

9

Études de Cas

Peu importe la planification requise afin d'établir un lien ou un noeud, vous devrez inévitablement plonger dans le travail et installer quelque chose. C'est le moment de vérité qui démontre jusqu'à quel point vos évaluations et prévisions s'avèrent précises.

Il est rare que tout aille précisément comme prévu. Même après avoir installé votre 1er, 10e ou 100e noeud, vous trouverez que les choses ne fonctionnent pas toujours comme vous pouviez l'avoir prévu. Ce chapitre décrit certains de nos plus mémorables projets de réseau. Que vous soyez sur le point de vous embarquer sur votre premier projet sans fil ou que vous soyez un expert dans le domaine, il est rassurant de se rappeler qu'il y a toujours plus à apprendre.

Conseil général

Les économies des pays en voie de développement sont très différentes de celles du monde développé, et donc un processus ou une solution conçue pour un pays plus développé peut ne pas convenir en Afrique occidentale ou en Asie méridionale. Spécifiquement, le coût de matériaux localement produits et le coût du travail seront négligeables, tandis que les marchandises importées peuvent être beaucoup plus chères une fois comparées à leur coût dans le monde développé. Par exemple, on peut fabriquer et installer une tour pour une dixième du coût d'une tour aux États-Unis, mais le prix d'une antenne pourrait être le double. Il sera plus facile de répliquer les solutions qui profitent des avantages concurrentiels locaux, à savoir main d'oeuvre à prix réduit et matériaux qui peuvent être trouvés localement.

Trouver l'équipement adéquat est une des tâches les plus difficile dans les marchés des pays en voie de développement. Comme le transport, la communication et les systèmes économiques ne sont pas développés, il peut

être difficile ou même impossible de trouver les matériaux ou les équipements appropriés. Ceci est, par exemple, le cas des fusibles ; en remplacement, on peut trouver un câble à combustion à un certain ampérage qui puisse les substituer. Trouver des produits de remplacement locaux pour des matériaux encourage également l'esprit d'entreprise locale, de propriété et peut faire économiser de l'argent.

Pièces d'équipement

Il est facile de trouver des plastiques bon marché dans les pays en voie de développement, mais ceux-ci sont faits de matériaux médiocres et sont minces. La plupart du temps, ils ne sont pas convenables pour contenir l'équipement. La tuyauterie de PVC est plus résistante et est faite pour être imperméable. En Afrique occidentale, le PVC le plus ordinaire est trouvé dans la tuyauterie, avec une mesure de 90 mm à 220 mm. Les points d'accès tels que le Routerboard 500 et 200 peuvent s'ajuster dans une telle tuyauterie et avec des couvercles vissés aux extrémités, ils deviennent des boîtiers imperméables très robustes. Ils ont également l'avantage supplémentaire d'être aérodynamiques et sans intérêt pour les passants. L'espace qui est laissé tout autour de l'équipement assure une circulation d'air adéquate. De plus, il est souvent conseillé de laisser un trou d'échappement au fond du boîtier de PVC, même si j'ai constaté que laisser des trous ouverts peut souvent devenir un problème. Il y a eu un cas où des fourmis ont décidé de nicher 25 mètres au-dessus de la terre à l'intérieur du tube PVC où était installé le point d'accès. Afin de protéger le trou d'échappement de possibles infestations, il est conseillé de le couvrir en utilisant un treillis métallique fait à partir de matériel localement disponible.

Mâts d'antenne

La récupération de matériaux usagés est devenue une industrie importante pour les pays les plus pauvres. Des vieilles voitures aux télévisions, n'importe quel matériel qui a une valeur sera démonté, vendu ou réutilisé. Par exemple, vous verrez des véhicules démontés pièces par pièces, jour après jour. Le métal ainsi obtenu est classé puis rangé dans un camion pour le vendre. Les ouvriers locaux qui travaillent avec le métal seront déjà familiers avec la façon de faire des mâts de télévision à partir de métal de rebut. Avec quelques adaptations rapides, ces mêmes mâts peuvent être utilisés pour les réseaux sans fil.

Le mât typique est un poteau de 5 mètres, composé d'un tuyau de 30 mm de diamètre qui est planté dans le ciment. Il est préférable de construire le mât en deux parties, avec un mât démontable qui s'ajuste à une base qui a un diamètre légèrement plus grand. De façon alternative, le mât peut être fait avec des bras solidement cimentés dans un mur. Ce projet est facile mais exige l'utilisation d'une échelle et donc une certaine attention est suggérée.

Il est possible d'augmenter la taille de ce type de mât de plusieurs mètres avec l'utilisation de câbles hauban. Pour renforcer le poteau, plantez trois lignes avec une distance de 120 degrés et une déclinaison d'au moins 33 degrés à partir de l'extrémité de la tour.

Importance d'impliquer la communauté locale

La participation de la communauté est impérative pour assurer le succès et la durabilité d'un projet. Faire participer la communauté dans un projet peut être le plus grand défi, mais si la communauté n'est pas impliquée la technologie ne servira pas leurs besoins et elle ne sera pas acceptée. D'ailleurs, une communauté pourrait avoir peur et renverser une initiative. Indépendamment de la complexité de l'entreprise, un projet réussi requiert du support et de l'appui de ceux à qui elle servira.

Une stratégie efficace pour gagner de l'appui est de trouver une personne influente et respectée avec de bonnes intentions. Trouvez la personne ou les personnes les plus susceptibles d'être intéressées par le projet. Vous devrez souvent faire participer ces personnes comme conseillers ou membres du comité de coordination. Ces personnes auront déjà la confiance de la communauté, sauront qui il faut approcher et pourront parler la langue de la communauté. Prenez votre temps et soyez sélectif au moment de trouver les personnes adéquates pour votre projet. Aucune autre décision n'affectera votre projet davantage que le fait d'avoir dans votre équipe des personnes de la communauté efficaces et de confiance.

Faites attention en choisissant vos alliés. Une réunion « de la municipalité » est souvent utile pour décerner la politique, les alliances et les inimitiés locales en jeu. Ensuite, il est plus facile de décider avec qui s'allier et qui éviter. Essayez de ne pas générer de l'enthousiasme sans garantie. Il est important d'être honnête, franc et de ne pas faire de promesses que vous ne pouvez pas garder.

Dans les communautés en grande partie illettrées, concentrez vous sur les services numériques analogues tels qu'Internet pour des stations de radio, l'impression d'articles et de photos en ligne et d'autres applications non-textuelles. N'essayez pas de présenter une technologie à une communauté sans comprendre les applications qui serviront réellement à cette communauté. Souvent la communauté aura peu d'idée de la façon dont les nouvelles technologies aideront leurs problèmes. Fournir simplement de nouveaux dispositifs est inutile sans comprendre la façon dont la communauté en bénéficiera.

En recueillant l'information, vérifiez les données qu'on vous donne. Si vous voulez connaître le statut financier d'une compagnie ou d'une organisation, demandez une facture d'électricité ou de téléphone. Ont-ils payé leurs fac-

tures? Parfois, les bénéficiaires potentiels compromettront leurs propres valeurs dans l'espoir de gagner des fonds ou de l'équipements. Le plus souvent, les associés locaux qui vous font confiance seront très francs, honnêtes et utiles.

Un autre piège habituel est ce que j'appelle le syndrome « de parents divorcés » où les ONGs, les donateurs et les associés ne connaissent pas les engagements des uns et des autres avec le bénéficiaire. Des bénéficiaires astucieux peuvent gagner de belles récompenses en laissant les ONGs et les donateurs leur offrir de l'équipement, de la formation et des fonds. Il est important de savoir quelle autre organisation est impliquée afin de savoir comment leurs activités pourraient affecter les vôtres. Par exemple, j'ai, par le passé, conçu un projet pour une école rurale au Mali. Mon équipe a installé un système de source ouverte avec des ordinateurs usagés et a passé plusieurs jours à former des personnes pour apprendre à l'employer. Le projet a été considéré comme un succès, mais peu de temps après l'installation, un autre donneur est arrivé avec des ordinateurs Pentium 4 neufs avec Windows XP. Les étudiants ont rapidement abandonné les vieux ordinateurs et ont fait la file pour utiliser les nouveaux ordinateurs. Il aurait été préférable de négocier avec l'école à l'avance, pour connaître leur engagement au projet. S'ils avaient été francs, les ordinateurs qui reposent maintenant et sont inutilisés pourraient avoir été installés dans une autre école où ils pourraient être employés.

Dans plusieurs communautés rurales des économies sous-développées, la loi et les politiques sont faibles et les contrats peuvent n'avoir aucun sens. Il est souvent nécessaire de trouver d'autres assurances. C'est dans ces cas où les services prépayés sont idéaux, car ils n'exigent aucun contrat légal. L'engagement est assuré par l'investissement des fonds avant que le service ne soit offert.

Le fait d'acheter exige également que ceux impliqués investissent eux-mêmes dans le projet. Un projet devrait demander la participation réciproque de la communauté.

Par-dessus tout, l'option «non-intéressé» devrait toujours être évaluée. Si on ne peut pas avoir d'allié et une communauté d'achat, le projet devrait considérer de choisir une communauté ou un bénéficiaire différent. Il doit y avoir une négociation ; l'équipement, l'argent et la formation ne peuvent pas être des cadeaux. La communauté doit être impliquée et doit également contribuer.

—Ian Howard

Étude de cas: traverser la brèche à l'aide d'un simple pont à Tombouctou

Le but ultime des réseaux est de connecter des personnes ensemble, ce qui implique toujours une composante politique. Le coût d'Internet dans les économies moins développées est haut et la solvabilité est faible, ce qui s'ajoute aux défis politiques. Essayer de superposer un réseau à un réseau humain disfonctionnel est presque impossible à long terme. Ainsi, mettre en place un projet sur une base sociale instable menace son existence. C'est à ce moment que le bas prix et la mobilité d'un réseau sans fil peuvent être avantageux.

