

Via l'Afrique

Création de points
d'échange Internet (IXP)
locaux et régionaux
en vue de réaliser des
économies en termes
financiers et de
largeur de bande

*Document de travail élaboré
pour le CRDI et l'UIT à l'occasion du
Colloque mondial des régulateurs, 2004*

Via l'Afrique

Création de points d'échange Internet
(IXP) locaux et régionaux en vue de
réaliser des économies en termes
financiers et de largeur de bande

**Document de travail élaboré
pour le CRDI et l'UIT à l'occasion du
Colloque mondial des régulateurs, 2004**

Remerciements

Le présent document de travail du Colloque mondial des régulateurs (GSR) de 2004 a été élaboré par Russell Southwood, Président-Directeur général, Balancing Act, à la demande du Bureau de développement des télécommunications (BDT) de l'Union internationale des télécommunications (UIT) et du Centre de recherches pour le développement international (CRDI). A l'issue d'une période réservée à la présentation éventuelle d'observations, dont la date limite est fixée au 30 décembre 2004, le document sera publié dans sa version finale comme publication conjointe du CRDI et de l'UIT. Les points de vue exprimés dans le présent document sont ceux de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'UIT ou de ses Membres.

Le CRDI est une entreprise publique canadienne qui collabore étroitement avec les chercheurs des pays en développement pour les aider à créer des sociétés plus équitables et plus prospères. Le CRDI a été l'un des premiers organismes de développement à souscrire aux TIC comme moyen essentiel de favoriser le développement et de réduire la pauvreté.

L'UIT est une organisation internationale appartenant au système des Nations Unies dans laquelle les gouvernements et le secteur privé assurent la coordination de réseaux et de services de télécommunication à l'échelle mondiale. Le BDT a notamment pour mission d'aider les pays en développement dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC), de faire bénéficier tous les habitants du monde des avantages de ces technologies et enfin de donner une impulsion et de participer à des initiatives visant à réduire l'écart numérique. Ces activités s'inscrivent dans le cadre de la double responsabilité qui a été confiée à l'UIT en tant qu'institution spécialisée des Nations Unies et qu'institution chargée de la mise en œuvre de projets, comme prévu par le système de développement des Nations Unies ou d'autres mécanismes de financement.

L'auteur souhaiterait remercier les personnes suivantes: Sunday Folayan, Paul Hamilton, Badru Ntege, Andrew McLaughlin, Bill Woodcock pour leur contribution à la rédaction du présent document de travail et d'autres encore qui sont trop nombreuses pour pouvoir être citées nommément. Des remerciements particuliers s'adressent à Brian Longwe et William Stucke, membres de l'équipe chargée de l'étude du CRDI dont le concours a été inestimable. Enfin, il convient de remercier tous ceux qui ont apporté leur soutien à la publication du document, notamment Steve Song et Laurent Elder du CRDI ainsi que Jean-Yves Besnier, Desire Karyabwite et Susan Schorr du BDT/UIT.

© ITU 2005

Union internationale des télécommunications

Place des Nations

CH-1211 Genève

Suisse

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

Table des matières

	<i>Page</i>
Introduction	1
1 Création de points IXP nationaux et régionaux: avantages.....	3
1.1 Contexte	3
1.2 Economies de coût.....	6
1.3 Amélioration des vitesses d'accès et diminution du temps de latence	8
1.4 Possibilités de recettes offertes par un contenu et par des services au niveau local	9
2 Comment créer un point IXP national.....	11
2.1 Problèmes de gestion du personnel et problèmes technologiques	11
2.2 Configuration technique	13
2.3 Implantation du point IXP en terrain neutre	14
2.4 Coûts de la création et de l'exploitation d'un point IXP national.....	15
2.5 Obstacles à la mise en œuvre des points IXP	16
2.6 Enseignements tirés d'expériences menées sur d'autres continents que l'Afrique	17
2.7 Création future de points IXP africains aux niveaux national et local	19
3 Connexion de points IXP nationaux en vue de créer un point IXP régional en Afrique	21
3.1 Choix d'un modèle approprié	21
3.2 Lancement d'une demande de service par l'Association AfrISPA	22
3.3 Volume de trafic	22
3.4 Rôle primordial des exploitants régionaux, de l'infrastructure en fibre et de l'évolution future	23
4 Questions réglementaires à examiner	27
Appendices.....	29
A1 Documents d'information et références.....	29
A2 Liste des points d'échange Internet dans le monde entier	30
A2.1 Amérique du Nord.....	30
A2.2 Europe occidentale	31
A2.3 Europe orientale	31
A2.4 Afrique	32
A2.5 Asie	32
A2.6 Amérique du Sud.....	32
A3 Projet de statuts et de financement	33

Introduction

Le présent document de travail étudie deux questions intéressantes directement la plupart des pays en développement: le coût élevé de la largeur de bande, éléments, parmi d'autres, qui freine l'augmentation de l'utilisation de l'Internet dans ces pays et l'une des raisons de ce coût élevé: à savoir, la nécessité d'utiliser une largeur de bande internationale pour échanger des données aux niveaux local et national.

En juin 2003, le Centre canadien de recherches pour le développement international (CRDI) a commandé une étude intitulée «Points régionaux d'échange de trafic entre homologues – Création d'un pivot de référence». L'étude avait deux objectifs principaux:

- Créer un point régional d'échange de trafic entre homologues qui puisse servir à démontrer les réalisations possibles.
- Définir les grandes lignes des meilleures méthodes de traitement du trafic Internet à l'échelle du continent.

À l'issue des discussions dont il est question à la section 3, l'UIT a invité les parties concernées à se réunir au cours d'une session organisée durant ITU TELECOM AFRICA qui s'est tenue au Caire en mai 2004. L'idée d'élaborer conjointement le présent opuscule, qui sera publié par l'UIT et le CRDI, est née à la suite des discussions de cette session. Entre-temps, le CRDI¹ a lancé la seconde phase de mise en œuvre de l'étude, qui est sur le point de se conclure.

L'engagement pris par l'UIT d'encourager la formation de points IXP provient de sa Déclaration de Kigali² dans laquelle les délégués ont recommandé que l'organisation traite de cette question dans le cadre d'un symposium et que «des initiatives complémentaires soient prises pour réduire la dépendance des services non régionaux et la connectivité internationale. De telles initiatives comprennent, par exemple, l'encouragement au développement des contenus et services locaux (par exemple, services de courrier électronique local gratuit)».

Le but recherché dans cette Déclaration est reflété dans le projet de Plan d'action du SMSI qui invite toutes les parties concernées à «optimiser la connectivité entre les principaux réseaux d'information en encourageant la création et le développement de réseaux fédérateurs TIC et de points d'échange Internet au niveau régional, afin de réduire les coûts d'interconnexion et d'élargir l'accès au réseau»³.

Le présent opuscule contient trois sections qui se proposent d'étudier les possibilités de mettre en place des points IXP nationaux et régionaux, notamment en Afrique, tout en se fondant sur l'expérience acquise dans d'autres parties du monde:

La **section 1** examine le contexte africain autour de ces points IXP et indique d'une manière générale les raisons pratiques de leur mise en œuvre sur le continent.

La **section 2** décrit la façon dont les points IXP nationaux ont été mis en place ainsi que les problèmes qu'il faudra résoudre en termes de personnel et de technologie. Il y est également question des façons éventuelles d'adapter le cadre réglementaire de nature à permettre à ces points d'échange de faire leurs preuves.

¹ <http://www.idrc.ca>

² Elaborée à l'occasion de son Symposium IP pour l'Afrique (7-9 juillet 2003) – Voir l'Appendice A1.

³ Voir la section C2, point J du projet de Plan d'action du SMSI – Voir l'Appendice A1.

La **section 3** étudie la prochaine étape logique, à savoir comment pourrait-on connecter des points IXP nationaux pour que les données soient échangées entre les pays sans devoir pour autant quitter le continent. Par ailleurs, les discussions qui ont eu lieu jusqu'ici sur la meilleure méthode à suivre pour y parvenir y sont résumées, tout comme l'option choisie par AfrISPA et les mesures concrètes à prendre pour la réalisation.

Les Appendices contiennent une liste de documents et de références utiles (A1). Nous avons, dans la mesure du possible, essayé d'éviter les renvois si bien que la plupart des documents d'accompagnement sont indiqués dans la présente section. On y trouve aussi une liste résumée des nœuds d'échange Internet existant dans le monde entier (A2) ainsi qu'un point de référence pour compléter la liste.

1 Création de points IXP nationaux et régionaux: avantages

«A l'heure actuelle, les pays en développement qui souhaitent se connecter au réseau fédérateur Internet mondial doivent payer intégralement le coût de la ligne louée internationale au pays qui assure le transit. Plus de 90 pour cent de la connectivité IP internationale transite par l'Amérique du Nord. Une fois qu'une ligne louée est établie, le trafic circule dans les deux sens et profite aux abonnés du pays de transit ainsi qu'aux pays en développement, bien que les coûts soient supportés essentiellement par ces derniers pays. Ces coûts plus élevés se répercutent sur les abonnés [des pays en développement]. Sur l'Internet, les flux monétaires vont des pays en développement situés au sud vers les pays développés du nord.»

Yoshio Utsumi,
Secrétaire général de l'UIT⁴

1.1 Contexte

A l'heure actuelle, il existe en Afrique dix points IXP nationaux situés dans les pays suivants: Egypte, Kenya, Mozambique, Nigéria (Ibadan), Ouganda, République démocratique du Congo (RDC), République sudafricaine, Rwanda, Tanzanie et Zimbabwe (voir encadré, IXPs en Afrique). L'Association AfrISPA a joué un rôle de premier plan dans la mise en place de ces nœuds d'échange et elle a, à cet égard, bénéficié de l'appui de divers partenaires des secteurs public et privé dont le Ministère britannique chargé de l'aide, DfID et Cisco. Pour l'instant, il n'existe aucun point IXP dans les pays francophones d'Afrique de l'Ouest. Toutefois, un certain nombre d'autres pays africains ont déjà entamé des discussions préliminaires. Si le volume de trafic à échanger est suffisamment important au niveau local, il serait judicieux de créer un point IXP.

Comment l'essor de ces points IXP africains a-t-il été rendu possible? En octobre 2002, l'Association africaine des fournisseurs de services Internet (ISP), l'AfrISPA, a publié un document de politique générale très influent appelé «Halfway Proposition» (proposition de compromis). Ce document avait pour objet de démontrer que le coût élevé de la largeur de bande internationale était l'une des causes des prix élevés que doivent payer les utilisateurs africains de l'Internet.

Comme l'un de ses auteurs l'a fait observer: «Lorsqu'un utilisateur final au Kenya envoie un e-mail à un correspondant aux Etats-Unis, c'est le fournisseur ISP kenyan qui supporte le coût de la connectivité internationale entre le Kenya et les Etats-Unis. Inversement, lorsqu'un utilisateur final américain envoie un e-mail à destination du Kenya, c'est toujours le fournisseur ISP kenyan qui supporte le coût de la connectivité internationale et, en fin de compte, c'est l'utilisateur final kenyan qui est le plus sévèrement touché du fait qu'il paie un abonnement plus élevé».

⁴ www.itu.int/itudoc/telecom/afr2004/86020_ww9.doc

IXPs en Afrique, 2004



Source: Network Startup Resource Center (http://nsrc.org/AFRICA/afr_ix.html).

