l'IXP	Nombre et diversité des réseaux connectés (indique le niveau d'interconnexion et de participation de la communauté)	Base de données IXP, liste publique des pairs.
	ASN/préfixes accessibles	Nombre d'ASN et de préfixes IP uniques visibles via le(s) serveur(s) de routage de l'IXP	Indique l'accessibilité globale et locale via l'IXP	Analyse des données du collecteur de routes (par exemple, outil ARDA d'AFRINIC, sondes RIPE Atlas)
	Latence	Temps de transit moyen (RTT) entre les participants à l'IXP avant et après la connexion à l'IXP, et par rapport aux routes internationales	Temps de transit moyen entre pairs (quantifie l'amélioration des performances pour les utilisateurs finaux)	Sondes (par exemple, RIPE Atlas, PerfSONAR, Looking Glass) déployées sur l'IXP et les réseaux des participants.
	Perte de paquets/gigue	Pourcentage de perte de paquets et variation du délai	Indique la qualité et la fiabilité du réseau.	Outils de surveillance continue des performances du réseau.



		pour le trafic échangé sur l'IXP.		(par exemple, SolarWinds)
	Disponibilité :	Pourcentage de temps pendant lequel l'infrastructure IXP est opérationnelle.	Essentiel pour la confiance et la fiabilité de l'IXP en tant que point de peering.	Systèmes de surveillance internes, sondes externes.
	Adoption de l'IPv6	Pourcentage de pairs annonçant des préfixes IPv6 et volume de trafic IPv6	Suivi de l'état de préparation à la croissance future d'Internet	Statistiques de trafic IXP, données du collecteur de routes
Financier et économique	Économies estimées pour les FAI	Économies calculées sur les coûts de transit international pour les FAI participants, sur la base des volumes de trafic échangés localement par rapport aux tarifs de transit international.	Démontre l'avantage financier direct pour les membres de l'IXP.	Enquêtes auprès des FAI, modélisation financière, comparaison des coûts de transit avant/après l'IXP.
	Viabilité financière de l'IXP	Rapport entre les revenus générés par l'IXP (par exemple, cotisations des membres, frais de port, services à valeur ajoutée) et les dépenses opérationnelles.	Indique la capacité de l'IXP à fonctionner sans subventions externes.	Audits financiers et rapports réguliers.
	Investissement dans les infrastructures locales	Croissance de la capacité des centres de données locaux, déploiement de la fibre optique vers les IXP et hébergement de contenu.	Mesure la stimulation économique indirecte.	Rapports sectoriels, enquêtes auprès des opérateurs de centres de données.



	Tendances des prix Internet (utilisateurs finaux)	Coût moyen des abonnements Internet pour les utilisateurs finaux au fil du temps.	Indique si les économies réalisées par les FAI sont répercutées sur les consommateurs.	Rapports des régulateurs, études de marché.
Social et développement	Croissance de l'hébergement de contenu local	Nombre de sites web, de services de streaming et d'instances cloud hébergés localement.	Montre le développement d'une économie numérique locale.	Outils d'analyse Web, enquêtes auprès des fournisseurs de contenu.
	Nouveaux services/applications numériques :	Nombre de nouveaux services ou applications en ligne locaux activés ou considérablement améliorés par l'IXP.	Mesure qualitative de l'innovation	Études de cas, preuves anecdotiques, observation du marché.
	Adoption de l'administration en ligne/de l'apprentissage en ligne/de la santé en ligne :	Augmentation de l'utilisation des services publics en ligne, des plateformes éducatives et des applications de santé.	Mesure des avantages sociétaux plus larges.	Statistiques gouvernementales, rapports sectoriels.
	Soutien politique et réglementaire :	Nombre de politiques ou de réglementations favorables adoptées en fonction de leur efficacité perçue par les parties prenantes.	Mesure l'environnement favorable.	Examens des politiques, entretiens avec les parties prenantes.
	Engagement communautaire :	Participation aux réunions de gouvernance, aux ateliers et aux programmes de formation de l'IXP.	Indique la force de l'écosystème multipartite	Registres de présence, enquêtes de satisfaction.