L'équipe de l'auteur a été invitée par des bailleurs de fonds à déterminer comment connecter à Internet une station radio rurale avec un très petit télécentre (deux ordinateurs) à Tombouctou, la capitale du désert du Mali. Tombouctou est largement connue comme étant un avant-poste dans la région la plus éloignée du monde. À cet endroit, l'équipe a décidé de mettre en application un modèle nommé le **modèle sans fil parasite**. Ce modèle prend une source sans fil d'un réseau existant et étend ce réseau à un site client en utilisant un simple pont réseau. Ce modèle a été choisi parce qu'il n'exige aucun investissement significatif de la part de l'organisation qui soutient l'initiative. Tandis qu'il a ajouté une source de revenu pour le télécentre, il n'a ajouté aucun coût opérationnel significatif. Cette solution a permis que le site client obtienne une connexion Internet bon marché; cependant pas aussi rapide et fiable qu'une solution dédiée. En raison des comportements opposés d'utilisation d'un bureau et d'un télécentre, il n'y a eu aucun ralentissement du réseau qui puisse être perceptible pour l'une ou l'autre des parties. Dans une situation idéale, il aurait été préférable d'encourager le développement du télécentre en un petit fournisseur Internet. Cependant, on a considéré que ni le télécentre ni le marché étaient prêts pour cela. Comme c'est souvent le cas, il y avait de sérieuses préoccupations quant à la durabilité du télécentre une fois que les bailleurs de fonds sont partis. Ainsi, cette solution a réduit au minimum l'investissement initial tout en accomplissant deux buts: d'abord, elle a offert une connexion Internet au bénéficiaire ciblé, une station de radio, à un coût accessible. Ensuite, elle a ajouté une petite source additionnelle de revenu pour le télécentre tout en n'augmentant pas ses coûts opérationnels ni en ajoutant de la complexité au système.

Les gens

Même en étant un endroit éloigné, Tombouctou a un nom de renommée mondiale. Devenue un symbole de région éloignée, beaucoup de projets ont voulu « planter un drapeau » dans les sables de cette ville du désert. Il y a donc un certain nombre d'activités de technologies de l'information et de la

communication (TIC) dans le secteur. La dernière fois que nous avons compté, il y avait 8 connexions satellites à Tombouctou dont la plupart servait des intérêts particuliers, excepté deux fournisseurs nationaux, SO-TELMA et Ikatel. Ils utilisent actuellement le VSAT pour connecter leurs réseaux téléphoniques au reste du pays. Ce télécentre a employé une connexion X.25 à un de ces telcos, qui transmet ensuite cette connexion à Bamako. En comparaison à d'autres villes éloignées du pays, Tombouctou a un certain nombre de personnel TIC qualifié, trois télécentres existants et le télécentre nouvellement installé à la station de radio. À un certain degré, la ville est saturée d'Internet, excluant la viabilité de tous intérêts privés ou commerciaux.

Choix de conception

Dans cette installation, le site client est à seulement 1 kilomètre à vol d'oiseau. Deux points d'accès Linksys modifiés avec OpenWRT et configurés pour fonctionner en mode pont ont été installés. L'un d'eux a été installé sur le mur du télécentre et l'autre à 5 mètres sur le mât de la station de radio. Les seuls paramètres de configuration exigés sur les deux dispositifs étaient le ssid et le canal. On a utilisé de simples antennes à panneau de 14 dBi (<http://hyperlinktech.com/>). Du côté Internet, le point d'accès et l'antenne ont été attachés à l'aide de prises de ciment et de vis sur le côté du bâtiment, face au site client. Sur celui-ci, un mât d'antenne existant a été employé. Le point d'accès et l'antenne ont été montés en utilisant des anneaux de tuyau.

Pour débrancher le client, le télécentre débranche simplement le pont de leur côté. Éventuellement, il sera possible d'installer un site additionnel qui aura également son propre pont au télécentre de sorte que le personnel puisse le débrancher advenant que le client ne paie pas. Même si cela semble rustique, cette solution est efficace et réduit le risque que le personnel commette une erreur en réalisant des changements dans la configuration du système. Avoir un pont consacré à une seule connexion a également simplifié l'installation au site central, car l'équipe d'installation pouvait choisir le meilleur endroit pour connecter les sites clients. Bien que ce ne soit pas la meilleure solution de placer des ponts sur un réseau (au lieu de router le trafic du réseau), lorsque la connaissance de la technologie est faible et que l'on veut installer un système très simple, ceci peut être une solution raisonnable pour de petits réseaux. Les ponts font que les systèmes installés au site à distance (la station radio) apparaissent simplement connectés au réseau local.

Modèle financier

Dans ce cas-ci, le modèle financier est simple. Le télécentre charge des honoraires mensuels, environ 30\$ par ordinateur connecté à la station radio. Ceci était plusieurs fois moins cher que l'alternative. Le télécentre est situé dans la cour du bureau du maire, donc le client principal du télécentre est le

personnel du maire. Ceci était important car la station de radio n'a pas voulu concurrencer pour la clientèle du télécentre et le système de la station radio a été principalement prévu pour le personnel de celle-ci. L'installation rapide d'un pont a réduit les coûts et cette sélection des clients a pu soutenir le coût d'Internet sans concurrencer le télécentre, son fournisseur. Le télécentre a également la capacité de débrancher facilement la station radio s'ils ne payent pas. Ce modèle a également permis le partage des ressources du réseau. Par exemple, la station de radio a une nouvelle imprimante laser, alors que le télécentre a une imprimante couleur. Puisque les systèmes clients sont sur le même réseau, les clients peuvent imprimer à l'un ou à l'autre endroit.

Formation

Pour soutenir ce réseau, très peu d'entraînement a été requis. Le personnel du télécentre a été formé pour installer l'équipement et pour résoudre des problèmes de base, tel que redémarrer les points d'accès et comment remplacer l'unité si celle-ci ne fonctionne plus. Ceci permet à l'équipe de l'auteur d'envoyer simplement une pièce de rechange et d'éviter ainsi un voyage de deux jours à Tombouctou.

Sommaire

L'installation a été considérée comme une solution provisoire, tandis que l'on cherchait une solution plus complète. Même si on peut la considérer comme un succès, elle n'a pas encore mené à établir davantage d'infrastructures physiques. Elle a tout de même apporté les TICs à une station radio et a renforcé les relations locales entre les clients et les fournisseurs.

À cette heure, l'accès Internet est encore une entreprise coûteuse à Tombouctou. La politique locale et la concurrence des initiatives subventionnées sont mises en cause; cependant, cette solution simple s'est avérée être un cas d'utilisation idéal. L'équipe a investi plusieurs mois d'analyse et de pensée critique pour en arriver là, mais il semble que la solution la plus simple a fourni le plus d'avantages.

—Ian Howard

Étude de cas: un terrain d'expérimentation à Gao

Gao se trouve à une journée en voiture de Tombouctou dans le Mali oriental. Cette ville rurale, ressemblant plus à un grand village, repose sur le fleuve Niger juste avant que celui-ci ne plonge vers le sud et traverse le Niger et le

Nigeria. La ville s'incline légèrement vers le fleuve et a peu de bâtiments de plus de deux étages. En 2004, un télécentre a été installé à Gao. Le but du projet était de fournir des informations à la communauté dans l'espoir que celle-ci, en étant plus informée, ait des citoyens avec une meilleure santé et meilleure éducation.

Le centre fournit des informations via CD-ROMs, films et radio, mais la source d'information la plus riche pour le centre est Internet. C'est un télécentre standard avec 8 ordinateurs, une imprimante, scanner, fax, téléphone tout-en-un ainsi qu'un appareil photo numérique. Un petit bâtiment de deux pièces a été construit pour loger le télécentre. Il est situé un peu en dehors du centre-ville, l'endroit n'est idéal pour attirer des clients, mais l'emplacement a été choisi en raison de propriétaire favorable au projet. Le site a reçu des fonds pour toute la construction requise, ainsi que l'équipement et la formation initiale. L'intention était que le télécentre soit autonome financièrement après un an.

Plusieurs mois après son ouverture, le télécentre attirait peu de clients. Il utilisait un modem téléphonique pour se connecter à un fournisseur Internet de la capitale. Comme cette connexion était trop lente et peu fiable, le bailleur de fonds a financé l'installation d'un système VSAT. Il y a maintenant un certain nombre de systèmes VSAT disponibles dans la région; la plupart de ces services sont tout récemment devenus disponibles. Auparavant, les seuls systèmes disponibles étaient les systèmes de bande C (qui couvrent une zone plus grande que la bande Ku). Récemment, la fibre a été étendue dans presque chaque tunnel et canal souterrain de l'ensemble de l'Europe et elle a supplanté ainsi les services plus chers par satellite. En conséquence, les fournisseurs réorientent maintenant leurs systèmes VSAT vers de nouveaux marchés, y compris l'Afrique centrale, occidentale et l'Asie du sud. Ceci a mené un certain nombre de projets à utiliser les systèmes satellites pour se connecter à Internet.

Suite à l'installation du VSAT, la connexion offrait 128 Kbps de téléchargement en aval et 64 Kbps en amont, et coûtait environ 400\$ par mois. Comme le site ne réussissait pas à gagner assez de revenu afin de pouvoir payer ce coût mensuel élevé, le télécentre a demandé de l'aide. Une entreprise privée, qui avait été formée par l'auteur, a été engagée pour installer un système sans fil. Ce système partagerait la connexion entre trois clients: un deuxième bénéficiaire, une station radio, et le télécentre, chacun payant 140\$. Cet arrangement a permis de couvrir collectivement les coûts du VSAT et le revenu supplémentaire du télécentre et de la station de radio couvrirait le service de support et l'administration du système.