Il y a pire encore: ainsi, lorsqu'un utilisateur africain de l'Internet envoie un message à un ami qui vit dans la même ville ou dans un pays voisin, les données du message vont jusqu'à Londres ou à New York avant de revenir vers la ville ou vers le pays voisin en question. Selon les estimations, cette utilisation de la largeur de bande internationale pour des données nationales ou régionales coûte à l'Afrique un montant de l'ordre de 400 millions USD par an. Cette situation peut être mise en parallèle avec la téléphonie. Dans ce cas, en effet, il peut être plus facile d'acheminer via l'Europe ou les Etats-Unis une communication destinée à un pays voisin que de l'acheminer directement.

Alors que pour les transactions vocales chaque partie concernée règle le coût d'un demi-circuit, les transactions Internet se font sur la base d'un circuit complet. Une telle divergence a fait l'objet de débats au sein de la Commission d'études 3 de l'UIT-T.

Les fournisseurs de dorsales Internet des pays développés répondent que le prix qu'ils facturent aux fournisseurs ISP des pays en développement n'est pas plus élevé que celui qu'ils appliquent à leurs propres abonnés. Ils estiment que la plupart des coûts internationaux sont imputables à un certain nombre de raisons: médiocrité de l'infrastructure de télécommunication aux niveaux régional et national, nombre moins élevé qu'ailleurs de points d'échange de trafic entre homologues et enfin, absence véritable de concurrence dans bon nombre de pays en développement.

En résumé, si l'Afrique était mieux à même d'échanger le trafic local au niveau national ainsi qu'au niveau régional sur l'ensemble du continent, elle ne payerait pas un coût élevé pour la largeur de bande internationale. De même, si le trafic de sortie du continent était plus important et si l'Afrique comptait quelques exploitants régionaux de télécommunication, ceux-ci seraient en mesure de conclure des accords avec leurs homologues internationaux et d'abaisser les coûts de la largeur de bande internationale (voir l'encadré «En quoi consiste l'échange de trafic entre homologues»). Il faudrait qu'il existe une interconnexion continentale à l'intérieur de l'Afrique pour permettre aux fournisseurs ISP africains de regrouper le trafic intra-africain et de négocier de meilleurs prix de transit auprès des fournisseurs mondiaux de dorsales.⁵

En quoi consiste l'échange de trafic entre homologues? (peering)

Relation entre deux fournisseurs ISP ou plus, de taille petite ou moyenne, dans laquelle les fournisseurs ISP établissent une liaison directe entre eux et consentent à s'envoyer directement des paquets sur cette liaison au lieu de recourir au réseau fédérateur Internet normal. Par exemple, supposons qu'un client du fournisseur ISP X souhaite accéder à un site web hébergé par le fournisseur ISP Y. S'il existe un accord entre homologues X et Y, les paquets HTTP seront transférés directement d'un fournisseur à l'autre. Il en résulte en général un accès plus rapide car il y a moins de bonds sur le trajet. Cette solution est aussi beaucoup plus économique pour les fournisseurs ISP qui n'ont pas besoin de verser une redevance à un tiers, le fournisseur de services réseau (NSP).

L'échange de trafic entre homologues peut aussi faire intervenir plusieurs fournisseurs ISP. En pareil cas, tout le trafic destiné à l'un des fournisseurs ISP est d'abord acheminé vers un point central appelé point d'échange de trafic pour être ensuite dirigé vers la destination finale. Au niveau régional, certains fournisseurs ISP établissent des accords locaux entre homologues (accords de peering) qui remplacent ou complètent les accords d'échange entre homologues avec un fournisseur de dorsales Internet. Dans certains cas, les montants à payer au titre de l'échange de trafic entre homologues comprend les taxes de transit ou la taxe d'accès proprement dite de la ligne jusqu'au réseau.

Sources: Webopedia, Whatis.com

S'il est possible que la méthode de tarification de l'Internet soit modifiée, elle est contraire au fonctionnement des marchés libéralisés ainsi qu'à la tradition qui a permis l'essor extrêmement rapide de l'Internet et serait de surcroît très difficile à mettre en œuvre et à faire respecter. Comme les auteurs de la proposition de compromis l'ont reconnu, il faudrait appliquer une méthode plus pragmatique pour obtenir des résultats concrets. Ceux-ci ont indiqué par ailleurs que l'existence de points d'échange Internet (IXP) nationaux et régionaux aurait pour effet de diminuer sensiblement le volume de trafic national et intercontinental devant quitter le continent.

Au niveau national, l'argument était parfaitement valable car la plupart des fournisseurs ISP étaient situés dans de grandes villes et pouvaient s'interconnecter assez facilement encore que l'obstacle concret de la manière d'échanger le trafic intracontinental subsistait toujours. Il serait nettement moins facile, pour un certain nombre de raisons, d'échanger du trafic entre les pays.

⁵ New Strategy for Regional Interconnection in Africa, Andrew McLaughlin, XDev – Extreme Development, 24 October 2003 (<http://cyber.law.harvard.edu/xdev/000046.html>).

Comme l'infrastructure en fibre n'est pas généralisée entre les différents pays, le trafic entre les pays devrait se faire par le biais de satellites et, à ce jour, la totalité des grands opérateurs de satellites relèvent des pays développés. De plus, il ne serait pas aussi facile d'établir des connexions entre les pays puisque certaines questions réglementaires ne sont pas encore résolues. Face à ces problèmes, les auteurs de la proposition de compromis ont suggéré deux options possibles.

La première consistait à créer un point d'échange Internet virtuel panafricain (PAVIX) sous la forme d'une organisation «à but lucratif» distincte visant uniquement à relier les points IXP à travers le continent. La seconde option était d'encourager l'arrivée sur le marché d'exploitants régionaux qui concluraient des accords d'interconnexion avec les fournisseurs ISP dans les pays dotés de points IXP et qui vendraient ensuite le trafic de transit aux fournisseurs ISP de différents pays. Ces deux options ont constitué le point de départ de l'étude du CRDI dont les résultats sont décrits dans la section 3 ci-après.

La création de points IXP présente un certain nombre d'avantages, à savoir: économies de coût, amélioration des vitesses d'accès et diminution du temps de latence et enfin, possibilité de recettes offertes par un contenu et par des services au niveau local. Ces avantages sont décrits dans les trois paragraphes qui suivent.

1.2 Economies de coût

C'est en comparant les coûts de la largeur de bande au niveau local et au niveau international que l'on pourra comprendre pourquoi la création de points IXP nationaux permet de réaliser des économies de coût:

Tableau 1 – Comparaison de coûts de la largeur de bande au niveau local et au niveau international

Largeur de bande	Niveau international	Niveau local
64 K	1 687 USD	190 USD
128 K	2 386 USD	274 USD
256 K	3 375 USD	378 USD
512 K	4 773 USD	535 USD
1 MB	6 750 USD	757 USD

Source: Tarifs de la largeur de bande établis par Telkom Kenya, décembre 2001.

Avant la création du point IXP kenyan (KIXP), les tarifs de la connectivité internationale étaient neuf fois supérieurs à leurs coûts locaux équivalents. Malgré l'existence de nombreux facteurs imputables au marché, très peu de temps après la mise en place du point KIXP, on a assisté à une réduction des tarifs de la largeur de bande internationale au Kenya. Toutefois, l'échange de trafic local par l'intermédiaire du point KIXP reste nettement meilleur marché par rapport à une utilisation de la largeur de bande internationale.

Aubin Kashoba, Président d'ISPA-DRC (RDC), a déclaré que «l'utilisation de l'Internet comme moyen d'échange et de transfert des connaissances posait plusieurs problèmes. La largeur de bande internationale constitue actuellement un sérieux handicap en termes de délai et de coût. L'existence d'un point IXP local dans le pays contribue dans une large mesure à abaisser ces coûts».

Le trafic local transitant par les points IXP nationaux par rapport à l'ensemble du trafic varie d'un pays à l'autre. Généralement parlant, plus l'économie d'un pays (Internet) est développée, plus la proportion de trafic qui restera à un niveau local sera grande. Par exemple, d'après la plupart des estimations, le trafic local de la République sudafricaine qui transite par le point d'échange de Johannesburg (JINX) représente environ 50 pour cent du trafic total. En revanche, au Kenya, la part du trafic local est comprise entre 25 et 30 pour cent. D'après ces chiffres, il n'est pas difficile de voir que l'on peut réaliser des économies importantes de coût avec des points IXP locaux.

C'est en comparant les coûts de la largeur de bande sur des distances différentes que l'on pourra mieux comprendre, une fois encore, que l'utilisation d'un point IXP régional permet une réduction des coûts:

Tableau 2 – Tarifs comparatifs pour des distances différentes

Niveau local (une ville)	60 USD par mois pour 64 kbit/s
Niveau national (grande distance)	300 USD par mois pour 64 kbit/s
Niveau international (distance équivalente)	1 000 USD par mois pour 64 kbit/s

Source: William Stucke.

Dans l'exemple susmentionné (tiré des tarifs de 2003 pour la République sudafricaine), on observe la même différence évidente entre les coûts du trafic local et du trafic international: le coût d'acheminement du trafic local est 17 fois inférieur à celui du trafic international.

Il est également intéressant de noter que le coût de la largeur de bande sur de très grandes distances au niveau national correspond à environ un tiers de son équivalent international. Dans ce cas, il se peut que le tarif international couvre le coût de la connexion entre deux pays qui se trouvaient aussi éloignés l'un de l'autre que des villes connectées avec la largeur de bande nationale.

Dans ce cas, l'argumentation est plus complexe que dans le cas de la comparaison des économies de coût de la largeur de bande entre le niveau local et le niveau international car plusieurs facteurs entrent en ligne de compte. Pour la plupart des pays africains, la passerelle internationale qui serait utilisée pour acheminer les données vers d'autres pays africains reste aux mains d'un monopole. De ce fait, il n'existe aucune concurrence en matière de tarifs et les prix restent donc artificiellement élevés. Cette situation commence à évoluer dans la mesure où de nombreux pays réexaminent leurs régimes de concurrence et que l'exclusivité accordée aux opérateurs historiques touche à sa fin.

Par ailleurs, sur le plan pratique (à l'exception de la région SADC), il existe très peu de liaisons entre les pays et seule une minorité de pays africains est reliée par des liaisons en fibre, dont le coût peut être sensiblement inférieur par rapport à leur équivalent satellitaire. Lorsqu'il existe un réseau en fibre, comme c'est le cas de SAT-3, il se trouve aux mains des mêmes opérateurs historiques qui sont (pour l'essentiel) en situation de monopole de sorte que les prix pratiqués dans certains pays semblent plus élevés que ce qu'ils pourraient l'être dans un cadre plus concurrentiel.

Sur le plan technique, il n'est pas difficile de connecter les différents points IXP locaux (voir la section 3 ci-dessous). Ainsi, lorsque ces connexions seront en place, les utilisateurs Internet du Mozambique pourraient à la fois envoyer du courrier électronique et accéder au web en République sudafricaine, par exemple, sans que le trafic engendré ne quitte le continent, permettant par là même à l'un des pays les plus pauvres d'Afrique d'économiser des devises extrêmement recherchées.

1.3 Amélioration des vitesses d'accès et diminution du temps de latence

L'une des difficultés liées à l'utilisation de la largeur de bande internationale pour l'échange du trafic local vient du fait qu'elle ralentit l'échange de trafic et rend pratiquement impossible l'utilisation d'applications «gourmandes» en largeur de bande. Par ailleurs, les distances en jeu occasionnent un retard perceptible de nature analogue à celui que l'on observe souvent sur les communications téléphoniques internationales.