Tableau6 : Suivi, évaluation et apprentissage

9.8 Combler les lacunes dans les données de l'étude

Le rapport propose un cadre de reporting standardisé pour les points d'échange Internet africains (IXP) afin de combler les lacunes dans les données. Il suggère la création d'un référentiel centralisé pour collecter et agréger les données de tous les IXP participants. Des enquêtes et des analyses comparatives régulières sont également suggérées, avec des enquêtes annuelles ou bisannuelles visant à recueillir des données qualitatives et quantitatives. Des études de cas approfondies sont suggérées afin d'identifier les facteurs de réussite et les enseignements tirés, en particulier dans des contextes régionaux diversifiés.

Des études longitudinales sont suggérées pour suivre l'impact des IXP au fil du temps, en mettant l'accent sur les économies réalisées par les FAI et les avantages pour les utilisateurs finaux. Une cartographie des parties prenantes et une analyse de leur engagement sont également suggérées, en mettant l'accent sur l'analyse de l'efficacité de la collaboration. Enfin, il est recommandé de procéder à une analyse des politiques et à des actions de plaidoyer afin d'identifier les obstacles ou les facteurs favorables à la croissance des IXP et de plaider en faveur des réformes nécessaires. L'élimination des lacunes en matière de données dans le paysage des IXP africains peut améliorer les évaluations futures, permettant ainsi de mener des actions plus ciblées pour soutenir leur croissance et leur amélioration.

10 FEUILLE DE ROUTE STRATÉGIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES IXP

Dans le cadre de la feuille de route stratégique pour le développement des IXP en Afrique, les points d'échange Internet (IXP) seront développés, améliorés et rendus plus efficaces. Cela permettra d'améliorer la connectivité, de réduire les prix et de faire de l'Afrique un pôle numérique mondial. Elle est organisée en trois phases avec des priorités claires et réalisables:

10.1 Feuille de route stratégique par étapes pour la croissance des IXP en Afrique

10.1.1 Court terme – 2 ans

- i. Harmonisation des politiques : renforcer/développer les lignes directrices nationales relatives aux IXP et imposer des politiques de peering ouvert.
- ii. Étude de faisabilité : identifier les zones défavorisées et lancer des IXP pilotes en Afrique centrale et dans les nations insulaires.
- iii. Amélioration des compétences techniques : organiser des formations sur la gestion du BGP et des IXP à l'intention des ingénieurs locaux.

10.1.2 Long terme – 5 ans

- i. Localisation du contenu : recruter activement des CDN (Google, Meta, AWS, Akamai) pour établir des points de présence (PoP) dans les IXP régionaux
- ii. Peering gouvernemental : transférer tout le trafic gouvernemental et NREN vers les IXP locaux.
- iii. Intégration Suivi et Evaluation : mettre en place un référentiel de données centralisé et un cadre de reporting standardisé

10.1.3 Long terme - 10 ans

- i. Interconnectivité régionale : mettre en place des IXP régionaux (RIXP) pour faciliter le peering transfrontalier.
- ii. Viabilité financière : mettre en œuvre des modèles de revenus diversifiés afin d'éliminer la dépendance vis-à-vis des donateurs pour les IXP qui ne sont pas encore viables

Cette feuille de route est résumée dans le tableau RASCI ci-dessous, avec des indicateurs de performance clés spécifiques et leurs responsables.

Phase	Activités clés	Indicateurs de performance clés (KPI)	Acteurs principaux
Court terme (0 à 2 ans)	Harmonisation des politiques : améliorer/élaborer des lignes directrices nationales en matière d'IXP et imposer des politiques de peering ouvertes.	Nombre d'États membres ayant mis en place des politiques spécifiques en matière d'IXP/peering (objectif : 30+).	Union Africaine des Télécommunications (UAT)