Les gens

Bien qu'étant partants et enthousiastes, l'équipe de l'auteur n'a pas réalisé l'installation. Au lieu de cela, nous avons encouragé le télécentre à engager une entreprise locale pour le faire. Nous avons rassuré le client en lui garantissant que nous nous occuperions de la formation et du support à l'entreprise locale dans la réalisation de cette installation. La prémisse de cette décision était de décourager une dépendance à court terme d'une ONG. et d'établir plutôt une confiance et des rapports entre les fournisseurs de service locaux et leurs clients. Cette conception s'est avérée fructueuse. Cette approche a pris beaucoup plus de temps pour l'équipe de l'auteur, peut-être deux fois plus, mais cet investissement a déjà commencé à générer des profits. De nouveaux réseaux sont en cours d'installation et l'auteur et son équipe sont maintenant de retour à la maison en Europe et en Amérique du Nord.

Choix de conception

On a initialement pensé qu'une connexion fédératrice se ferait à la station radio qui avait déjà une tour de 25 mètres. Cette tour serait employée pour retransmettre à d'autres clients, évitant l'installation de tours aux sites client, car cette tour se dressait au-dessus de tous les obstacles de la ville. Pour ce faire, trois approches ont été discutées: installer un point d'accès en mode répéteur, utiliser le protocole WDS ou employer un protocole de routage maillé. Un répéteur n'était pas souhaitable car il introduirait de la latence (due au problème des répéteurs one-armed) à une connexion déjà lente. Les connexions VSAT doivent envoyer des paquets à partir de et vers le satellite, ce qui représente souvent un retard allant jusqu'à 3000 ms pour un voyage aller-retour. Pour éviter ce problème, on a décidé d'employer une radio pour se connecter aux clients et une deuxième radio pour la connexion dédiée vers Internet. À des fins de simplification, on a décidé de faire ce lien avec un simple pont de sorte que le point d'accès à la station de radio paraisse être sur le même LAN physique que le télécentre.

Dans un environnement de test, cette approche a fonctionné, mais dans la réalité, sa performance a été médiocre. Après plusieurs changements différents, y compris remplacer les points d'accès, le technicien a décidé qu'il doit y avoir un problème de logiciel ou d'équipement affectant cette conception. Le technicien a alors décidé de placer le point d'accès au télécentre directement en employant un petit mât de 3 mètres et ne pas employer un site de retransmission à la station de radio. Dans cette conception, les sites clients exigent également de petits mâts. Bien que tous les sites pouvaient se connecter, ces connexions étaient parfois trop faibles et avaient une perte massive de paquets.

Plus tard, pendant la saison de poussière, ces connexions sont devenues plus erratiques et même moins stables, même si les sites clients se trouvaient de 2 à 5 kilomètres de distance et utilisaient le protocole 802.11b. L'hypothèse de l'équipe a alors été que les tours de chaque côté étaient trop courtes, bloquant ainsi la zone de Fresnel. Après avoir débattu de plusieurs théories, l'équipe s'est rendue compte que le problème se trouvait à la station de radio: la fréquence radio était de 90,0 mégahertz, plus ou moins comme la fréquence de la connexion à haute vitesse Ethernet (100BT). Durant la transmission, le signal FM (à 500 watts) consommait complètement le signal sur le câble Ethernet. À cet effet, soit un câble blindé est exigé, soit la fréquence du lien Ethernet doit être changée. Les mâts ont donc été élevés et à la station de radio, la vitesse Ethernet a été changée à 10 Mbps. Ceci a changé la fréquence sur le câble à 20 mégahertz et a ainsi évité l'interférence de la transmission FM. Ces changements ont résolu les deux problèmes, augmentant la force et la fiabilité du réseau. L'avantage d'employer ici un réseau maillé ou le WDS serait que les sites client pourraient se connecter à l'un ou l'autre point d'accès, directement au télécentre ou à la station de radio. Par la suite, le fait d'enlever la dépendance de la station radio comme répéteur pourrait probablement rendre l'installation plus stable à long terme.

Modèle financier

Le système satellite utilisé à ce site a coûté approximativement 400\$ par mois. Pour plusieurs projets de TIC pour le développement, il est difficile de gérer ce coût mensuel élevé. Normalement, ces projets peuvent acheter l'équipement et payer la mise en place d'un réseau sans fil, mais les la plupart ne sont pas en mesure de couvrir le coût du réseau après une courte période (incluant les coûts récurrents d'Internet et les coûts opérationnels). Il est nécessaire de trouver un modèle où les coûts mensuels pour un réseau peuvent être couverts par ceux qui l'utilisent. Pour la plupart des télécentres ou stations de radio, ceci est simplement trop cher. Souvent, l'unique solution est de partager les coûts avec d'autres usagers. Pour rendre Internet plus accessible, ce site a utilisé une connexion sans fil pour partager Internet avec la communauté, permettant à un plus grand nombre d'organismes d'y accéder tout en réduisant le coût par client.

Généralement au Mali, une communauté rurale a seulement quelques organismes ou compagnies qui pourraient avoir les moyens de payer pour une connexion Internet. Là où il y a peu de clients et le coût de connexion Internet est élevé, le modèle développé par cette équipe a inclus les **clients ancrés**: des clients solides et qui présentent un risque faible. Dans cette région, les ONGs (organismes non gouvernementaux) étrangères, les agences des Nations Unies et les grandes entreprises commerciales sont les rares qui se qualifient.

Parmi les clients choisis pour ce projet, se trouvaient trois clients ancrés. Ceux-ci ont collectivement payé le coût mensuel entier de la connexion satellite. Un deuxième bénéficiaire, une station radio de la communauté a également été connectée. Tout revenu provenant des bénéficiaires a contribué à créer un fond pour couvrir de futurs coûts, mais il n'a pas été tenu en compte en raison de la faible marge économique de ces deux services communautaires. Les clients qui ne paient pas peuvent être débranchés et peuvent reprendre le service lorsqu'ils sont en mesure de le payer.

Formation requise: qui, quoi et pour combien de temps

L'entreprise locale a enseigné au technicien du télécentre les fondements de support réseau, lequel était assez rudimentaire. Pour tout autre travail qui sortait de la routine, tel qu'ajouter un nouveau client, un consultant externe était employé. Il n'est donc pas impératif d'enseigner au personnel du télécentre comment offrir du support au système dans sa totalité.

Leçons apprises

En partageant sa connexion, le télécentre est maintenant autonome financièrement et, de plus, trois autres sites ont accès à Internet. Bien que cela prenne plus de temps et peut-être plus d'argent, cela vaut la peine de trouver le talent local approprié et de les encourager à établir des rapports avec les clients. Un fournisseur local pourra fournir le suivi et l'appui requis pour maintenir et développer un réseau. Cette activité construit une expertise locale et crée également de la demande, ce qui permettra aux projets TIC suivants de construire sur cette base.

—*Ian Howard*

Étude de cas: Spectropolis, New York

En septembre 2003 et octobre 2004, NYCwireless a produit Spectropolis. Cet événement a célébré la disponibilité des réseaux sans fil (Wi-Fi) ouverts dans le bas Manhattan et a exploré ses implications pour l'art, la communauté et l'espace public partagé. Spectropolis est le premier festival d'arts sans fil du monde et a été envisagé comme une manière d'introduire la nature technocentriste de Wi-Fi à une forme plus accessible. L'idée était de créer une manière, pour le résident moyen et les visiteurs de New York, de «voir» et «sentir» les signaux sans fil qui imprègnent la ville (particulièrement le Wi-Fi gratuit que NYCwireless fournit dans plusieurs parcs de la ville) et qui sont autrement invisibles.

L'idée de Spectropolis est venue d'une série de discussions qui se sont déroulées durant l'hiver de l'année 2003 entre Dana Spiegel, qui était à ce

moment membre de NYCwireless et Brooke Singer, une artiste indépendante de New Media et professeur adjointe de SUNY Purchase.

Spectropolis a eu lieu au City Hall Park, un point d'accès sans fil de connexion à Internet gratuit bien connu à la ville de New York. Le festival a présenté des oeuvres d'art de 12 artistes internationaux. Chaque oeuvre d'art intégrait et se servait d'une ou de plusieurs formes de technologie sans fil, incluant entre autres Wi-Fi, Bluetooth, Radio, GPS. Chaque oeuvre devait explorer comment les technologies sans fil affectent nos expériences urbaines quotidiennes. Les oeuvres ont été exhibés à l'extérieur, dans le parc, pendant trois jours. Les artistes montraient et expliquaient leurs travaux aux visiteurs du parc.

En plus des oeuvres d'art, Spectropolis a offert cinq ateliers et trois panels de discussions. Les ateliers ont offert un regard de près aux technologies de communication sans fil et une occasion de participer et de mettre les mains à l'oeuvre. Les ateliers ont visé à instruire le public technique et non technique et à démystifier une gamme de technologies à travers des présentations.

Les panels ont exploré les implications à grande échelle des technologies sans fil pour la société, les politiques publiques, l'activisme et l'art. Chaque panel s'est concentré sur un secteur particulier d'influence de la technologie sans fil qu'ensuite un certain nombre de leaders reconnus commentaient.

Pour l'évènement, un espace ouvert dans le parc public a été choisi, principalement parce que cet emplacement nous offrait l'opportunité d'attirer un grand nombre de participants en situant l'évènement dans un espace que plusieurs personnes traversent pendant les jours de travail ainsi que durant la fin de semaine. Un des buts de l'évènement était d'attirer les résidents locaux et les personnes qui, autrement, n'assisteraient pas à un évènement technologique. Pendant le temps que Spectropolis était au City Hall Park, des milliers de personnes sont venus chaque jour, et plusieurs se sont attardées à regarder une ou plusieurs oeuvres d'art.

Du point de vue de la visibilité, tenir Spectropolis dans un espace public extérieur était important. Le trafic de personnes dans le secteur a certainement contribué à attirer un certain nombre de personnes dans le parc qui autrement ne seraient pas venues à l'évènement. En outre, la ville de New York a une longue tradition d'exhibition d'art en espaces extérieurs, toutefois cet art est presque entièrement sculptural dans la forme et conçu pour faire partie du paysage mais non pas pour être interactif. Le fait de sortir d'un musée ou d'une galerie de nouveaux medias d'art hautement interactifs dans un espace public extérieur a créé une discordance dans les attentes des personnes.