Le temps de latence est le temps que met un message pour traverser le système depuis l'expéditeur jusqu'au point de livraison escompté. Par conséquent, d'un point de vue pratique, le retard peut être dû à un certain nombre de facteurs interdépendants. Du fait qu'il est transféré au niveau international, le message peut faire plusieurs «bonds». Dans un réseau informatique, un bond représente une portion du trajet entre la source et la destination. Lorsqu'elles «voyagent» sur l'Internet, par exemple, les données traversent un certain nombre de dispositifs intermédiaires (comme les routeurs) au lieu d'être canalisées directement sur un seul fil. Chacun de ces dispositifs oblige les données à faire un «bond» entre une connexion du réseau point à point et une autre.

Les retards sont imputables à trois causes: le temps que met chaque routeur pour traiter chaque paquet; le temps que prend le paquet pour se placer en file d'attente avant de pénétrer dans le câble assurant la connexion avec le bond suivant (en fonction de l'état d'encombrement de la connexion); et le temps de transmission physique d'une extrémité à l'autre de chaque connexion (ce temps est beaucoup plus élevé dans le cas du satellite que dans celui de la fibre). Plus le nombre de «bonds» est important, plus le retard est grand. De même, plus une connexion est encombrée, plus le retard augmente – parfois dans des proportions bien plus importantes encore. Il va de soi qu'un message envoyé via un point IXP local vers une destination locale nécessitera un nombre infiniment moins grand de bonds que pour un message envoyé via Londres ou New York.

Par ailleurs, le débit influe sur la vitesse de transfert. Si le message est transféré par satellite et qu'un volume important de trafic est transféré en même temps, la vitesse de transfert sera ralentie de sorte que le message sera transporté nettement moins vite jusqu'à sa destination.

Le temps de latence mesure ces retards en millisecondes. Or si ces millisecondes semblent constituer un retard presque imperceptible, leur accumulation peut avoir pour effet de ralentir considérablement l'efficacité du processus. Par exemple, un transfert de données au niveau local (il peut s'agir peut-être d'un e-mail) d'un quartier de Kinshasa à une autre partie de la ville, effectué par liaison à satellite, peut donner lieu à une latence moyenne comprise entre 200 et 900 millisecondes par paquet, sachant que le transfert du message comporte au moins sept paquets même pour le message le plus petit. En revanche, le même message qui sera transféré localement sur une ligne métallique, hertzienne ou à fibre optique n'enregistrera qu'une latence moyenne comprise entre 5 et 20 millisecondes. Cette valeur n'a guère d'importance pour l'e-mail qui ne dépend pas du temps. En revanche, pour la navigation sur le web, le commerce électronique ou en particulier les protocoles «en temps réel» comme la messagerie instantanée, le service de bavardage Internet (protocole IRC), la lecture en transit de fichiers sonores ou visuels et le VoIP, cette valeur est extrêmement importante.

Il ressort d'essais pratiques en service que le temps de latence enregistré avec les points IXP n'atteint peut-être pas les mêmes valeurs que les valeurs moyennes théoriques indiquées tout en permettant néanmoins d'importantes améliorations pour le transfert international. Par exemple, les 10 fournisseurs ISP connectés au point KIXP réalisent un temps de latence compris entre 30 et 60 millisecondes sur une liaison non encombrée.

Les fournisseurs ISP connectés à ce point KIXP doivent bien sûr s'assurer qu'il existe une capacité suffisante pour offrir une liaison non encombrée. Au début de la mise en place du point KIXP, un fournisseur ISP traditionnel avait décidé qu'il lui suffirait d'avoir à un circuit de 64 kbit/s pour traiter un trafic de ce genre alors que deux heures plus tard le trafic était tellement important que la liaison était encombrée. Cependant, dès lors que les niveaux de trafic ont été réglés au fil du temps, les risques d'encombrement des liaisons ont sensiblement diminué.

Les améliorations apportées aux vitesses d'accès et au temps de latence permettent d'envisager toute une série d'applications qui n'auraient pas été possibles si le transfert des données locales devait s'effectuer au niveau international. Par exemple, au Kenya, la station Kiss FM a lancé un service radio d'enregistrement et lecture en continu et, en Ouganda, le Web2SMS, l'un des types de trafic les plus importants qui passe par le point UIXP permet à n'importe quel utilisateur de l'Internet d'envoyer gratuitement des SMS à partir d'un navigateur du web vers des abonnés mobiles à l'intérieur du pays.

1.4 Possibilités de recettes offertes par un contenu et par des services au niveau local

Grâce à l'amélioration des vitesses d'accès et à des temps de latence plus faibles, une série de nouvelles possibilités économiques est apparue au niveau local. Alors qu'auparavant, il n'était peu ou pas judicieux d'héberger des sites web au niveau local, il est désormais possible de le faire sans que la performance d'une organisation en soit pénalisée pour autant. Dans ces conditions, il se peut que l'on assiste à une augmentation régulière du nombre de noms de domaine locaux et de sites web hébergés sur le plan local.

Ainsi, toute une série de services qui auraient été beaucoup trop lents auparavant sont désormais possibles, dont notamment:

- la lecture en transit de fichiers sonores/visuels;
- la visioconférence;
- la télémédecine;
- le commerce électronique;
- le cyberapprentissage;
- l'administration publique en ligne;
- les services bancaires en ligne.

Au Kenya, une société entièrement sur l'Internet, appelée MyJobsEye (<http://www.myjobseye.com>) a été créée, le point KIXP étant un élément phare du plan d'entreprise. Après quelques mois d'activité, le trafic acheminé vers ce site web représentait environ 40% du trafic local du fournisseur ISP hébergeant ce site. L'entreprise enregistrait alors un nombre record de soumissions en ligne: 16 000 CV et 7 000 emplois.

En revanche, il n'existe pas encore de solution locale pour faire face à l'utilisation d'adresses Hotmail et Yahoo par les utilisateurs de cybercafés locaux, compte tenu de toutes les demandes parallèles de largeur de bande nécessaires pour télécharger le courrier des utilisateurs en dehors du pays d'origine. Il se peut qu'avec le temps on dispose, dans ce domaine, de sites miroirs régionaux mais il se peut aussi tout simplement que les opérateurs de ces clients du web n'en voient pas la nécessité car ils n'existent pas sur d'autres continents.

En résumé, un secteur Internet dynamique sur le plan local a la possibilité de créer des emplois mieux payés faisant appel à des niveaux de compétence plus élevés. L'échange de trafic au niveau national favorise la conception et l'édition d'un contenu national.

2 Comment créer un point IXP national

«J'aurais aimé que ces points IXP (régionaux et nationaux) aient été créés hier!» Ernest Ndukwe, Directeur, Nigerian Communications Commission.

Les points IXP constituent la pierre angulaire de toute l'économie Internet: ils assurent l'interconnexion des différentes parties de l'Internet et permettent à différents fournisseurs ISP de se connecter entre eux, créant par là même une plaque tournante centralisée. Ce n'est pas avec un acheminement du trafic qui privilégie les grandes distances que l'on utilise efficacement le réseau, de sorte que la devise du point IXP «le trafic local doit rester au niveau local» est tout à fait appropriée. Une définition du point ou nœud d'échange Internet (IXP) est donnée dans l'encadré ci-après.

En quoi consiste un point (nœud) d'échange Internet (IXP)?

Le terme *point d'accès au réseau* (NAP) peut également être utilisé pour désigner des points IXP. Un point NAP ou IXP typique comprend une ou plusieurs armoires abritant l'équipement de routage appartenant aux participants ainsi qu'un commutateur central auquel tous les routeurs sont connectés. Chaque opérateur de réseau installe une connexion au point IXP et échange du trafic avec les autres réseaux via le commutateur central. Un équipement redondant est installé en cas de panne.

2.1 Problèmes de gestion du personnel et problèmes technologiques

Les points IXP nationaux sont mis en place par des fournisseurs ISP concurrents qui se réunissent pour accomplir une action allant dans le sens de leur intérêt mutuel bien compris: abaisser les coûts du trafic local. Il n'est jamais facile, même dans les circonstances les plus favorables, de travailler avec des concurrents, mais la tâche est doublement difficile lorsqu'on a affaire au secteur Internet de l'Afrique où la concurrence est féroce. Dans ce contexte, la confiance est déterminante. Il faut que vous puissiez travailler avec vos concurrents mais dans certains pays ce niveau de confiance n'existe pas encore. La création de points IXP représente 10% de travail technique et «90% de travail d'ordre sociopolitique».⁶

Il est particulièrement important d'obtenir un appui («par écrit») sur le plan de la réglementation pour les points IXP. Au Kenya, les personnes qui ont créé le point IXP croyaient comprendre qu'elles avaient conclu un accord avec l'organisme de régulation pour lancer un point IXP. Malgré tout, l'organisme de régulation a fermé ce point IXP pendant un bref laps de temps après son lancement. Dès que les malentendus initiaux ont été dissipés, le point IXP a reçu une approbation écrite de l'organisme de régulation. On notera que les organismes de régulation ont agi d'une manière positive pour lancer les points IXP. La Ugandan Communication Commission (UCC) a pu jouer un rôle utile en rapprochant les différents fournisseurs ISP car elle faisait figure d'arbitre neutre.

⁶ Voir l'exposé du Directeur général de la Société AfrISPA, Brian Longwe, Premier forum Internet d'Afrique australe, septembre 2002.

Etant donné le climat de méfiance mutuel, il est important que les points IXP soient créés de telle façon que leurs transactions financières et leur gestion soient parfaitement transparentes.

«La gestion des points IXP est une opération délicate et fragile qui n'est efficace que si elle tient compte du seul intérêt personnel des fournisseurs ISP qu'elle sert. Les points IXP continuent d'exister et ne fonctionnent de façon satisfaisante que lorsque chaque fournisseur ISP peut être absolument sûr que ses contributions financières correspondent à sa juste part des coûts et ne visent pas en fait à subventionner ses concurrents. Ce conseil constitue un plaidoyer en faveur d'une autogestion transparente de la part des fournisseurs ISP, mais milite en revanche contre tout rôle joué par les pouvoirs publics.»⁷

La quasi-totalité des points IXP de la génération actuelle sont exploités par l'association locale des fournisseurs ISP du pays concerné ou par une association distincte spécialement créée pour gérer ces points. Ainsi, le point KIXP est géré par l'association locale du secteur la Telecommunication Service Providers of Kenya (TESPOK). Cette association envisage néanmoins de créer une organisation à part. L'Appendice A3 du présent document de travail contient le projet de statuts et de financement proposé de ce nouvel organisme indépendant qui gèrera le point KIXP. Par ailleurs, le point IXP qui sera mis en place au Ghana débutera ses activités en tant qu'organisme distinct de l'association ISPA locale, malgré un chevauchement évident dans la composition des membres de l'un et l'autre organisme

Tableau 3 – Echange de trafic par les points IXP africains

IXP	Date de création	Nombre de fournisseurs ISP	Volume de trafic
JINX, Johannesburg	Décembre 1996	15	45 Mbit/s
KIXP, Nairobi	Février 2002	13	6 Mbit/s
MOZIX, Maputo	Juillet 2002	7	4 Mbit/s
PdX, Kinshasa	Novembre 2002	4	1 Mbit/s
CR-IX, Le Caire	Décembre 2002	9	
IBIX, Ibadan	Mars 2003	2	200 kbit/s
UIXP, Kampala	Juillet 2003	5	
TIX, Dar es-Salaam	Janvier 2004	10	1 Mbit/s
SZIX, Mbabane	Juin 2004	3	128 kbit/s
Kigali	Juillet 2004	6	400 kbit/s

Source: Packet Clearing House.
Il existe en outre un point IXP au Zimbabwe.