	Étude de faisabilité : identifier les zones défavorisées et lancer des IXP pilotes en Afrique centrale et dans les nations insulaires.	Lancement d'au moins 5 nouveaux IXP dans les régions mal desservies (par exemple, la RCA, le Tchad, le Niger).	Autorités réglementaires nationales et MDA
	Amélioration des compétences techniques : organiser des formations sur la gestion du BGP et des IXP à l'intention des ingénieurs locaux.	Nombre d'opérateurs IXP certifiés et de membres du personnel formés à travers le continent.	Association africaine des points d'échange Internet (Af-IX) et AfriNIC
Moyen terme (2 à 5 ans)	Localisation du contenu : recruter activement des CDN (Google, Meta, AWS, Akamai) pour établir des Pops dans les IXP régionaux.	Pourcentage de trafic localisé (objectif : 70 % dans 50 % des États membres).	Fournisseurs d'accès à Internet (FAI) et opérateurs de réseaux mobiles (ORM), réseaux de diffusion de contenu (CDN) :
	Peering gouvernemental : Transférer tout le trafic gouvernemental et NREN vers les IXP locaux.	Nombre d'agences gouvernementales et de réseaux éducatifs en peering au niveau des nœuds locaux.	Autorités réglementaires nationales et MDA
	Intégration du suivi et de l'évaluation : mettre en place un référentiel de données centralisé et un cadre de reporting normalisé.	Déploiement réussi d'un tableau de bord régional sur les performances des IXP pour plus de transparence.	UAT, FAI et opérateurs de réseaux mobiles, CDN
Long terme (5 à 10 ans)	Interconnectivité régionale : mettre en place des IXP régionaux (RIXP) pour faciliter le peering transfrontalier.	Réduction de la latence intra-africaine à moins de 20 ms entre les frontières régionales.	UAT, FAI et ORM, (CDN), ARN et MDA
	Viabilité financière : mettre en œuvre des modèles de revenus diversifiés afin d'éliminer la dépendance vis-à-vis des donateurs pour les IXP qui ne sont pas encore viables.	Pourcentage d'IXP atteignant une autonomie opérationnelle à 100 %.	IXP

Tableau7 : Feuille de route stratégique



Les responsabilités des principaux acteurs dans le cadre de l'expansion recommandée ci-dessus des IXP africains sont énumérées ci-dessous.

Acteurs principaux	Responsabilités
Union africaine des télécommunications (UAT)	Coordination régionale des politiques, promotion du peering transfrontalier et supervision du cadre de reporting normalisé.
Autorités réglementaires nationales (ARN) et MDA	Formulation de politiques nationales en matière de haut débit et de peering, octroi de licences aux IXP neutres et fourniture d'un soutien financier ou politique initial pour les nouveaux nœuds
Fournisseurs d'accès à Internet (FAI) et opérateurs de réseaux mobiles (ORM) :	Adhésion aux IXP locaux pour échanger du trafic, partage des infrastructures de raccordement et collaboration en matière de résilience technique.
Association africaine des points d'échange Internet (Af-IX) et AfriNIC :	Renforcement des capacités techniques, facilitation de l'« inventaire des compétences » et fourniture de conseils techniques sur l'infrastructure de peering
Réseaux de diffusion de contenu (CDN) :	Investir dans des points de présence (PoP) et des caches locaux afin de favoriser la localisation du trafic et de réduire la dépendance vis-à-vis du transit international

Tableau8 : Principaux acteurs



11 CONCLUSION

Les résultats de cette enquête mettent l'accent sur les investissements dans les infrastructures telles que les câbles à fibre optique, l'amélioration des politiques et des réglementations, le renforcement des capacités, la sensibilisation et la promotion, ainsi que les partenariats public-privé dans le domaine de la durabilité, le renforcement des IXP actuels et la création et la croissance de nouveaux IXP, en particulier dans les régions marginalisées du continent. Il est nécessaire de mettre en place des stratégies d'inclusion pour soutenir les initiatives communautaires en matière de réseaux dans les zones non desservies. La mise en place d'indicateurs de performance pour une évaluation régulière afin de soutenir le suivi et l'évaluation de la performance et de l'impact des IXP est fondamentale pour identifier les domaines à améliorer afin d'accroître la couverture Internet de manière significative.