Pourquoi Spectropolis est important

Spectropolis est une tentative de donner à la technologie sans fil et en particulier au Wi-Fi une vie au delà du courriel et de la navigation web. Les oeuvres d'art interactives présentées chez Spectropolis veulent attirer l'attention au delà de « l'usage au travail » qui est associé au Wi-Fi par le grand public. En présentant des technologies sans fil par l'intermédiaire du « jeu » et de « l'exploration », Spectropolis élimine une grande partie de la crainte reliée au sujet des nouvelles technologies et permet aux personnes de considérer les implications plus importantes qu'ont les technologies sans fil sur leurs vies, sans s'alourdir du « comment » de la technologie en soi.

Spectropolis est un événement unique parce qu'il se concentre sur l'impact social des technologies sans fil, par opposition aux technologies elles-mêmes. La grande majorité des personnes ont peur d'expérimenter avec la technologie (ceci est plus courant chez les adultes que chez les enfants) ou ne sont simplement pas intéressés. Même si Wi-Fi et les technologies de téléphonie mobile ont eu des percées significatives dans la société en général, ceci a été réalisé par l'entremise de deux activités sociales bien établies: parler au téléphone et accéder à l'Internet (courriel, web, IM, etc...)

De plus, Spectropolis met un visage sur la nature éthérée des signaux sans fil. Le fait que le Wi-Fi soit disponible dans un parc peut être indiqué par des signes et des autocollants sur des fenêtres mais ce n'est pas la même chose que de créer des objets tangibles sous forme d'oeuvres d'art qui puisse rendre ce concept aussi concret que puisse l'être les services publics offerts par le parc tels les bancs, les arbres et l'herbe. Le Wi-Fi dans les espaces publics ne devrait pas être considéré comme une ressource restreinte à une certaine communauté mais plutôt une ressource publique qui peut être partagée et appréciée par tous, tout comme l'ombre d'un grand arbre.

Organisations participantes

NYCwireless, par l'entremise de Dana Spiegel, a été en charge de produire Spectropolis. NYCwireless est une organisation sans but lucratif qui préconise et permet la croissance de l'accès sans fil gratuit et public à Internet dans la ville de New York City et ses environs. NYCwireless, fondé en 2001, est une organisation de volontaires avec sept membres du conseil, cinq groupes de travail en intérêts spéciaux et approximativement soixante membres actifs.

NYCwireless a travaillé en partenariat avec d'autres organismes locaux et individus marquants de la communauté New York Arts ayant travaillé de manière volontaire pour produire l'événement. Spectropolis a été commandité par *Alliance for Downtown New York (DTA)*, une compagnie du regroupement *Business Improvement District (BID)*. Le DTA commandite égale-

ment un certain nombre de point d'accès sans fil gratuits et publics au centre-ville de New York, y compris le point d'accès sans fil au *City Hall Park* où s'est tenu Spectropolis. Le *Lower Manhattan Cultural Council (LMCC)*, une organisation de financement et promotion des arts a commandité le processus de sélection des œuvres d'art à être exposées à Spectropolis. Le LMCC a été le siège d'un certain nombre de réunions et a supervisé le processus d'invitation et d'évaluation des artistes et de leurs travaux en préparation à l'événement. De plus, d'autres personnes ont contribué à Spectropolis en y dédiant une quantité de temps significative: Wayne Ashley (conservateur, LMCC), Yury Gitman (conservateur), Jordan Silbert (producteur) et Jordan Schuster (producteur).

Appréciation de la communauté

La communauté locale a bien reçu Spectropolis. Les groupes de personnes principales qui ont assisté à l'événement ont été: des chercheurs et partisans dans le domaine des technologies sans fil, des artistes et le grand public.

Pour mener le projet de l'avant et générer de l'intérêt, nous avons contactés les artistes locaux et les communautés universitaires locales. Nous avons reçu un grand nombre de courriels demandant de l'information pour assister à l'événement de personnes de la zone et du reste du continent (principalement des États-Unis et du Canada). Quelques enthousiastes des communications sans fil ont même voyagé de l'Europe afin d'être présents. La communauté universitaire locale était particulièrement intéressée, participant avec des étudiants de NYU, SUNY, New School, Parsons et d'autres écoles voisines. Pendant l'événement, nous avons même eu des personnes qui sont venus avec leurs propres projets et les ont installés.

Nous avons également envoyé un communiqué de presse aux médias locaux et sites Web pour informer la communauté générale de la ville de New York de l'événement. Même si avant l'événement nous n'avions pas été contactés par quiconque du grand public, plusieurs personnes qui n'avaient jamais manipulé d'équipement sans fil se sont inscrites dans nos ateliers et nos panels. Les résidents locaux et les visiteurs sont venus à l'événement principalement pour expérimenter avec les œuvres d'art. Nous avons reçu la visite de milliers de personnes chaque jour qui ont expérimenté avec au moins quelques unes des œuvres.

En plus de l'art, un certain nombre de personnes nous a posé des questions sur la technologie sans fil en général et spécifiquement sur le Wi-Fi public. Plusieurs de ces personnes ont été dirigées vers la cabine d'information de NYCwireless qui a été installée au milieu du parc. Un certain nombre de personnes a également parlé directement aux artistes (nous nous attendions à ceci, c'est pourquoi nous avons tenu que les artistes montrent leur propre

travail au public) au sujet des travaux qu'ils ont créés, la façon dont ils ont travaillé et pourquoi l'artiste a créé cette œuvre.

Pour un certain nombre de participants, Spectropolis était leur premier contact avec le Wi-Fi comme une chose autre plus vaste qu'une technologie Internet. Beaucoup ont été surpris par le fait que les technologies sans fil pouvaient être bien plus que seulement un appel téléphonique mobile ou une page Web dans un café et étaient heureux d'apprendre les usages alternatifs de Wi-Fi explorés par les œuvres d'arts. Parfois, le rapport entre les signaux sans fil et les œuvres d'art étaient cachés et obscurs -- comme Sonic Interface d'Akitsugu Maebayashi. Dans d'autres travaux, comme Upper Air réalisé par DSP Music Syndicate, l'œuvre d'art a été conçue pour soutenir l'existence de la technologie sans fil et explorait le rapport de la technologie avec l'observateur et l'art.

Quelques œuvres, tels que Jabberwocky par Eric John Paulos et Elizabeth Goodman se sont servies de la technologie pour explorer les rapports sociaux dans les environnements urbains. Ces travaux étaient importants et significatifs parce qu'ils ont reliés la technologie sans fil à quelque chose qui est clairement une expérience humaine, telle que localiser une personne dans une foule. Dans Jabberwocky en particulier, le téléspectateur est forcé de voir également les limites de la technologie sans fil et de se servir des capacités humaines pour compléter les lacunes.

Dessins GPS, un atelier tenu par Jeremy Wood, présentait le résultat du concept humains + technologie comme quelque chose de plus grand que la somme de ses parties. Wood a conduit des groupes de personnes autour du centre-ville de la ville de New York afin de créer des dessins à grande échelle grâce à leurs déplacements. Cette œuvre d'art a davantage personnalisé l'expérience des technologies sans fil que n'importe quel autre projet.

Tous ces projets ont forcé les participants à réévaluer leurs rapports avec leurs technologies. En plus de présenter sous une nouvelle lumière la portée publique des réseaux sans fil, Spectropolis a fait réfléchir sur la façon dont ces technologies enrichissent et imprègnent nos vies. En parlant avec des artistes après l'événement, tous ont été étonnés de constater jusqu'à quel point les personnes étaient engagées. Les personnes qui ont interagi avec les œuvres d'art ont une meilleure compréhension de la nature, autrement éphémère, des signaux sans fil. Pour les visiteurs de l'événement, Spectropolis a rendu les concepts abstraits de spectre et de réseaux sans fil publics beaucoup plus concrets et leur a offert une façon de comprendre ces concepts d'une manière dont le simple fait d'utiliser un téléphone mobile ou un ordinateur portable Wi-Fi ne pourrait pas. C'est dans ce sens que Spectropolis a été un vrai succès.

Projets

Spectropolis a présenté les projets et artistes suivants:

- **WiFi Ephemera Cache** par Julian Bleecker,
- **UMBRELLA.net** par Jonah Brucker-Cohen et Katherine Moriwaki
- **Microradio Sound Walk** par free103point9 Transmission Artists
- **Urballoon** par Carlos J. Gomez de Larena
- **Bikes Against Bush** par Joshua Kinberg
- **InterUrban** par Jeff Knowlton et Naomi Spellman
- **Hotspot Bloom** par Karen Lee
- **Sonic Interface** par Akitsugu Maebayashi
- **Jabberwocky** par Eric John Paulos et Elizabeth Goodman
- **Upper Air** par The DSP Music Syndicate
- **Twenty-Four Dollar Island** par Trebor Scholz
- **Text Messaging Service** et **Following 'The Man of the Crowd'** par Dodgeball + Glowlab

Planification

La planification de *Spectropolis* a commencé environ un an avant que l'évènement ait lieu. Au départ, des représentants de NYCwireless, LMCC et DTA, ainsi que les producteurs et les conservateurs, se sont rencontrés sur une base mensuelle pour établir le plan et pour produire l'évènement. Le coût de production de *Spectropolis* a été d'environ 11 000\$ dollars américains.

Vous pouvez trouver plus d'information dans le site web de *Spectropolis* 2004: <http://www.spectropolis.info/> et à mon *Blog Wireless Community* à: <http://www.wirelesscommunity.info/spectropolis>.