⁷ New Strategy for Regional Interconnection in Africa, Andrew McLaughlin, XDev – Extreme Development, 24 October 2003 (<http://cyber.law.harvard.edu/xdev/000046.html>).

2.2 Configuration technique

La configuration technique des points d'échange Internet est relativement simple. Au centre, on trouve des commutateurs et des routeurs Ethernet qui dirigent le trafic d'un fournisseur ISP vers un autre. Il peut y en avoir un de chaque sorte, ou une paire de chaque sorte pour les besoins de la redondance.

Dans le cas du point KIXP, la configuration était fondée sur le modèle L2 RR. Le point IXP, modèle L2 RR, utilise un ou deux routeurs comme réflecteurs de routes spécialisées. Le protocole BGP⁸ possède un dispositif d'échelonnage qui permet à un routeur d'indiquer les annonces de route d'un routeur BGP vers d'autres routeurs BGP rattachés au réflecteur. Les membres du point IXP, de type L2 RR, peuvent se rattacher au réflecteur de route tout en échangeant du trafic avec les routeurs de chaque membre. Ainsi, chaque fournisseur ISP possède un routeur au point IXP qui se rattache à un seul autre routeur, le réflecteur de routes. Le routeur du fournisseur ISP annonce toutes les routes qui sont acheminées vers le réflecteur de routes IXP par le fournisseur ISP et reçoit de ce réflecteur la somme de toutes les routes annoncées par tous les fournisseurs ISP qui se rattachent au point IXP. En fin de compte, tous les fournisseurs ISP se trouvent rattachés directement entre eux («peering multilatéral»), sans devoir établir de sessions individuelles de peering ou d'accords de peering avec chaque fournisseur ISP («peering bilatéral»). L'opération est simple et efficace et les coûts de maintenance sont très faibles.

De cette manière, les petits routeurs peuvent donc être utilisés sur le point IXP de type L2 RR, ce qui permet de réduire le coût d'entrée pour le point IXP. Ce modèle a été utilisé avec succès au point HKIX (Hong Kong Internet Exchange) et s'est avéré être un moyen économique et fiable d'assurer un peering stable par protocole BGP.

Les accords de peering bilatéraux sont difficiles à mettre en œuvre sur un point IXP de type L2 RR. Il faut donc un accord multilatéral. Pour les nouveaux points IXP, il s'agit là d'un avantage puisque l'un des litiges concernant les interconnexions des fournisseurs ISP sur les points IXP se trouve supprimé.

Un capital initial est parfois fourni pour l'achat de l'équipement. Dans le cas de la République démocratique du Congo dont le point IXP a été créé en mai 2003, le lancement des activités a été rendu possible grâce à l'acquisition d'un Network Start-Up Resource Centre (NSRC), qui se trouve à l'Université d'Oregon⁹. Dans d'autres cas, Cisco a fait don de l'équipement nécessaire au démarrage des activités du point IXP.

On a observé une tendance analogue dans certains pays d'Europe. Par exemple, la KK Foundation (Foundation for Knowledge and Competence Development), a accordé un montant de 5 000 000 couronnes suédoises à SUNET pour la création⁹ du point d'échange national à Stockholm; ce montant étant destiné à couvrir une partie des frais de mise en place de ce point d'échange ainsi que de la TU-Foundation. Aujourd'hui, ce point d'échange est autofinancé grâce aux droits versés par les fournisseurs ISP qui s'y connectent.

⁸ Le BGP désigne un protocole de passerelle frontière, protocole de routage de passerelle extérieure qui permet à des groupes de routeurs (ou systèmes autonomes) de partager des informations de routage de manière à faciliter l'établissement de routes performantes sans boucle. Le protocole BGP est utilisé couramment entre les fournisseurs de services Internet (ISP). Il est défini dans le commentaire RFC 1771.

⁹ <http://www.nsrc.org/>

2.3 Implantation du point IXP en terrain neutre

Compte tenu du climat de méfiance qui pourrait s'instaurer entre les participants ainsi que de l'avantage que chacun peut en tirer sur le plan de la concurrence, il est particulièrement important que le point IXP soit implanté sur un terrain considéré comme étant «neutre». En effet, toute opération de l'IXP devrait paraître comme « neutre » pour maintenir la confiance nécessaire à un fonctionnement réussi. Toutefois, dans la réalité, un terrain est dit «neutre» si un certain nombre d'éléments sont réunis: situation et état de développement du secteur, commodité de l'emplacement géographique, appui financier reçu de tierces personnes et accord sur la signification du terme «neutre» entre les différentes parties concernées.

L'emplacement est souvent un élément important en ce sens qu'il permet de démontrer la neutralité au sens large du projet. Ainsi, une entreprise d'un pays qui cherchait à mettre en place un point IXP a offert un site pour ce point mais comme l'entreprise en question était aussi un fournisseur ISP, elle ne semblait pas suffisamment neutre. Un emplacement a finalement été trouvé dans un centre de formation aux TIC relevant des pouvoirs publics qui n'était nullement associé à aucun des fournisseurs ISP concernés. En Ouganda, l'organisme de régulation a proposé d'accueillir le point IXP dans ses locaux.

Au Kenya, l'université était l'une des premières options envisagées, mais à la suite des émeutes estudiantines fréquentes qui ont entraîné d'importants dommages matériels, cette possibilité a été écartée. Des fournisseurs ISP ont proposé un certain nombre d'offres qui ont cependant été rejetées car elles n'étaient, de toute évidence, pas neutres et qu'elles éveillaient de nombreux soupçons chez d'autres fournisseurs ISP.

L'organisme de régulation CCK était prêt à mettre à disposition un site mais son emplacement géographique (à 5 km en dehors du quartier central des affaires) ne s'y prêtait pas car il aurait fallu engager des dépenses importantes afin d'établir des liaisons de raccordement pour les différents membres. Finalement, le point KIXP a loué des bureaux au centre-ville dans un immeuble bien situé. Au cours de ses trois années d'existence, ce point a attiré un certain nombre d'entreprises qui souhaitaient être proches de lui.

Le point JINX (République sudafricaine) a débuté ses activités dans un local semblable à une armoire à balais, situé au 9^e étage, au 158 Jan Smuts Avenue. Le même bâtiment abritait aussi l'un des plus grands fournisseurs ISP du pays, Internet Solutions. Lorsqu'il est apparu que de ce point IXP était très utilisé et qu'il jouait même un rôle déterminant pour le fonctionnement de l'Internet en République sudafricaine, l'Association ISPA de ce pays (qui gérait le système) a lancé un appel d'offres pour son exploitation. Cet appel d'offres a été gagné par IS Solutions et le point IXP est resté dans le même bâtiment bien qu'il ait été transféré depuis longtemps dans un local spécial équipé d'un contrôle d'accès, de caméras de sécurité et d'une climatisation redondante. Le JINX est désormais installé dans l'hébergeur de la société IS, l'une des entreprises les plus performantes au monde.

Il convient de signaler que l'appel d'offres a été lancé en réponse aux demandes de certains des principaux fournisseurs ISP qui souhaitaient disposer de meilleurs niveaux de redondance, ce qui a eu pour effet de renchérir sensiblement le coût d'exploitation du point JINX. La «goutte qui a fait déborder le vase» a été la panne simultanée de deux des trois climatiseurs.

Il est très important de veiller à ce que le coût de fonctionnement d'un point IXP soit maintenu à un niveau aussi faible que possible, faute de quoi il faudra inévitablement répondre aux accusations selon lesquelles un fournisseur ISP en subventionne d'autres, ce qui peut entraîner le « naufrage » du point IXP si les difficultés ne sont pas surmontées.

2.4 Coûts de la création et de l'exploitation d'un point IXP national

Etant donné les sommes que les points IXP permettent d'économiser, ils sont extrêmement bon marché à mettre en place et à gérer. Ainsi, le capital initial à engager pour créer un point IXP peut être ventilé comme suit:

2 × Commutateur Ethernet (24 × 100 Mbit/s @ 500 USD)	1 000 USD
2 × Routeurs Dual Ethernet 1760 de Cisco @ 1 500 USD	3 000 USD
Câblage, système de conduits et armoires pour les routeurs Ethernet	1 000 USD
Alimentation de secours (batteries et onduleur)	1 500 USD
Total:	6 500 USD

Note – Ces coûts ont été établis à partir du modèle de réflecteur de route de couche 2¹⁰.

Il va de soi que les fournisseurs ISP devront fournir leur propre liaison de raccordement ainsi qu'un routeur à brancher sur le point IXP pour pouvoir envoyer et recevoir le trafic local. En principe, les fournisseurs ISP participants devraient posséder et/ou exploiter leur infrastructure jusqu'au point d'échange. De cette manière, le coût de participation est maintenu à un niveau presque nul à ce stade. Dans les pays où la réglementation ne permet pas aux fournisseurs ISP de posséder leur propre liaison de raccordement, ceux-ci devront louer cette capacité auprès d'opérateurs titulaires d'une licence.

Dans d'autres pays où il existe un cadre réglementaire concurrentiel plus souple (par exemple, en Ouganda), les fournisseurs ISP peuvent mettre en place leur propre infrastructure et certains ont établi des connexions en fibre directes jusqu'au point IXP. Dans d'autres cas, les fournisseurs ISP ont loué une capacité de fibre auprès d'opérateurs non historiques. En Ouganda, le deuxième opérateur de réseau (MTN) a loué une partie de sa capacité de fibre auprès de ceux qui n'avaient pas les moyens d'établir leur propre connexion.

Dans la plupart des cas, le point IXP fera payer l'espace de bâti ou ne facturera rien. Au Kenya, un montant fixe de 185 USD par mois est appliqué, montant qui évoluera probablement lorsque le nouvel organisme indépendant reprendra à son compte l'exploitation du point KIXP. Il est probable que cet organisme fixera un prix pour l'espace unitaire de bâti en fonction de l'espace occupé par l'équipement du membre participant.

¹⁰ Concernant le choix du modèle, les avis divergent car les choses ont changé depuis la mise en place du KIXP, par conséquent, il est important d'obtenir des conseils techniques détaillés de personnes expérimentées.

Pour le point JINX en République sudafricaine, le modèle de tarification initial était fondé sur une redevance équivalant à une «redevance perçue sur une ligne» payée par les fournisseurs ISP participants qui exercent leurs activités dans le bâtiment abritant le point JINX, l'objectif étant de ne pas désavantager les fournisseurs ISP de l'extérieur contraints de louer une ligne auprès de Telkom SA pour se connecter. Par la suite, l'exploitation du point IXP a fait l'objet d'un appel d'offres et les deux soumissionnaires (IS Solutions et UUNet) ont proposé d'héberger ce point et de remplir toutes les conditions minimales à titre gratuit. IS Solutions a fini par l'emporter en devançant de très peu son concurrent et en empochant le contrat.