Les pays africains, par l'intermédiaire des régulateurs, devraient également envisager d'utiliser les fonds de service universel (FSU) pour soutenir le développement des IXP dans les zones défavorisées, compte tenu du rôle central que jouent les IXP dans la réduction de la fracture numérique grâce à une couverture haut débit accrue résultant de l'accessibilité financière, de la disponibilité et de la fiabilité des services Internet localisés. Tout cela nécessite la participation de toutes les parties prenantes de l'écosystème Internet, y compris les FAI, les opérateurs de réseaux mobiles, les régulateurs, les REC, les NOG, les réseaux communautaires et les gouvernements.



12 APPEL A L’ACTION

Pour garantir la souveraineté numérique de l'Afrique, les régulateurs doivent imposer le peering ouvert, les gouvernements doivent traiter les IXP comme des infrastructures nationales essentielles et les FAI doivent passer de modèles de peering concurrentiels à des modèles collaboratifs. Les principales opportunités stratégiques (IXP régionaux, localisation des CDN et modèles communautaires) sont les clés d'une Afrique connectée.



RÉFÉRENCES

Africa Data Centres. (5 octobre 2021). *Les avantages du peering*.

<https://www.africadatacentres.com/wp-content/uploads/2021/10/The-Benefits-of-Peering.pdf>

Fanou, R., Valera, F., & Dhamdhere, A. (2017). (PDF) Reshaping the African Internet: From Scattered Islands to a Connected Continent. *ResearchGate*

ISOC. (Février 2014). *Global-IXPToolkit_Collaborative-Draft_Feb-24.pdf*.

https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2021/04/Global-IXPToolkit_Collaborative-Draft_Feb-24.pdf

ISOC. (Juillet 2021). *Les points d'échange Internet sont essentiels pour améliorer l'accès à Internet et réduire les coûts de connectivité en Afrique, selon un nouveau rapport de l'Internet Society — Internet Society*. <https://www.internetsociety.org/news/press-releases/2021/internet-exchange-points-are-critical-to-improving-internet-access-and-lowering-connectivity-costs-in-africa/>

Kende, M. (2020). *Ancrer l'écosystème Internet africain :*

Kende, M. (juillet 2021). *Vers une Afrique interconnectée : l'initiative 80/20*.

<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2021/07/2021-Moving-toward-an-Interconnected-Africa-EN.pdf>

Kende, M., & Hurpy, C. (2012). *Évaluation de l'impact des points d'échange Internet – étude empirique du Kenya et du Nigeria*.

Mitchell, R. (23 avril 2024). Comment la forte communauté d'Afrique de l'Ouest a atténué une panne généralisée. *Internet Society*.



<https://www.internetsociety.org/blog/2024/04/the-importance-of-strong-technical-communities-and-partnerships-in-africa/>

Nyirenda-Jere, T., & Biru, T. (2015). *Développement et gouvernance de l'Internet en Afrique*.

Ooi, P. (4 avril 2025). *Mettre en place des points d'échange Internet durables et gérés par la communauté*. Internet Society Pulse.

<https://pulse.internetsociety.org/blog/establishing-sustainable-community-driven-internet-exchange-points>

Schumann, R., & Kende, M. (2013). *Lever les obstacles au développement de l'Internet en Afrique : suggestions pour améliorer la connectivité*.

Spencer, K. (août 2015). *Rapport d'enquête sur les IXP en Afrique.pdf*.

<https://www.afpif.org/wp-content/uploads/2017/10/Africa-IXP-Survey-Report.pdf>

Yamba, D., Frédéric, T. O., & Oumarou, S. (2022). La situation des IXP en Afrique : échec ou réussite ? *32e Conférence internationale sur les réseaux et applications de télécommunications (ITNAC) 2022*, 227-232.

<https://doi.org/10.1109/ITNAC55475.2022.9998415>



ANNEXES

Annexe 1 Questionnaire d'enquête

Cette section est détaillée dans le document joint intitulé : Annexe 1 Rapport final d'évaluation des IXP

Annexe 2 – Répondants à l'enquête

Cette section est décrite en détail dans le document joint intitulé : Annexe 2 Rapport final d'évaluation des IXP

UNION AFRICAINE DES TELECOMMUNICATIONS
*RAPPORT FINAL – EVALUATION DES IXP EN
AFRIQUE*