—Dana Spiegel

Étude de cas: la quête d'un Internet abordable dans le Mali rural

Pendant plusieurs années, la communauté du développement international n'a cessé de promouvoir l'idée d'éliminer la brèche digitale, cet abîme invisi-

ble qui isole les pays en voie de développement de l'abondance d'information et de nouvelle technologie (TIC) des pays développés. L'accès aux outils de l'information et de communications a démontré avoir un impact important sur la qualité de vie. Pour plusieurs donateurs las de soutenir des activités traditionnelles de développement pendant des décennies, l'installation d'un télécentre dans les pays en voie de développement semble comme un effort réalisable et valable. Comme l'infrastructure n'existe pas, ceci est beaucoup plus cher dans les pays en voie de développement qu'en Occident. D'ailleurs, peu de modèles ont montré comment soutenir ces activités. Afin d'aider à atténuer une partie du coût d'une connexion Internet dans les secteurs ruraux du monde développé, l'équipe de l'auteur a favorisé l'utilisation de systèmes sans fil. En novembre 2004, un projet affilié a demandé à l'équipe de l'auteur de réaliser une initiative pilote d'implantation d'un système sans fil à un télécentre récemment établi dans le Mali rural à 8 heures de 4x4 au sud-ouest de Bamako, la capitale.

Cette ville rurale, située à la limite d'une réserve retenant l'eau du barrage Manitali qui fournit l'énergie au tiers du pays. L'avantage de cet endroit est que l'énergie hydroélectrique est beaucoup plus stable et disponible que l'énergie générée par le diesel. Comme l'énergie générée par le diesel est beaucoup moins stable, certaines communautés rurales sont chanceuses de ne pas avoir du tout accès à l'électricité.

La ville a également la chance de se situer au sein d'une des régions les plus fertiles du pays, dans la « ceinture du coton », la récolte qui rapporte le plus d'argent au Mali. On a cru que cet emplacement présenterait moins de difficultés que d'autres secteurs ruraux au Mali pour établir un télécentre autonome financièrement. Cependant, comme plusieurs expérimentations, celle-ci s'est avérée pleine de défis.

Du point de vue technologique, c'était une tâche simple. En 24 heures, l'équipe a installé un réseau 802.11b sans fil qui partage la connexion Internet VSAT des télécentres avec 5 autres services locaux: la Mairie, le Gouverneur, le Service de santé, le Conseil municipal et le Service consultatif de la communauté.

Ces clients avaient été choisis pendant une mission de reconnaissance deux mois auparavant. Durant cette visite, l'équipe avait interviewé les clients potentiels et avait déterminé quels clients pourraient être connectés sans avoir à faire des installations compliquées ou dispendieuses. Le télécentre lui-même est hébergé à la station radio de la communauté. Les stations de radio sont généralement de bons emplacements pour accueillir les réseaux sans fil au Mali rural car elles sont souvent bien situées, offrent l'électricité et la sécurité et des personnes qui comprennent au moins les fondements de la transmission par radio. Elles sont également des espaces naturels de rencontre dans un village. Fournir Internet à une station radio fait que celle-ci

puisse offrir de meilleures informations à ses auditeurs. De plus, pour une culture qui est principalement orale, la radio s'avère être le moyen le plus efficace de fournir des informations.

De la liste de clients ci-dessus, vous noterez que les clients étaient tous gouvernementaux ou paragonnementaux. Ceci s'est avéré être un mélange difficile étant donnée l'animosité et le ressentiment considérable existant entre les divers niveaux du gouvernement. Il y avait des conflits continuels concernant les impôts et autres sujets fiscaux. Heureusement le directeur de la station de radio, le promoteur du réseau, était très dynamique et a été en mesure de relever la plupart de ces problèmes politiques.

Choix de conception

L'équipe technique a déterminé que le point d'accès serait installé à 20 mètres au-dessus de la tour de la station de radio, juste au-dessous des dipôles de la radio FM et à une hauteur qui ne ferait pas interférence à la couverture des sites clients, dont la plupart se trouvent dans une dépression de terrain similaire à un bol. L'équipe s'est alors concentrée sur la façon de connecter chaque site client à ce site. Une antenne omnidirectionnelle de 8 dBi (de Hyperlinktech, <http://hyperlinktech.com/>) suffirait pour fournir une couverture à tous les clients. L'antenne choisie avait une inclinaison vers le bas de 15 degrés, ce qui garantissait que les deux clients se trouvant à moins d'un kilomètre pourraient quand même recevoir un signal fort. Certaines antennes ont une largeur de faisceau très étroite et « surpassent » donc certains sites qui se trouvent à proximité. Des antennes à panneau ont aussi été considérées, il en aurait fallu au moins deux ainsi qu'une deuxième radio ou un diviseur de canaux. Cela ne semblait pas nécessaire pour ce genre d'installation. Le calcul trigonométrique suivant montre comment calculer l'angle entre l'antenne du site client et l'antenne de base de la station.

$$\begin{aligned} \tan(x) &= \text{différence d'élévation} \\ &+ \text{Hauteur de l'antenne de base de la station} \\ &- \text{Hauteur de l'antenne CPE} \\ &/ \text{Distance entre les sites} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tan(x) &= 5\text{m} + 20\text{m} - 3\text{m} / 400\text{m} \\ x &= \tan^{-1} (22\text{m} / 400\text{m}) \\ x &\approx 3 \text{ degrés} \end{aligned}$$

En plus de l'équipement du télécentre (4 ordinateurs, une imprimante laser, un commutateur de 16 ports), la station de radio elle-même a un poste de travail Linux installé dans le cadre du projet de l'auteur pour l'édition audio. Un petit commutateur a été placé dans la station de radio et un câble Ethernet a été installé à travers la cour du télécentre dans un tuyau en plastique enterré à 5 centimètres.

À partir du commutateur principal, deux câbles ont été installés jusqu'à un point d'accès Mikrotik RB220. Le RB220 a deux ports Ethernet, un qui se connecte au VSAT à travers un câble croisé et l'autre qui se connecte au commutateur central de la station de radio. Le RB 220 est logé dans un boîtier de PVC et l'antenne omnidirectionnelle de 8 dBi (*Hyperlink Technologies*) est installée directement au-dessus du couvercle de PVC.

Le RB220, exécute un dérivé de Linux, Mikrotik version 2.8.27, qui contrôle le réseau et fournit le DHCP, coupe-feu, cache DNS et route le trafic au VSAT en employant NAT. Le Mikrotik vient avec une ligne de commande puissante et une interface graphique relativement amicale et complète. C'est un petit ordinateur x86, conçu pour être utilisé comme point d'accès ou ordinateur embarqué. Ces points d'accès ont une capacité POE, deux ports Ethernet, un port mini-PCI, deux fentes PCMCIA, un lecteur CF (qui est employé pour sa NVRAM), tolèrent les changements de température et soutiennent une variété de systèmes d'exploitation x86. En dépit du fait que le logiciel Mikrotik exige des licences, il y avait déjà une partie essentielle d'installée au Mali et le système avait une interface graphique puissante et amicale bien supérieure à celle d'autres produits. C'est en raison des facteurs ci hauts mentionnés que l'équipe a accepté d'employer ces systèmes, y compris le logiciel Mikrotik pour contrôler les réseaux. Le coût total du RB220, avec une licence de niveau 5, Altheros mini-pci a/b/g et POE a été de 461\$ dollars. Vous pouvez trouver ces pièces en ligne chez Mikrotik à <http://www.mikrotik.com/routers.php#linx1part0>.

Le réseau a été conçu pour s'adapter à l'expansion, en isolant les divers sous-réseaux de chaque client ; des sous-réseaux privés de 24 bits ont été établis. L'AP a une interface virtuelle sur chaque sous-réseau et réalise tout le routage et le coupe-feu sur la couche IP. Note: ceci ne fournit pas un coupe-feu à la couche réseau, ce qui signifie qu'en utilisant un sniffer réseau comme le tcpdump il est possible de voir tout le trafic sur le lien sans fil.

Comme le réseau semblait présenter peu de risques au niveau de la sécurité et afin de limiter l'accès exclusivement aux abonnés, un contrôle d'accès de niveau MAC a été employé. Pour cette première phase, un système plus complet de sécurité a été laissé pour être mis en application à l'avenir, lorsqu'il y aura plus de temps disponible pour trouver une interface plus simple pour contrôler l'accès. Les usagers ont été encouragés à employer des protocoles sécuritaires, tels que https, pops, imaps etc.

Le projet affilié a installé un système VSAT (DVB-S) bande C. Ces systèmes satellites sont normalement très fiables et sont souvent employés par les ISPs. C'est une unité grande et coûteuse, dans ce cas-ci le plat était de 2,2 mètres de diamètre et coûtait approximativement 12.000\$ dollars en comprenant l'installation. Il est également coûteux de le faire fonctionner, le coût d'une connexion à débit descendant de 128 kbps et à débit montant de 64

kbps s'élève à approximativement 700\$ dollars par mois. Cependant, ce système a plusieurs avantages si on le compare à un système Ku, entre autres: une plus grande résistance au mauvais climat, des taux inférieurs de contention (partage de la bande passante entre différents usagers) et elle est plus efficace pour le transfert de données.

L'installation de ce VSAT n'était pas idéale car le système exécutait Windows et que les usagers pouvaient rapidement changer certaines configurations, y compris le fait d'ajouter un mot de passe au compte par défaut. Comme le système n'avait aucun UPS ou batterie de support, lorsqu'une panne d'électricité se produisait, le système redémarrait et attendait l'introduction d'un mot de passe qui avait été oublié depuis. Pour rendre cette situation encore pire, comme le logiciel VSAT n'a pas été configuré pour se restaurer automatiquement, ceci causait des pannes inutiles qui auraient pu être évitées avec l'usage d'un UPS, une configuration appropriée du logiciel VSAT en service Windows et en limitant l'accès physique au modem. Comme tous les propriétaires d'un nouvel équipement, la station radio a voulu le montrer, par conséquent il n'a pas été caché de la vue. Il aurait été préférable de garder l'équipement invisible en le protégeant dans un espace derrière des portes de verre.

Le système sans fil était assez simple. Tous les sites client choisis étaient à moins de 2 kilomètres de la station radio. Chaque site avait un endroit à partir duquel il était possible de voir physiquement la station radio. Au site client, l'équipe a choisi d'employer des CPE commerciaux. En se basant sur le prix, le choix suivant a été fait: ponts Powernoc 802.11b, antennes plates Super-Pass de 7 dBi et adaptateurs POE faits maison. Pour faciliter l'installation du CPE et de l'antenne plate, ceux-ci ont été montés sur un petit morceau de bois qui a été installé sur le mur extérieur du bâtiment faisant face à la station radio.