2.5 Obstacles à la mise en œuvre des points IXP

Quiconque souhaite mettre en place un point IXP national sera amené à négocier pour lever un certain nombre d'obstacles existants. Les uns sont importants, alors que les autres ne le sont pas et sont généralement mis par ceux qui souhaitent maintenir le *statu quo*. Ces obstacles peuvent être résumés comme suit:

- *Collaboration avec l'opérateur historique:* dans les pays où les services internationaux n'ont pas été ouverts à la concurrence, les opérateurs historiques peuvent voir dans les points IXP une menace à leurs activités. Ils craignent de perdre le trafic international qui sera acheminé localement. Dans ces cas (par exemple, au Kenya), la compagnie de téléphone historique a souvent lutté farouchement pour empêcher la création d'un point IXP. Toutefois, la plupart du temps (et en particulier lorsqu'il existe un certain degré de concurrence), les compagnies de téléphone historiques ne se sont pas opposées à la mise en place du point IXP et parfois (lorsqu'elles ont recours à un fournisseur ISP) ont en fait participé à la mise en place du point IXP.
- *Manque de confiance:* comme cela a déjà été mentionné à la section 2.1, la principale difficulté de la mise en place d'un point IXP est de créer un climat de confiance suffisant pour que les parties concernées collaborent. Il arrive souvent que les «techies» (experts techniques) dans les sociétés concernées soient désireux de collaborer alors que les propriétaires ou les directeurs sont beaucoup plus sceptiques et ont des doutes sur les conséquences d'une telle collaboration.
- *Collaboration avec les fournisseurs ISP historiques:* dans certains pays où la compagnie de téléphone historique a aussi un fournisseur ISP, ces problèmes de confiance peuvent être particulièrement difficiles à résoudre. Ainsi, comme au Sénégal, non seulement l'opérateur historique a son propre fournisseur ISP mais il contrôle également l'essentiel du marché. Coopérer dans des conditions aussi inégales ne manquera pas d'inquiéter les petits fournisseurs ISP.
- *Sécurité nationale:* au Kenya, la compagnie de téléphone historique a évoqué le danger que le point IXP pouvait présenter pour la sécurité nationale. Toutefois, après avoir compris les retombées positives extrêmement importantes d'un point IXP national, les services de sécurité du pays ont réexaminé les plans et se sont félicités de la poursuite du projet.

- *Modèles difficiles/non viables*: comme n'importe quel autre réseau, un point IXP peut être très simple ou très complexe. Lorsqu'un modèle est complexe, sa viabilité est plus réduite et il pourrait même en résulter un niveau de participation nettement inférieur des fournisseurs ISP locaux et des membres potentiels. Dans le cas du Ghana, la mise en œuvre d'un modèle sous réserve d'un certain nombre de conditions: l'obligation pour le point IXP d'établir, à l'usage des membres qui s'y connecteraient, un réseau de communication nécessitant des fréquences hertziennes agréées, mais aussi d'investir dans l'infrastructure hertzienne et de choisir un emplacement approprié pour la transmission hertzienne, a suscité de nombreuses controverses. Par ailleurs, la participation d'«experts» externes qui ont encouragé la mise en œuvre du modèle a compliqué encore les choses. Au moment de mettre sous presse, il n'existait encore aucun point IXP au Ghana, malgré le lancement du processus au début de l'année 2004.

2.6 Enseignements tirés d'expériences menées sur d'autres continents que l'Afrique

A l'heure actuelle, il existe dans le monde plus de 264 points d'échange Internet en activité (source: Packet Clearing House, juillet 2004). Sur ce nombre, 40% sont situés aux Etats-Unis et au Canada (respectivement, 99 et 5), 35% en Europe (93), 17% en Asie (45) et 4% en Amérique latine (12) et dans la région Afrique/Etats arabes (10). Par ailleurs, sur les 27 nouveaux points d'échange en projet, 15 seront implantés au Etats-Unis, 5 en Europe, 5 en Asie, 1 au Ghana et 1 aux Emirats arabes unis.

Tableau 4 – Points d'échange Internet en Amérique latine et aux Caraïbes

Pays	Ville	Nom	
Argentine	Buenos Aires	NAP CABASE	NAP CABASE
	Buenos Aires	Point d'échange Internet Optiglobe – Amérique latine	OptIX-LA
Brésil	São Paulo	PTT-ANSP/FAPESP	PTT-ANSP/FAPESP
	São Paulo	Point d'échange Internet Optiglobe – Amérique latine	OptIX-LA
	Porto Alegre	Point d'échange Internet Rio Grande do Sul	RSIX
	Rio de Janeiro	Point d'échange Internet Optiglobe – Amérique latine	OptIX-LA
Chili	Santiago		
Colombie	Bogotá	NAP de Colombie	NAP de Colombie
Cuba	La Havane	NAP de Cuba	NAP de Cuba
Etats-Unis	Miami	NAP des Amériques	NOTA
Nicaragua	Managua	Point d'échange Internet du Nicaragua	NicIX
Panama	Panama		
Pérou	Lima	NAP du Pérou	NAP du Pérou

Source: Packet Clearing House (<http://www.pch.net>).

Un nombre varié de facteurs commerciaux ou techniques a motivé la création de points IXP dans différents pays. Ainsi diverses méthodes ont été appliquées en vue de créer les 12 nœuds d'échange existant en Amérique latine et aux Caraïbes dans des circonstances parfois totalement différentes. Au Chili, l'intervention de l'organisme de régulation a permis de faciliter la création du point IXP (source: *CRDI/Atlantic Consulting*¹¹). Au Brésil, quatre points IXP ont été mis en place essentiellement pour permettre aux fournisseurs ISP des principales villes d'interconnecter entre eux le trafic Internet, dans certains cas sous l'impulsion des universités et de leurs réseaux, dans d'autres, sous l'impulsion de sociétés privées. Au Pérou et en Colombie, des points IXP ont été mis en place afin d'économiser sur les coûts élevés de la largeur de bande internationale. La situation est particulièrement grave au Paraguay où un point IXP non pourvu d'un accès direct au câble sous-marin est mis en place; compte tenu du renchérissement de la largeur de bande internationale en raison des prix des satellites, il est impératif, sur le plan économique, de créer un point IXP national.

Des réunions ayant pour thème l'établissement d'un point d'accès régional au réseau (NAP) en Amérique latine ont été organisées depuis 2001 mais à ce jour, aucune installation véritablement neutre n'a été mise sur pied. Plusieurs initiatives privées ont vu le jour et forment l'embryon d'un point d'échange Internet régional (RXP), avec le «NAP des Amériques». Ce point, dont Terremark Worldwide Inc. est propriétaire et qui en assure l'exploitation, est une installation de niveau 1 (Tier-1) située à Miami (Etats-Unis), à São Paulo (Brésil) et à Madrid (Espagne) (<http://www.napoftheamericas.com>). Parmi les principaux partisans des points IXP régionaux, on trouve les fournisseurs ISP qui exercent des activités dans un certain nombre de pays et qui s'intéressent donc aux échanges de trafic intrarégionaux.

Toutefois, pour *CRDI/Atlantic Consulting*, il existe au moins deux grands obstacles à la mise en œuvre d'un point NAP régional en Amérique latine. Premièrement, il ressort des études effectuées que pas plus de 10 pour cent du trafic Internet engendré en Amérique latine est destiné à un autre pays de la région. Deuxièmement, on a enregistré une baisse spectaculaire du coût de la largeur de bande internationale pour le trafic à destination des Etats-Unis, de 1 200 USD par Mbit/s et par mois en 2000 à 400 USD par mois en 2003. Cette baisse a quelque peu fait reculer l'impératif économique qui pousse de nombreux opérateurs à créer un nœud d'échange régional, mais les arguments économiques qui militent en faveur des pays d'Amérique latine les plus méridionaux ou des pays intérieurs sans accès aux liaisons sous-marines en fibre sont toujours aussi convaincants.

En Europe, il existe deux principaux points IXP à Amsterdam et à Londres, AMS-IX et LINX, qui comptent respectivement 162 et 199 participants. Il existe en outre huit autres nœuds d'échange dont le volume de trafic dépasse les 2 Gbit/s ainsi que de nombreux nœuds d'échange plus petits (Source: Packet Clearing House). C'est en mai 2001 qu'a été créée Euro-IX (European Internet Exchange Association), avec pour mission de coordonner les normes techniques en Europe, d'élaborer des procédures communes ainsi que d'échanger et de diffuser des données statistiques. A l'heure actuelle, quelque 33 points IXP de 21 pays européens différents sont des membres associés d'Euro-IX, soit environ un tiers de tous les points d'échange Internet en service. La plupart des points d'échange européens sont des organisations «mutuelles», qui appartiennent à parts égales à l'ensemble des organisations qui y connectent leurs réseaux («homologues»).

¹¹ «Desarrollo de los NAP en América del Sur», pour IDRC/Institute for Connectivity in the Americas, Olga Cavalli, Jorge Crom, et Alejandro Kijak – Atlantic Consulting (<http://www.icamericas.net>).

En Asie, on a noté un certain nombre de tentatives visant à mettre sur pied un point d'échange régional. Au niveau national, des points IXP ont été mis en place dès 1996 dans un certain nombre de pays qui comptent parmi les plus développés de la région. Les points IXP les plus importants se trouvent à Séoul (Corée), Tokyo (Japon), Hong Kong, Perth (Australie), Singapour et Wellington (Nouvelle-Zélande). Il convient toutefois de signaler qu'un certain nombre de points IXP sont en train d'être créés dans des pays en développement comme le Cambodge, la Mongolie et le Népal.

La création d'un point RXP a fait l'objet d'un consensus mais le concept de nœud d'échange régional a échoué jusqu'ici en Asie en raison de l'existence d'un certain nombre de litiges. Cet état de choses reflète, dans une certaine mesure, les relations politiques et commerciales tendues qui existent entre les fournisseurs ISP, les exploitants et les organismes de régulation en ce qui concerne la mise en place d'un point IXP dans un pays, sans compter de surcroît que ces relations sont exacerbées au niveau régional en raison de certains facteurs politiques. Les modèles RXP proposés entrent pour l'essentiel dans l'une des deux catégories suivantes: i) adapter un important point IXP existant dans une ville donnée qui jouit d'une bonne infrastructure et dispose d'un cadre réglementaire favorable ou ii) créer un nouveau système fondé sur des réseaux IP expérimentaux. Le Centre d'excellence de l'UIT, situé en Thaïlande, a joué un rôle de premier plan en travaillant avec les parties concernées et en étudiant les possibilités de mettre en œuvre des points RXP.

L'un des principaux problèmes venait du fait que les fournisseurs n'étaient pas en mesure de se mettre d'accord sur le pays ou sur la ville qui devrait héberger le nœud d'échange. Par exemple, Telstra (Australie) a fait une proposition qu'elle a abandonnée depuis, bien que Shanghai et Hong Kong aient, elles aussi, exercé de fortes pressions pour devenir le pôle régional. Un certain nombre de points IXP ont choisi eux-mêmes de devenir des nœuds d'échange régionaux (par exemple, le «nœud d'échange Internet Asie-Pacifique, APIX» à Shanghai, Chine ou le «nœud d'échange Internet régional Asie – point d'accès au réseau, ARIX-NAP» à Jakarta, Indonésie). Kilnam Chon, KAIST (Corée), Président du réseau APAN (Asia Pacific Advanced Network), indique qu'un tel système est nécessaire et fait remarquer que certains nœuds d'échange Internet nationaux pourraient fonctionner comme des nœuds d'échange Internet régionaux. Les candidats possibles seraient notamment: Tokyo, Séoul, Beijing, Hong Kong et Singapour. Le nœud d'échange de Tokyo est celui qui s'apparente le plus à un nœud d'échange Internet régional «neutre».

Un deuxième problème s'est posé au moment d'établir le cadre stratégique dans lequel un point RXP pourrait être établi et exploité. Il existe de grandes différences dans la législation nationale entre les emplacements considérés. Enfin, le troisième problème qui se pose vient du fait que la capacité à destination et en provenance de pays d'Asie est soit limitée, soit beaucoup plus onéreuse que pour les routes à destination des Etats-Unis. Autrement dit, l'accès à un point RXP est beaucoup moins intéressant pour d'autres fournisseurs ISP asiatiques que le *statu quo* qui consiste à accéder à un fournisseur de dorsales Internet (IBP) de haut niveau des Etats-Unis. Il semblerait que l'entrée en scène d'exploitants régionaux et de réseaux régionaux joue un rôle majeur dans la modification des conditions économiques d'un pivot central.

2.7 Création future de points IXP africains aux niveaux national et local

L'Association AfrISPA envisage de contribuer à la mise en place d'un nombre équivalent de points IXP nationaux au cours des deux à trois prochaines années. Son deuxième «guide des points IXP africains» a été lancé en décembre 2004 et vise tout particulièrement à encourager la mise en place de points IXP dans les pays francophones. La prochaine série de points IXP englobera un point IXP au Ghana et un point IXP en Zambie.

Dans d'autres parties du monde, des points IXP ont été installés dans de grandes villes régionales en dehors de la capitale, à savoir: Zurich, Genève, Hong Kong, Lyon, Manchester, Tampere et de nombreuses villes régionales des Etats-Unis (voir l'Appendice A2). Un certain nombre de raisons expliquent cet état de choses mais la plus importante est probablement liée au trafic. En effet, si le niveau de trafic à échanger au niveau local est suffisamment élevé, un point IXP constitue alors une solution rationnelle.

Il convient ici de citer le cas de deux exemples de points IXP africains fonctionnant dans des villes régionales: l'un est situé au Cap et l'autre à Ibadan. Le point IXP du Cap a fermé pour toute une série de raisons, y compris à cause des politiques de peering des fournisseurs ISP et de l'insuffisance du trafic. L'un des grands fournisseurs ISP n'était pas très désireux de conclure un accord de peering avec de petits fournisseurs ISP sans compensation financière. Par ailleurs, les grands fournisseurs ISP ont estimé qu'il était plus simple de conclure des accords privés avec d'autres fournisseurs ISP.

Il semblerait que le point IXP d'Ibadan montre la voie à suivre dans l'avenir. Le Nigéria pourrait bien être un marché important et peut parfaitement accueillir plus d'un point IXP, en particulier à Abuja.

Hormis l'échange de trafic à l'intérieur des villes et entre celles-ci, l'étape logique suivante consiste à connecter les points IXP locaux et nationaux avec leurs homologues dans d'autres pays. Il sera ainsi possible de repenser le secteur pour s'assurer que le trafic régional reste au niveau régional.

3 Connexion de points IXP nationaux en vue de créer un point IXP régional en Afrique

Le passage du niveau national au niveau régional a posé un certain nombre de problèmes importants à ceux qui souhaitent que les points IXP soient connectés d'un pays à l'autre.

3.1 Choix d'un modèle approprié

Dans le document de politique générale présenté par l'Association AfrISPA («Halfway Proposition»), deux méthodes possibles ont été envisagées pour la création de liaisons régionales entre les points IXP, à savoir: l'établissement d'un nœud d'échange virtuel panafricain (PAVIX) et le recours à des exploitants régionaux.

L'idée de base de la première méthode consistait à créer un réseau maillé de points IXP africains, interconnectés de point à point. Ainsi, le point IXP du Mozambique (MOZIX) serait relié par une liaison point à point au point IXP de Johannesburg (JINX), puis par une liaison analogue au point IXP du Kenya (UIXP) et une autre encore au point IXP de la Tanzanie (TIXP). Dans ces conditions, les fournisseurs ISP participants seraient en mesure de négocier des accords de peering direct avec les fournisseurs ISP dans d'autres nœuds d'échange Internet. En fin de compte, tous les points IXP d'Afrique seraient interconnectés, de sorte que l'ensemble du trafic régional serait échangé par le biais d'accords de peering ou de transit.

Cette méthode a posé un certain nombre de problèmes pratiques. Certains des pays connectés bénéficiaient d'un monopole avec les fournisseurs de passerelles internationales, dont, jusqu'à une date récente, le Kenya et la République sudafricaine. Dans ces conditions, l'établissement de liaisons directes point à point dans ces pays aurait été extrêmement difficile. Un autre problème plus important encore était de savoir s'il y avait suffisamment de trafic pour que les fournisseurs ISP participants justifient le coût des liaisons requises dans tous les cas où le trafic serait acheminé par satellite. S'il était demandé à un fournisseur ISP de payer le coût de la liaison alors qu'il ne l'utilisait pas ou très peu, il serait difficile de justifier cette demande en termes commerciaux. Par ailleurs, les fournisseurs ISP seraient contraints d'utiliser une seule liaison alors que le prix de la connectivité assurée par un autre exploitant pourrait être meilleur marché.

La seconde méthode visait à encourager les exploitants régionaux à fournir un service à des fournisseurs ISP individuels dans différents pays par le biais des points IXP et, en fait, dans les pays qui ne seraient peut-être pas encore connectés par un point IXP. Les exploitants régionaux vendraient alors le trafic de transit régional à des fournisseurs ISP africains à un coût inférieur à celui qui est proposé par les fournisseurs mondiaux de satellite ou de dorsales Internet. Si les exploitants régionaux pouvaient offrir un trafic de transit régional à un coût ne fût-ce que légèrement inférieur à l'équivalent international, la proposition commencerait alors à devenir intéressante. De plus, certains problèmes pratiques liés à la réglementation disparaîtraient si les exploitants en question disposaient des licences appropriées dans chacun des pays à desservir ou s'ils étaient en mesure de négocier des partenariats avec les titulaires des licences.

Le point fort de cette méthode réside dans le fait que les exploitants régionaux constituent une partie beaucoup plus importante du secteur de l'Internet sur les marchés américains, européens et asiatiques de l'Internet. Si une telle évolution pouvait être encouragée en Afrique, ces exploitants seraient alors véritablement à même d'échanger du trafic à égalité avec les fournisseurs internationaux de dorsales Internet.

3.2 Lancement d'une demande de service par l'Association AfrISPA

Au cours d'un atelier d'une semaine organisé à Johannesburg, République sudafricaine, en septembre 2003, qui a réuni des opérateurs de points IXP, des fournisseurs ISP, des organismes de régulation des télécommunications et un certain nombre d'autres participants, il a été reconnu que la solution la plus rationnelle pour résoudre le problème de l'interconnexion régionale était d'attirer les services de sociétés qui pourraient offrir à des fournisseurs ISP individuels un service de transit entre les points IXP d'Afrique.

Il a été convenu que l'Association AfrISPA publierait une demande de service libellée comme suit: «Dans la présente demande de service, nous souhaitons obtenir des propositions novatrices et économiques qui répondent aux besoins de la communauté africaine de l'Internet. L'ouverture de ce nouveau créneau dans le secteur des communications de l'Afrique permettra au(x) partenaire(s) retenu(s) de pénétrer sur un marché où il existe à la fois une demande larvée importante et un potentiel de croissance considérable».

Dans cette demande de service, les opérateurs étaient priés de fournir ce qui suit: un aperçu général de la solution proposée; un résumé des coûts; le prix du service par rapport à certaines hypothèses en fonction de différents niveaux de trafic; les conditions commerciales générales; une description détaillée du service; des solutions d'extensibilité ultérieure et enfin, un appui technologique. Trois exploitants ont soumis des propositions dont deux ont été choisies par AfrISPA pour fournir le service décrit aux fournisseurs ISP individuels. Une annonce sera faite prochainement après la publication du présent opuscule.

3.3 Volume de trafic

L'évaluation du niveau de trafic à acheminer entre les différents pays permettra d'indiquer si les exploitants régionaux deviendront un élément important du secteur de l'Internet en Afrique. L'Association AfrISPA gère un projet distinct (également financé par le CRDI) visant à évaluer les niveaux de trafic et l'on avait espéré que les résultats seraient disponibles avant la publication de la demande de service. Or ces résultats devraient être communiqués au cours du premier trimestre de 2005 et les objectifs du projet sont décrits ci-après.

En l'absence de données détaillées de ce type, il est utile de résumer les données disponibles qui permettront d'avoir une indication du volume probable du trafic régional. Selon Global Internet Geography (2005), 5,9% de la largeur de bande Internet de la République sudafricaine seraient acheminés vers d'autres pays d'Afrique, soit un débit de 52 Mbit/s sur un total de 881,5 Mbit/s, ce qui permet d'avoir une idée du volume probable de trafic interrégional qui justifierait ce niveau de capacité de largeur de bande.

Par ailleurs, il ressort des données relatives à l'Amérique latine fournies à la section 2.6 ci-dessus que 10% en moyenne du trafic Internet produit en Amérique latine est destiné à un autre pays de la région.

En sa qualité de «plate-forme d'exportation» pour la partie subsaharienne du continent et de plus grand marché Internet, les chiffres de la République sudafricaine figureront probablement parmi les plus élevés de la fourchette. D'autres pays pourraient bien avoir des pourcentages compris entre 1 et 5% du trafic global. Toutefois, il ressort clairement d'autres pays développés que le renforcement de l'intégration économique s'accompagne de la nécessité d'intensifier les communications entre les pays. Par conséquent, le niveau de croissance de ce trafic sera lié au rythme d'intégration économique du continent.

Le projet de recherche sur les points IXP africains de l'Association AfrISPA¹² a les objectifs suivants:

- Evaluer et mesurer l'incidence des points d'échange Internet africains sur les aspects économiques du routage aux niveaux national et international.
- Modéliser et étudier les données relatives à l'échange et au routage du trafic Internet africain.
- Collecter et archiver ces données.
- Encourager l'échange de trafic aux niveaux local et régional en calculant les avantages de l'interconnexion régionale.

Des équipements ont été mis en œuvre dans les nœuds d'échange suivants: KIXP, Kenya; TIX, Tanzanie; UIXP, Ouganda et MozIX, Mozambique.

Un serveur collecteur sera mis en œuvre dans chaque point IXP et géré par le groupe de recherche AfrISPA. Les serveurs collecteurs sont des collecteurs Netflow. Les données ainsi que le volume du trafic seront recueillis par le biais des collecteurs et du commutateur Ethernet du point IXP. Les réseaux participants exporteront leurs données relatives au flux de trafic (Netflow – version 5) vers les serveurs collecteurs. A l'issue de ce projet, cinq rapports trimestriels par pays seront élaborés ainsi qu'un rapport sur la configuration du trafic Internet en Afrique.