Dans certains cas, le morceau de bois était un bloc à angles pour optimiser la position de l'antenne. À l'intérieur, un POE fait à partir d'un amplificateur de signal de télévision (12V) a été employé pour alimenter les unités. Aux sites client, il n'y avait pas de réseaux locaux, l'équipe a donc également dû installer des câbles et des commutateurs pour fournir Internet à chaque ordinateur. Dans certains cas, il a été nécessaire d'installer des adaptateurs Ethernet et leurs pilotes (ceci n'avait pas été déterminé pendant l'évaluation). Puisque les réseaux du client étaient simples, on a décidé qu'il serait plus facile de faire des ponts réseaux. Advenant le besoin, l'architecture IP pourrait permettre une future partition et l'équipement CPE supporte le mode STA. Nous avons utilisé un pont PowerNOC CPE qui a coûté 249\$ dollars (disponible à http://powernoc.us/outdoor_bridge.html).

Le personnel local a été impliqué durant l'installation du réseau sans fil. Ils ont appris de tout, allant du câblage à l'emplacement d'une antenne. Un programme de formation intensif d'une durée de plusieurs semaines a suivi l'installation. Le but était d'enseigner au personnel aussi bien les tâches quotidiennes que le dépannage de base de réseau.

Un jeune diplômé universitaire qui était revenu à la communauté a été choisi pour offrir le support au système, excepté pour l'installation de câble réalisée par le technicien de la station de radio qui a rapidement appris cette tâche. Les réseaux Ethernet câblés sont très semblables aux réparations et aux installations des câbles coaxiaux que le technicien de la station de radio exécutait déjà régulièrement. Le jeune universitaire a également requis peu de formation. L'équipe a dépensé la majeure partie de son temps à l'aider à apprendre comment soutenir les éléments de base du système et du télécentre. Peu après l'ouverture du télécentre, des étudiants se sont inscrits pour suivre une formation de 20 heures qui incluait également l'usage d'Internet pour uniquement 40\$ dollars par mois, ce qui constituait toute une affaire si on comparait ce montant aux 2\$ dollars par heure exigée pour avoir accès à Internet. Le fait d'offrir cette formation représentait un revenu significatif et constituait une tâche pour laquelle le jeune universitaire était bien préparé.

Malheureusement, ce que d'une certaine façon était prévisible a eu lieu. Le jeune universitaire est parti pour la capitale, Bamako, après avoir reçu une offre d'emploi du gouvernement. Ceci laissa le télécentre abandonné, son membre le plus capable techniquement et le seul qui avait été formé pour soutenir le système était parti. La majeure partie de la connaissance pour faire fonctionner le télécentre et le réseau s'est en allée avec lui. Après délibération, l'équipe a déterminé qu'il serait préférable de ne pas former un autre jeune mais plutôt de se concentrer sur le personnel local permanent, en dépit du fait que leur expérience technique était limitée. Ceci a pris beaucoup plus de temps, nos instructeurs ont dû retourner pour un total de 150 heures de formation. Chaque fonction a été enseignée à plus d'une personne et les tâches de support du télécentre ont été divisées parmi le personnel.

La formation ne s'est pas arrêtée là. Une fois que les services communautaires furent connectés, il fut également nécessaire de leur fournir l'accès. En effet, bien que les autorités aient participé, celles-ci, incluant le maire, n'employaient pas le système. Comme l'équipe s'est rendue compte qu'il était important de s'assurer que les décideurs emploient le système, elle a fourni une formation pour eux et leur personnel. Ceci a éliminé une partie de la mystique du réseau et a fait que les décideurs de la ville s'impliquent.

Après la formation, le programme a fait un suivi du site et a commencé à fournir des résultats, évaluant les manières dont ce modèle pourrait être amélioré. Les leçons apprises de ce projet ont été appliquées à d'autres sites.

Modèle financier

Le télécentre communautaire avait déjà été établi comme activité sans but lucratif et avait l'obligation de s'autofinancer avec la vente de ses services. Le système sans fil a été inclus comme source supplémentaire de revenu parce que les projections financières initiales pour le télécentre indiquaient qu'il serait difficile de payer la connexion VSAT.

En se basant sur la recherche et en consultant la station radio responsable de la gestion du télécentre, plusieurs clients ont été choisis. La station de radio a négocié des contrats avec un certain appui de leur partenaire financier. Pour cette première phase, les clients ont été choisis en se basant sur la facilité d'installation et la solvabilité. Les clients ont été invités à payer des frais d'abonnement, comme nous le décrivons plus tard.

Décider combien charger pour le service a été une activité importante qui a exigé consultation et une expertise que la communauté n'avait pas. L'équipement a été payé avec une concession pour aider la communauté, mais les clients devaient payer une cotisation d'abonnement, ce qui servait à assurer leur engagement. Celle-ci équivalait à un mois de prestation du service.

Afin de déterminer le coût mensuel pour la même portion de largeur de bande, nous avons commencé avec la formule suivante:

$$\text{VSAT} + \text{salaires} + \text{dépenses (électricité, fournitures)} = \text{revenu du télécentre} + \text{revenu des clients sans fil}$$

Nous avons estimé que le télécentre devait gagner environ 200\$ à 300\$ dollars par mois. Les dépenses totales ont été estimées à 1050\$ dollars par mois, divisées de la façon suivante: 700\$ pour le VSAT, 100\$ pour les salaires, 150\$ pour l'électricité, et environ 100\$ pour des fournitures. Pour équilibrer cette équation, les clients sans fil devaient apporter un revenu d'environ 750\$ dollars. Ceci s'élevait approximativement à 150\$ par client, ce qui semblait tolérable pour ceux-ci et semblait faisable, mais requérait d'un bon climat et ne laissait pas de place pour des complications.

Comme ceci devenait chaque fois plus compliqué, nous avons consulté des experts en affaires qui ont modifié la formule comme suit:

$$\text{Dépenses mensuelles} + \text{amortissement} + \text{fonds de sécurité} = \text{revenu total}$$

Les experts en affaires ont rapidement mis l'accent sur le besoin d'amortissement de l'équipement, ce que l'on pourrait également qualifier de « fonds de réinvestissement » ou fonds pour des imprévus, pour s'assurer que le réseau puisse continuer à fonctionner même si un client ne paie pas ou si certains équipements se brisent. Ceci donnait environ 150\$ par mois pour l'amortissement (équipement évalué à environ 3.000\$ dollars, amorti sur 24 mois) et la valeur d'un client pour manquement de paiements, à 100\$. Ajoutez un autre 10% pour considérer la dévaluation de la monnaie (80\$), et cela équivaut à des dépenses de 1380\$ dollars par mois. En essayant de mettre en application ce modèle, on a finalement déterminé que l'amortissement serait un concept trop difficile pour une communauté qui ne considère pas que les clients ne puissent ne pas payer. Ainsi, les deux formules ont été employées, la première par le télécentre et la seconde pour notre analyse interne.

Comme on s'est rapidement rendu compte, les paiements réguliers ne font pas partie de la culture dans le Mali rural. Dans une société agraire, tout est saisonnier, tel est donc aussi le cas pour le revenu. Ceci signifie que le revenu de la communauté fluctue beaucoup, et d'autant plus que les établissements publics impliqués avaient aussi de longs cycles budgétaires avec peu de flexibilité. Bien que théoriquement le budget pour payer le service soit disponible, cela peut prendre plusieurs mois avant que les paiements soient faits. D'autres complications fiscales ont également surgi. Par exemple, le maire a signé et utilisé les impôts de la radio pour payer son abonnement. Ceci n'a naturellement pas contribué au cash-flow. Malheureusement, les fournisseurs de VSAT ont peu de flexibilité ou de patience car ils ont une largeur de bande limitée et n'ont de la place que pour ceux qui peuvent payer.

La gestion du cash-flow est devenue notre principal souci. D'abord, le revenu prévu dans les projections financières a prouvé que même avec des perspectives optimistes, il serait non seulement problématique pour eux de trouver assez d'argent à temps pour payer les cotisations d'abonnement, mais il serait également difficile d'obtenir l'argent à la banque de Bamako. Les routes près du village peuvent être dangereuses étant donné le nombre de contrebandiers de la Guinée et les rebelles qui surveillent les chemins de la Côte d'Ivoire. Comme il avait été projeté, le télécentre n'a pas été en mesure de payer pour son service et celui-ci a été suspendu, ce qui a également suspendu le paiement de leurs clients.

Avant que le projet puisse trouver des solutions à ces problèmes, le coût du VSAT avait déjà commencé à creuser une dette pour le télécentre. Après plusieurs mois, étant donné les problèmes techniques ainsi que les inquiétudes soulevées dans cette analyse, le VSAT de bande C a été remplacé par un système de bande Ku meilleur marché. Bien que moins dispendieuse, elle a été suffisante pour la taille du réseau. Ce système coûtait

seulement 450\$ dollars ce qui, en ignorant les marges d'amortissement et de sûreté, rendait le réseau accessible. Malheureusement, étant donné le manque de paiements, le réseau n'a pas été en mesure de payer pour la connexion VSAT après la période initiale qui avait été subventionnée.

Conclusions

Construire un réseau sans fil est relativement facile, mais le faire fonctionner relève plus d'un problème administratif que d'un problème technique. Un modèle de paiement qui considère le réinvestissement et le risque est une nécessité ; dans le cas contraire, le réseau sera un échec. Dans ce cas-ci, le modèle de paiement n'était pas approprié car il ne s'est conformé ni aux cycles fiscaux des clients, ni aux attentes sociales. Une analyse appropriée de risque aurait conclu qu'un paiement mensuel de 700\$ dollars (ou même de 450\$ dollars) laissait une marge trop étroite entre le revenu et les dépenses pour compenser pour des défauts fiscaux. D'un autre côté, une demande élevée et les besoins en éducation ont limité l'expansion du réseau.