3.4 Rôle primordial des exploitants régionaux, de l'infrastructure en fibre et de l'évolution future

Comme on a pu le voir en lisant le présent document de travail, l'idée de maintenir le trafic régional sur le continent ne deviendra réalité que si le prix à payer est moins élevé que le coût d'acheminement de ce trafic sur des liaisons internationales pour parvenir au même résultat. C'est essentiellement sur cette analyse de rentabilité qu'il convient de se fonder pour atteindre l'objectif précité, quelles que soient les considérations politiques qui peuvent entrer en ligne de compte.

¹² Site web du projet: <http://research.afrispa.org>.

Par conséquent, il est important que toutes les parties prenantes – qu'il s'agisse des pouvoirs publics, y compris les organismes de régulation ou le secteur privé – travaillent ensemble à la réalisation de cet objectif. (On trouvera dans la section qui suit un certain nombre de mesures pratiques à l'intention des organismes de régulation.) Pour que l'Afrique puisse parfaitement s'intégrer dans la communauté internationale, il faut au préalable qu'un certain nombre d'éléments nouveaux se produisent.

A cet égard, il faut que l'Afrique puisse compter sur un certain nombre d'exploitants régionaux concurrentiels qui auront pour mission d'échanger du trafic entre les pays et d'y ajouter du trafic international qui pourra alors être échangé d'égal à égal avec leurs homologues sur d'autres continents.

Compte tenu de leur création relativement récente, il est naturel que les organismes de régulation africains aient eu tendance à se consacrer essentiellement à leur environnement national. L'étape suivante consiste à voir comment ces organismes peuvent favoriser les innovations au niveau régional et notamment encourager l'entrée en scène d'exploitants régionaux. Le modèle de licence régionale à l'étude au sein de l'organisme de réglementation sous-régional TRASA constitue une formule possible.

Le coût d'interconnexion entre les pays ne commencera pas à baisser en dessous d'un certain niveau tant que davantage de pays ne sont pas connectés par des liaisons en fibre et qu'il existe une concurrence ouverte pour la fourniture de ces fibres¹³. Si le volume de trafic est suffisant pour justifier l'emploi de la fibre, celle-ci est certainement moins chère que le satellite qui restera néanmoins la solution la plus indiquée pour desservir les populations extrêmement dispersées du continent africain.

Les pouvoirs publics et les organismes de régulation peuvent encourager le secteur privé à investir dans les interconnexions par fibre s'ils sont prêts à accorder des licences à des fournisseurs non traditionnels (services d'utilité publique et sociétés de chemin de fer). Il va de soi que ces fournisseurs pourraient alors entrer en concurrence avec un opérateur historique existant et que cette question devra être examinée.

A l'heure actuelle, deux séries de discussions concrètes ont été engagées au sujet de l'amélioration de l'interconnectivité entre les pays. Deux points IXP d'Egypte sont actuellement en pourparlers avec plusieurs pays d'Afrique du Nord, l'objectif étant de maintenir le trafic sous-régional nord-africain au sein du continent et l'Egypte se positionne comme centre pivot régional pour l'Afrique du Nord et les autres Etats arabes.

¹³ African ICT infrastructure investment options, Balancing Act for DFID, 2004.

L'organisme de régulation sous-régional de l'Afrique de l'Est – l'East African Postal and Telecommunications Organisation (EARPTO) – a chargé un groupe de travail d'étudier les modalités les plus appropriées pour relier le Kenya, la Tanzanie et l'Ouganda. Les travaux du groupe portent sur les sujets suivants: questions de réglementation, amélioration possible du réseau entre ces pays et moyens les plus indiqués de connecter les points IXP dans ces trois pays d'Afrique de l'Est.

Par ailleurs, il existe un certain nombre de projets de liaisons par fibre et par satellite qui, s'ils étaient mis en œuvre, devraient permettre d'améliorer la connectivité entre différents pays africains, les plus importants étant les projets de liaisons en fibre EASSy¹⁴ et Comtel ainsi que le projet panafricain de télécommunication par satellite, Rascom.

¹⁴ Système en câbles sous-marins pour l'Afrique de l'Est.

4 Questions réglementaires à examiner

Les organismes de régulation peuvent effectuer un certain nombre de tâches différentes pour encourager la mise en place de points IXP. On trouvera ci-après une liste de domaines dans lesquels leur intervention peut être souhaitable:

- S'ils sont invités à le faire, les organismes de régulation peuvent jouer un rôle utile en tant qu'arbitre neutre dans la mise en place des points IXP nationaux: ainsi, la Uganda Communications Commission et la Malaysia Communications and Multimedia Commission ont l'une et l'autre joué ce rôle.
- S'agissant des points IXP régionaux, les organismes de régulation peuvent contribuer à lever les obstacles réglementaires existant à un niveau sous-régional en collaborant avec leurs organisations régionales. Le groupe de travail East African links (liaisons en Afrique de l'Est), qui relève de l'organisation EARPTO propose une méthode visant à remédier à des obstacles possibles.
- Pour établir les connexions régionales les plus rentables possibles entre des points IXP, il est important qu'il existe une concurrence au niveau de la passerelle internationale. L'ouverture à la concurrence des microstations est particulièrement importante. Celle-ci a été rendue possible grâce aux annonces récentes faites, dans le cadre de la concurrence, au Kenya et en République sudafricaine.
- Lorsqu'il n'existe pas de concurrence sur le marché du transport des données ou de la passerelle internationale, il est important que l'organisme de régulation envisage en toute priorité d'abaisser le coût des lignes louées ainsi que le coût d'achat de la largeur de bande via le monopole de la passerelle internationale.
- Dans l'avenir, un moment ou à un autre, la mise en place d'un point IXP pourra nécessiter la coïmplantation de l'équipement dans les installations d'un opérateur historique. Les organismes de régulation doivent s'assurer que cet accès est fourni gratuitement.
- Il se peut que les points IXP aient besoin d'obtenir l'accord de l'organisme de régulation pour entreprendre leurs activités mais il n'est pas utile qu'ils disposent d'une licence. Etant donné que le but recherché est de mettre en place une infrastructure «de transport commun» non orientée vers le profit mais visant à permettre aux pays d'économiser des devises, il est important qu'aucune charge financière supplémentaire ne leur soit imposée.

Les organismes de régulation et les pouvoirs publics sont libres de créer les conditions dans lesquelles les points IXP et RXP pourront se développer; l'avantage procuré au niveau national sera une diminution des besoins en devises.

Appendices

A1 Documents d'information et références

Exemple d'un point d'échange Internet: Lyonix (<http://www.lyonix.net/>) (Il y a aussi une explication sur les nœuds d'échange en français.)

Global Internet Geography 2005, Telegeography, 2004 (<http://www.telegeography.com>)

The Halfway Proposition, AfrISPA, 2002 (<http://www.afrispa.org/Initiatives.htm>)

ICT Policy Handbook, APC, 2003 (<http://www.apc.org/english/rights/handbook/index.shtml>)

Internet Traffic Exchange: Developments and Policy, Working Party on Telecommunication and Information Services Policies, OCDE, 1998
(http://www.oecd.org/document/63/0,2340,en_2649_37441_1894655_119808_1_1_37441,00.html)

The Internet Exchange Points Directory, TeleGeography Resource (<http://www.telegeography.com/products/ix/index.php>). Le répertoire s'étend à plus de 150 points d'échange Internet dans 53 pays. L'utilisation de ce répertoire est gratuite mais nécessite une inscription préalable.

Déclaration de Kigali, UIT, juillet 2003
(<http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/Seminars/Rwanda/Info-en.html>)

New Strategy for Regional Interconnection in Africa, Andrew McLaughlin, XDev – Extreme Development, 24 octobre 2003 (<http://cyber.law.harvard.edu/xdev/000046.html>)

Demande de service RFS publié par l'Association AfrISPA
(<http://www.afrispa.org/documents/AfricanInternet-RXP-RFS.pdf>)

Plan d'action du SMSI, décembre 2003
(<http://www.itu.int/wsis/>)

A2 Liste des points d'échange Internet dans le monde entier

A2.1 Amérique du Nord

Canada – Edmonton Internet eXchange (EIX)
Canada – Montreal Internet eXchange (QIX/RISQ)
Canada – Toronto Internet eXchange (TORIX)
Canada – Vancouver Internet eXchange (BCIX)
Etats-Unis – Anchorage Metropolitan Access Point (AMAP)
Etats-Unis – Austin Metro Access Point
Etats-Unis – Baltimore NAP (ABSnet)
Etats-Unis – Boston Internet eXchange MXP
Etats-Unis – Chicago NAP
Etats-Unis – Columbus Internet eXchange (CMH-IX)
Etats-Unis – Dallas MAE
Etats-Unis – Denver Internet eXchange (DIX)
Etats-Unis – Hawaii Internet eXchange (HIX)
Etats-Unis – Houston NAP
Etats-Unis – Indianapolis Internet eXchange (IndyX)
Etats-Unis – Los Angeles International Internet eXchange (LAIIX)
Etats-Unis – Los Angeles 6IIX eXchange points for IPv6
Etats-Unis – Los Angeles MAE
Etats-Unis – Mountain Area eXchange (MAX)
Etats-Unis – New Mexico Internet eXchange (NMIX)
Etats-Unis – New York International Internet eXchange (NYIIX)
Etats-Unis – NY6IX
Etats-Unis – Oregon Internet eXchange (OIX)
Etats-Unis – Palo Alto Internet eXchange (PAIX)
Etats-Unis – Philadelphia Internet Exchange (PhIIX)
Etats-Unis – Pittsburgh Internet Exchange (PITX)
Etats-Unis – San Antonio Metro Access Point (PhIIX)
Etats-Unis – San Jose MAE Ames (NASA)
Etats-Unis – San Jose MAE West
Etats-Unis – Seattle Internet Exchange (SIX)
Etats-Unis – Washington DC MAE-East
Etats-Unis – Washington DC Neutral NAP
Etats-Unis – Vermont Internet eXchange (VIX)
Etats-Unis – Virginia MAE (MAE Dulles)

A2.2 Europe occidentale

Allemagne – Deutsche Central Internet eXchange (DE-CIX) Francfort

Autriche – Vienna Internet eXchange (VIX)

Belgique – Belnet (BNIX)

Chypre – Cyprus Internet eXchange (CyIX)

Danemark – Danish Internet eXchange (DIX) Lyngby

Ecosse – Scottish Internet Exchange (ScotIX)

Espagne – El Punto Neutral Español (ESPANIX)

Finlande – Finnish Commercial Internet eXchange (FCIX) Helsinki

Finlande – Tampere Region EXchange (TREX) Tampere

France – Paris Internet eXchange (PARIX)

France – French Global Internet eXchange (SFINX)

Grèce – Athens Internet eXchange (AIX)

Irlande – Internet Neutral eXchange (INEX)

Italie – Milan Internet eXchange (MIX)

Italie – NAP Nautilus (CASPUR)

Luxembourg – Luxembourg Internet eXchange (LIX)

Norvège – Norwegian Internet eXchange (NIX)

Pays-Bas – Amsterdam Internet eXchange (AMS-IX)

Portugal – Portuguese Internet eXchange (PIX)

Royaume-Uni – London INternet eXchange (LINX)

Royaume-Uni – London Internet Providers EXchange (LIPEX)

Royaume-Uni – Manchester Network Access Point (MaNAP)

Royaume-Uni – London Network Access Point (LoNAP)

Suède – Netnod Internet eXchange (D-GIX)

Suisse – Swiss Internet eXchange (SIX)

Suisse – Geneva Cern (CIXP)

Suisse – Zürich Telehouse Internet Exchange (TIX)

A2.3 Europe orientale

Bulgarie – Sofia Internet eXchange (SIX – GoCIS)

Fédération de Russie – Institut russe pour les réseaux russes

Lettonie – Global Internet eXchange (GIX) LatNet

Rép. tchèque – Neutral Internet eXchange (NIX) Prague

Roumanie – Bucharest Internet eXchange (BUHIX)

Slovaquie – Slovak Internet eXchange (SIX)

Ukraine – Central Ukrainian Internet exchange

A2.4 Afrique

Egypte – CR-IX

Kenya – Kenya Internet eXchange Point (KIXP)

Mozambique – MOZambique Internet eXchange (MozIX)

Nigéria – IBadan Internet eXchange (IBIX)

Ouganda – Uganda Internet eXchange Point (UIXP)

République démocratique du Congo (PdX)

République sudafricaine – Johannesburg Internet eXchange (JINX)

Rwanda – Kigali

Swaziland – SwaZiland Internet eXchange (SZIX)

Tanzanie – Tanzania Internet eXchange (TIX)

A2.5 Asie

Arabie saoudite – Internet Services Unit (KACST-ISU)

Australie – AusBONE (Sydney, Melbourne, Brisbane, Adelaïde)

Chine – Hong Kong Internet eXchange (HKIX)

Corée du Sud – Korean Internet eXchange (KINX)

EAU – Emirates Internet exchange

Indonésie – Indonesia Internet eXchange (iIX)

Japon – Japanese Internet eXchange (JPIX)

Malaisie – Kuala Lumpur Internet eXchange (KLIX)

Nouvelle-Zélande – New Zealand Internet eXchange (NZIX)

Pakistan – Pakistan National Access Point (PNAP)

Philippines – Philippines Internet eXchange (PHIX)

Singapour – SingTel IX

Taiwan – Taiwan Internet eXchange (TWIX-HiNET)

Thaïlande – Thailand Internet eXchange (THIX) Bangkok

Thaïlande – ThaiSarn Public Internet eXchange (PIE)

A2.6 Amérique du Sud

Brésil – Réseau universitaire à São Paulo (PTT-ANSP)

Chili – Chile National Access Point

Colombie – Internet Nap

Panama – Senacty

Liste établie par Colosource (<http://www.colosource.com/ix.asp>)

A3 Projet de statuts et de financement

Recommandations du Conseil d'Administration:

- 1 Au Kenya, le point KIXP constitue, en droit, une société à responsabilité limitée. La liste actuelle des actionnaires et des administrateurs doit être vérifiée. Pour l'instant, cette société compte les membres suivants:
 - 1 Access Kenya
 - 2 Inter-Connect Limited
 - 3 ISP Kenya
 - 4 Kenyaweab
 - 5 Mitsuminet
 - 6 NairobiNet
 - 7 Skyweb
 - 8 SwiftGlobal
 - 9 UUNET
 - 10 Wananchi Online
 - 11 KENIC

Les 10 sociétés susmentionnées, à l'exception de KENIC, sont censées avoir payé leur cotisation de membre d'un montant de 150 000 KES et nous proposons que chaque membre reçoive une action de KIXP Limited.

- 2 Chaque action est assortie d'une voix et la société a un droit de préemption sur l'action.
- 3 La société compte sept (7) membres du Conseil élus par les actionnaires et élit le Président, le Vice-Président et le Secrétaire de la société.
- 4 Le Conseil d'administration nomme un Directeur général qui n'est pas nécessairement membre du Conseil mais y siègera sans toutefois avoir le droit de voter.
- 5 Le Directeur général devra présenter un plan d'entreprise aux fins d'approbation par le Conseil.
- 6 Les membres du Conseil veilleront à gérer le point d'échange Internet conformément aux meilleures pratiques généralement reconnues dans les domaines technique et de la politique générale au sein de la communauté mondiale des opérateurs de points d'échange représentée par AfIX-TF, APOPS, Euro-IX et autres associations analogues.
- 7 De temps à autre, la direction du point KIXP pourra recommander aux membres le paiement de certains montants dans le cadre des politiques techniques et opérationnelles. Ces recommandations ne pourront être mises en œuvre qu'avec l'approbation d'un vote à la majorité des membres.

Recommandations sur le plan de l'exploitation:

- 8 Les politiques techniques et opérationnelles générales du point KIXP seront mises à la disposition du public sur le site web du point KIXP (Mémorandum d'accord).
- 9 Le point KIXP n'impose aucune restriction aux types d'organisation ou d'individu qui pourraient acquérir la qualité de membre et se connecter au point d'échange.
- 10 Le point KIXP n'impose aucune restriction aux politiques techniques, commerciales ou opérationnelles de ses membres.
- 11 Le point KIXP n'adopte aucune mesure ni ne fixe de restrictions aux relations ou transactions bilatérales ou multilatérales que les membres peuvent établir entre eux, à condition que la société KIXP ne soit pas impliquée.
- 12 Les membres doivent en tout temps fournir des données détaillées sur les interlocuteurs de l'unité opérationnelle à l'usage du personnel du point KIXP et d'autres membres. Le personnel contacté doit comprendre les conditions du présent Mémorandum d'accord.
- 13 Les membres doivent signer un exemplaire du document de politique générale du point KIXP, indiquant qu'ils en comprennent la teneur et acceptent d'en respecter les conditions, avant que des ressources leur soient attribuées.
- 14 Le principal moyen de communication avec d'autres membres sera le courrier électronique.
- 15 Les membres doivent donner une adresse de courrier électronique (email) à laquelle les demandes d'échange de trafic (peering) seront envoyées.
- 16 Les membres ont un devoir de confidentialité à l'égard des autres membres du point KIXP pour toutes les questions relatives à ce point KIXP.
- 17 Les membres ne doivent pas inviter leurs clients ou tout représentant de leurs clients à s'adresser directement au personnel d'appui d'un membre du point KIXP. Toutes les demandes doivent être adressées par l'intermédiaire du personnel technique du point KIXP.
- 18 Les membres ne doivent pas exercer d'activités illégales par l'intermédiaire du point KIXP.
- 19 Les membres doivent veiller à ce que toutes les informations sur les points de contact que détient le point KIXP à propos de ses membres soient correctes et tenues à jour.
- 20 Les membres sont tenus de fournir et de tenir à jour des informations actuelles sur les interlocuteurs de l'unité technique qui sont postées à l'usage du public sur le site web du point KIXP. Ces informations comprennent au minimum un numéro téléphonique international, un compte email fonctionnel du NOC, l'adresse IP attribuée au membre au point d'échange et le numéro de système autonome du membre, s'il en possède un.

- 21 Les membres sont abonnés à une liste email du point KIXP, gérée par le Conseil d'administration du point KIXP.
- 22 Les membres ne peuvent connecter que des équipements dont un membre du point KIXP est propriétaire ou qui sont exploités par lui. Ils ne peuvent pas connecter d'équipements au point KIXP au nom de tierces personnes.
- 23 Les membres doivent utiliser uniquement des adresses IP sur l'interface/les interfaces de leur(s) routeur(s) connecté(s) au point KIXP qui leur a (ont) été attribué(s) par ce dernier.
- 24 Les membres ne peuvent présenter qu'une seule adresse MAC à tout accès individuel au point KIXP qui leur est attribué.
- 25 Il est préférable que chaque membre possède son propre numéro de système autonome, le personnel du point KIXP étant chargé d'attribuer un numéro ASN provenant de l'espace ASN privé aux membres qui n'en possèdent pas. Tout membre qui a déjà été connecté au point KIXP avec un numéro ASN privé et qui obtient ensuite son propre numéro ASN complet doit en aviser dès que possible le personnel du point KIXP afin qu'il tienne compte de cette modification dans l'échange de trafic selon le protocole BGP au point KIXP.
- 26 L'échange de trafic d'égal à égal entre les routeurs des membres par l'intermédiaire du point KIXP se fera via le protocole BGP-4.
- 27 Les membres n'établissent pas de route flap instable injustifiée ou n'annoncent pas inutilement de routes spécifiques à l'occasion de sessions de peering avec d'autres membres via le point KIXP.
- 28 Les membres ne peuvent pas annoncer de routes avec un bond suivant, sauf celles de leurs propres routeurs, sans autorisation écrite préalable du destinataire de l'annonce.
- 29 Les membres ne peuvent envoyer de trafic par le point KIXP sauf s'il emprunte une route annoncée dans une session de peering au point KIXP ou sur réception d'une autorisation écrite préalable du membre à qui le trafic est destiné.
- 30 Sur toutes les interfaces connectées au point KIXP, les membres doivent désactiver les commandes suivantes: protocole ARP Proxy, réacheminement de paquets ICMP, protocoles CDP, IRDP, diffusions orientées, protocole IEEE802 Spanning Tree, diffusions selon le protocole de routage interne et toutes les autres diffusions au niveau de la couche MAC, sauf le protocole ARP.
- 31 Sur toutes les interfaces connectées au point KIXP, les membres doivent désactiver l'autodétection des paramètres suivants: duplex, vitesse ou autre paramètre de la liaison, duplex complet ou semi-duplex seulement, fixe.
- 32 Les membres n'annoncent pas de préfixes de («fuite») y compris pour une partie ou la totalité des connexions LAN de peering du point KIXP avec d'autres réseaux sans autorisation explicite du point KIXP.

- 33 Les membres doivent apposer des masques sur toutes les interfaces connectées au point KIXP pour incorporer la totalité des connexions LAN de peering du point KIXP.
- 34 Tout équipement et/ou câblage installé par un membre au point KIXP doit être clairement étiqueté comme appartenant au membre.
- 35 Les membres n'utiliseront pas l'équipement et/ou le câblage dont les membres sont propriétaires et qui sont installés au point KIXP ou dans le local où se trouve le point KIXP sans autorisation expresse du membre qui possède l'équipement.
- 36 Les membres n'installeront pas d'«analyseurs réseau» pour contrôler le trafic transitant par le point KIXP, sauf par leur propre accès. Le point KIXP peut contrôler n'importe quel accès à condition que les données qu'il obtient restent confidentielles, sauf si leur divulgation est exigée par la loi ou si le Conseil d'administration du point KIXP a relevé une violation des dispositions du présent Mémoire d'accord.
- 37 Les membres ne diffuseront pas aux non-membres la correspondance échangée dans le cadre des listes de diffusion confidentielles du point KIXP.
- 38 Les membres doivent s'assurer que leur propre utilisation du point KIXP ne nuit pas à l'utilisation de ce point par d'autres membres.
- 39 Les membres ne peuvent pas connecter directement des clients non-membres du point KIXP via des circuits jusqu'à leur routeur logé dans n'importe quel bâti du point KIXP.
- 40 Les membres ne devraient pas utiliser régulièrement le point KIXP pour acheminer le trafic entre leurs propres routeurs.
- 41 Les membres devront installer des routeurs qui prennent en charge la norme complète BGP-4.
- 42 Le Comité technique établira certaines fonctions de contrôle sur le serveur du point KIXP. Il sera demandé à certains membres du point KIXP de veiller à ce que leurs centres NOC contrôlent ces fonctions de manière que les problèmes éventuels puissent être signalés dès que possible au personnel d'appui technique du point KIXP.

Recommandations sur le plan financier:

- 43 Il est proposé que les nouveaux clients versent les sommes suivantes:

1) INSTALLATION	20 000 KES
2) MONTANT MENSUEL	10 000 KES