Après la formation, le réseau a fonctionné pendant 8 mois sans problèmes techniques significatifs. Puis, une montée importante de puissance provoquée par un éclair a détruit une grande partie de l'équipement à la station, y compris le point d'accès et le VSAT. En conséquence, actuellement le télécentre ne fonctionne pas et cette formule a été considérée une solution peu convenable.

—Ian Howard

Étude de cas: déploiements commerciaux en Afrique de l'Est

Ce chapitre décrit les déploiements commerciaux sans fil en Tanzanie et au Kenya en mettant l'emphase sur les solutions techniques qui fournissent une disponibilité de 99,5% en accès Internet et connexion de données dans les pays en voie de développement. Contrairement aux projets consacrés à l'accès ubiquiste, nous nous sommes concentrés sur l'offre de services aux organisations, généralement celles avec des besoins critiques de communication internationale. Je décrirai deux approches commerciales radicalement différentes en rapport à la connectivité de données sans fil tout en faisant une récapitulation des leçons principales apprises en dix ans de travail en Afrique de l'Est.

Tanzanie

En 1995, avec Bill Sangiwa, j'ai fondé CyberTwiga, un des premiers ISPs en Afrique. Les services commerciaux ont commencé au milieu de l'année 1996, et se sont limités au trafic de courriel dialup à travers un lien SITA de 9,6 kbps (coûtant plus de 4000\$ dollars par mois!). Nous sentant frustrés par les services erratiques de PSTN, et encouragés par un déploiement réussi d'un réseau de 3 nœuds point à multipoint (PMP) par l'autorité des ports de la Tanzanie, nous avons commencé des pourparlers avec une compagnie locale de téléphones mobiles pour placer une station base de PMP sur leur mât central. Vers la fin de l'année 1998, en connectant plusieurs sociétés à ce système privé WiLan de 2,4 gigahertz, nous avons validé le marché et notre capacité technique pour fournir des services sans fil.

Comme les concurrents déployaient aussi des réseaux de 2,4 gigahertz, deux faits se sont produits: un marché sain pour des services sans fil est né, mais étant donné le bruit RF à 2,4 gigahertz, la qualité du réseau a diminué. Notre fusion avec la compagnie de téléphones mobiles au milieu de l'an 2000 a inclus des plans pour un réseau sans fil dans tout le pays construit sur l'infrastructure de téléphonie mobile existante (des tours et des liens de transmission) et des attributions de propriété industrielle de spectre RF.

Comme l'infrastructure était en place (les tours cellulaires, les liens de transmission, etc...), la conception et le déploiement du réseau de données sans fil furent assez simples. La capitale de la Tanzanie, Dar es Salaam, est un endroit très plat, et comme l'associé de téléphones mobiles travaillait avec un réseau analogique, les tours étaient très hautes. Une compagnie associée au Royaume-Uni, Tele2, avait débuté des opérations avec l'équipement Breezecom (maintenant Alvarion) à 3,8/3,9 gigahertz, nous avons donc suivi leur exemple.

Vers la fin de l'an 2000, nous avons établi une couverture dans plusieurs villes, employant des circuits de transmission E1 fractionnés pour le transport (backhaul). Dans la plupart des cas la petite taille des villes connectées a justifié l'utilisation d'une seule station base omnidirectionnelle PMP ; seulement dans la capitale commerciale, Dar es Salaam, des stations base de trois secteurs ont été installées. Les limites de largeur de bande ont été configurées directement sur les radios des clients lesquels avaient normalement une seule adresse IP publique. Les routeurs feuille (leaf) à chaque station base envoyaient le trafic aux adresses IP statiques des clients, en évitant que le trafic de diffusion envahisse le réseau. Les pressions du marché ont maintenu les prix assez bas, à environ 100\$ dollars par mois pour 64 kbps, mais à ce moment-là (vers la 2e moitié de l'an 2000) les ISPs pouvaient fonctionner avec des taux de contentions très impressionnants et avantageux. Les applications qui consomment beaucoup de largeur de bande telles que le partage de fichiers entre pairs (P2P), voix et ERPs n'existaient

tout simplement pas en Afrique de l'Est. Avec les frais excessivement élevés des appels internationaux, les organismes ont rapidement changé le fax pour le courriel, même si le coût de l'achat de leur équipement sans fil était de l'ordre de 2000\$ à 3000\$ dollars.

Les capacités techniques ont été développées localement, exigeant une formation outre-mer pour le personnel uniquement pour des sujets tels que SNMP et UNIX. En plus d'améliorer les qualifications de la compagnie, ces opportunités de formation ont fidélisé le personnel. Nous avons dû concurrencer au sein d'un marché de TIC très limité avec des compagnies internationales d'extraction d'or, l'ONU et d'autres agences internationales.

Pour assurer la qualité aux sites client, nous avons engagé une entreprise locale de radio et de télécommunications de premier niveau et le progrès des installations était contrôlé de manière très stricte avec des cartes de travail. Les températures élevées, la lumière du soleil équatorial tenace, la pluie et la foudre plaçaient les composantes extérieures sous des conditions extrêmes ; l'intégrité du câblage RF était essentielle.

Les clients manquaient souvent de personnel compétent dans le domaine des TIC, ce qui obligeait nos employés à configurer plusieurs types d'équipement réseau et différentes topologies.

L'infrastructure et les obstacles de régulation ont souvent empêché les opérations. La compagnie de téléphones mobiles contrôlait étroitement les tours, de sorte que s'il y avait un problème technique à une station base, des heures et même des jours pourraient passer avant que nous puissions y avoir accès. En dépit des générateurs de secours et des systèmes UPS à chaque site, le courant électrique a toujours été problématique. Pour la compagnie de téléphones mobiles, l'approvisionnement électrique aux stations base était moins critique. Leurs abonnés n'avaient qu'à s'associer à une station de base différente tandis que nos abonnés au service de données sans fil perdaient la connexion.

Du côté de la régulation, la plus grande interruption a eu lieu lorsque l'autorité de télécommunications a décidé que notre opération était responsable de perturber les opérations du satellite sur la bande C pour le pays en entier et nous a ordonné de déconnecter notre réseau.

En dépit des données qui démontraient que nous n'étions pas responsables de ce problème, le régulateur a réalisé une saisie de notre équipement qui a reçu une importante publicité. Naturellement l'interférence a persisté, et plus tard il a été déterminé qu'elle émanait du radar d'un bateau russe impliqué dans des activités spatiales. Nous avons tranquillement engagé des pourparlers avec le régulateur, lequel nous a finalement récompensé avec 2 x 42 mégahertz de spectre privé dans les bandes de 3,4/3,5 gigahertz. Les clients

se sont connectés à travers les modems téléphoniques pendant le mois que nous avons reconfiguré les stations de base et installé le nouveau CPE.

Finalement le réseau a grandi jusqu'à atteindre environ 100 noeuds et fournissait une bonne connectivité, sans être excellente, à 7 villes à travers plus de 3000 Km de liens de transmission. La seule fusion avec l'opérateur de téléphones mobiles a rendu ce réseau faisable ; l'ampleur du marché Internet/données à lui seul n'aurait pas justifiée la construction d'un réseau de données de ces dimensions ni les investissements requis pour des fréquences privées. Malheureusement, l'opérateur de téléphones mobiles a pris la décision de se retirer du marché d'Internet au milieu de l'an 2002.

Nairobi

Au début de l'an 2003, j'ai été approché par une compagnie kenyane, AccessKenya, qui compte avec un fort appui du Royaume-Uni et un support technique pour concevoir et déployer un réseau sans fil à Nairobi et ses environs. Nous avons eu l'avantage de compter sur de formidables professionnels en réseautage et commerce, un équipement sans fil amélioré, les progrès en interconnexion de réseaux, et un plus grand marché afin de concevoir un réseau de haute disponibilité qui répondait aux contraintes de régulation.

Notre conception du réseau a été déterminée par deux facteurs de régulation. À ce moment-là au Kenya, les services Internet avaient une licence différente de celle des opérateurs de réseau public de données, et une même compagnie ne pouvait pas obtenir les deux licences. En transmettant le trafic de multiples ISPs concurrents ou usagers corporatifs, le réseau devait fonctionner avec une totale neutralité. En outre, les fréquences privées, à savoir les 3,4/3,5 gigahertz, n'ont pas été assignées exclusivement à un seul fournisseur, et nous avons été préoccupés par l'interférence et la capacité technique et/ou volonté politique du régulateur pour faire respecter la loi. D'autre part, le spectre à 3,4/3,5 gigahertz était dispendieux, coûtant environ 1000 dollars américains par mégahertz par an par station de base. C'est-à-dire qu'une station de base utilisant 2 x 12 mégahertz impliquait le paiement de licences pour un montant de 10 000 dollars par an. Comme Nairobi est un endroit montagneux avec un bon nombre d'arbres et de grandes vallées, les réseaux sans fil à large bande ont exigé beaucoup de stations de base. Les dépenses reliées aux licences n'avaient pas de sens. En revanche, les fréquences de 5,7/5,8 gigahertz étaient soumises seulement à des frais annuels d'environ 120\$ dollars américains par radio déployée.

Pour répondre à la première exigence de régulation nous avons choisi de fournir des services à l'aide de tunnels VPN point à point, et non pas par l'intermédiaire d'un réseau de routes IP statiques. Une ISP nous fournirait une adresse IP publique à leur NOC. Notre réseau réalisait une conversion d'IP

de publique à privée, et le trafic passait par notre réseau dans un espace IP privé. Au site client, une conversion d'IP privé à publique avait lieu, ce qui fournissait toutes les adresses routables requises au réseau de l'utilisateur.

La sécurité et le chiffrement contribuaient à la neutralité du réseau et la flexibilité constituait un avantage compétitif de notre réseau. La largeur de bande était limitée au niveau du tunnel VPN. En nous basant sur l'expérience opérationnelle de notre compagnie affiliée du Royaume-Uni, VirtualIT, nous avons choisi Netscreen (qui fait à présent partie de Juniper Networks) en tant que fournisseur pour les routeurs coupe-feu VPN.

Notre critère pour l'équipement sans fil à bande large éliminait les dispositifs à haut rendement. Les facteurs comme la forme, la fiabilité et la facilité d'installation et de gestion étaient plus importants que le rendement. En 2003 et jusqu'à maintenant, toutes les connexions internationales d'Internet vers le Kenya étaient portées par satellite. Avec des coûts 100 fois plus élevés que la fibre optique, la connectivité par satellite a mis un plafond financier sur la quantité de largeur de bande achetée par les utilisateurs. Nous avons considéré que la majeure partie de notre population d'utilisateurs requerrait d'une capacité de l'ordre de 128 à 256 kbps. C'est pour cette raison que nous avons choisi la plateforme Canopy récemment présentée par Motorola, la jugeant en conformité avec notre modèle d'affaires et de réseau.

Broadband Access, Ltd, est devenu disponible en juillet 2003, lançant le réseau « Blue » (bleu). Nous avons démarré modestement: avec une seule station base. Nous voulions que l'expansion de notre réseau obéisse à la demande, plutôt que de compter sur la stratégie de construire de grands tuyaux pour ensuite espérer les remplir.

Canopy et les améliorations provenant de tierces parties tels que les stations de base omnidirectionnelles, nous ont permis d'accroître notre réseau au même rythme qu'augmentait le trafic, ce qui a atténué les dépenses initiales de capital. Nous savions que la compensation viendrait lorsque le réseau augmenterait de taille et qu'à ce moment-là nous devrions sectoriser le trafic et réaligner les radios des clients. La courbe douce d'apprentissage d'un petit réseau a payé de grands dividendes plus tard. Le personnel technique était de plus en plus familier avec les questions de support d'un réseau simple, plutôt que de devoir traiter celles-ci en plus d'équipements RF et d'une topologie logique complexes. Le personnel technique a assisté à deux jours de sessions de formation offerts par Motorola.

Avec une conception typique point à multipoint, des stations de base liées à un service central par l'intermédiaire d'un réseau fédérateur à micro-ondes à grande vitesse Canopy, le réseau a été déployé sur les toits des bâtiments et non sur des tours d'antennes. Tous les baux stipulaient l'accès pour le personnel à l'approvisionnement d'énergie 24 heures par jour et 7 jours par se-

maine, en protégeant l'exclusivité de nos fréquences de radio. D'un autre côté, nous n'avons pas voulu limiter les propriétaires d'offrir de l'espace sur leurs toits aux concurrents tant et aussi longtemps qu'ils garantissaient que nos services ne seraient pas interrompus.

Les installations sur les toits fournissaient beaucoup d'avantages: l'accès physique illimité et sans restrictions causées par la nuit ou la pluie, ce qui permettait d'atteindre le but d'une disponibilité du réseau de 99,5%. Les grands bâtiments ont également hébergé beaucoup de grands clients et il a été possible de les connecter directement au cœur de notre réseau micro-ondes. Les installations sur les toits avaient le désavantage de recevoir un trafic humain plus important: les personnes responsables de maintenir l'équipement d'air climatisé ou réparant les fuites du toit pouvaient occasionnellement endommager le câblage. En conséquence, toutes les stations de base ont été installées avec deux ensembles de câblage pour tous les éléments du réseau, un primaire et un de rechange.

La prospection de sites confirmait la disponibilité d'un chemin libre pour les ondes radio et pour les besoins des clients. L'équipe de prospection notait les coordonnées de chaque client via GPS et portait un télémètre laser pour déterminer la taille des obstacles. Après avoir reçu le paiement pour l'équipement, des personnes étaient engagées pour effectuer les installations toujours sous la surveillance du personnel technique. Canopy a l'avantage que les CPE et les éléments des stations de bases sont légers, de sorte que la présence de plusieurs personnes n'était pas nécessaire dans la plupart des installations. Câbler les unités Canopy était également simple, avec des câbles UTP pour l'extérieur connectant les radios directement aux réseaux des clients. Tout cela permettait la réalisation d'une installation complète et adéquate en moins d'une heure et l'équipe engagée n'avait pas besoin de formation avancée ou d'outils spéciaux.

Comme nous avons compilé des centaines de positions GPS de nos clients, nous avons commencé à travailler étroitement avec une compagnie de topographie pour inclure ces emplacements dans des cartes topographiques. Celles-ci sont devenues l'outil principal de planification pour l'emplacement de stations bases.

Notez que l'architecture de tunnel VPN point à point, avec ses couches physiques et logiques séparées, a exigé que les clients achètent tant la largeur de bande sans fil comme l'équipement VPN. Afin de contrôler étroitement la qualité, nous avons catégoriquement refusé de permettre à des clients de fournir leurs propres équipements ; ils ont dû nous l'acheter afin d'avoir des garanties de service et d'équipement. De cette façon, chaque client a reçu le même paquet. Généralement, les installations coûtaient environ 2500\$ dollars américains et les coûts mensuels pour une largeur de bande de 64 à 128 kbps étaient de l'ordre de 500\$ à 600\$ dollars. Un avantage de l'appro-

che du tunnel VPN était que nous pouvions empêcher le trafic d'un client dans le réseau logique (par exemple, si leur réseau avait été attaqué par un ver ou s'ils ne payaient pas une facture) tandis que la couche radio demeurait intacte et maniable.

Lorsque le réseau est passé d'une seule station de base à dix stations, et que le service a été étendu jusqu'à la ville de Mombasa, la disposition du réseau RF et les routeurs ont été configurés avec failover ou hotswap avec redondance. Afin de maintenir le réseau stable dans le cadre d'un approvisionnement électrique erratique, chaque station base a exigé des investissements importants en inverseurs et un équipement dual UPS de conversion. Après un certain nombre de problèmes avec les clients que nous avons attribués aux pannes électriques (rupture de connexions VPN), nous avons simplement inclus un petit UPS dans notre installation de base.

Ajouter un analyseur de spectre portatif à notre investissement de capital initial était coûteux, mais énormément justifié pour l'opération du réseau. Cet outil nous permet de retracer des opérateurs malhonnêtes, confirmer les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement et vérifier la couverture RF afin d'améliorer nos performances.

Le fait de prêter une attention toute particulière à la surveillance nous a permis de perfectionner la performance du réseau et de rassembler des données historiques de grande valeur. Celles-ci étaient représentées graphiquement grâce à MRTG ou Cacti (comme décrit au chapitre six). On obtenait des données sur le vacillement (jitter), RSSI et le trafic permettant de détecter des opérateurs malhonnêtes ou une détérioration potentielle des câbles/connecteurs, ainsi que la présence de vers dans les réseaux du client. Il n'était pas rare que des clients prétendent que leur service avait été interrompu pendant des heures ou des jours et exigent un remboursement. La surveillance historique permettait de vérifier ou infirmer ces réclamations.

Le réseau « Blue » en Tanzanie comprend un certain nombre de leçons sur comment améliorer les technologies RF et réseau.

Leçons apprises

Pendant des années à venir les circuits satellites fourniront toute la connectivité Internet internationale en Afrique de l'Est. Plusieurs groupes ont présenté des propositions pour offrir la connectivité à travers la fibre sous-marine, ce qui revitalisera les télécommunications lorsque ceci se produira. Comparé aux régions par fibre, les coûts de largeur de bande en Afrique de l'Est demeureront très hauts.

En conséquence, les réseaux sans fil de large bande n'ont pas besoin de se concentrer sur le rendement pour fournir des services Internet. Au lieu de cela, l'accent devrait être mis sur la fiabilité, la redondance et la flexibilité.

La fiabilité pour nos réseaux sans fil était notre point de vente principal. Du côté du réseau, ceci se traduisait en investissements considérables dans la substitution d'infrastructure, telle que l'énergie de secours et l'attention aux détails tels que le sertissage de câbles et le câblage en soi. Les raisons les plus courantes pour qu'un client perde la connectivité étaient des questions de câblage ou de sertissage tandis qu'il n'y avait essentiellement aucun problème relié à la radio. Un avantage concurrentiel principal de notre procédé d'installation de client est que nous obligeons le personnel engagé à adhérer de façon stricte aux spécifications. C'est pour cette raison que les sites clients bien gérés restaient connectés pendant des centaines de jours sans aucune panne non programmée du réseau. Nous avons contrôlé notre infrastructure autant que possible (c.-à-d. sur les toits des bâtiments).

Même si les alliances potentielles avec les fournisseurs de téléphones mobiles cellulaires semblaient attrayantes, notre expérience nous a montré qu'elles soulèvent plus de problèmes qu'elles n'en résolvent. En Afrique de l'Est, les entreprises d'Internet produisent une fraction du revenu généré par la téléphonie mobile et sont donc marginales par rapport aux compagnies de téléphones mobiles. Essayer de faire fonctionner un réseau sur une infrastructure qui ne vous appartient pas est, du point de vue du fournisseur de téléphones mobiles, un geste de bonne volonté, ce qui rendra impossible de respecter les engagements de service.

Mettre en marche des réseaux de grande redondance, avec une capacité de basculement (failover) ou de remplacement à chaud (hotswap), est une proposition dispendieuse en Afrique. Néanmoins, les routeurs centraux et l'équipement VPN à notre point central de présence étaient entièrement redondants, configurés pour un failover consistant et pour être testés de façon routinière. Pour les stations base nous avons pris la décision de ne pas installer les routeurs duels, mais avons gardés des routeurs de rechange en stock. Nous avons jugé que dans le pire des scénarios, le fait de ne pas avoir de réseau pendant 2 à 3 heures (une chute du réseau à une heure du matin un dimanche sous la pluie) semblerait acceptable pour les clients. De même, les membres du personnel qui travaillaient les fins de semaine ont eu accès à un compartiment de secours contenant des éléments de rechange pour les équipements des clients, tels que des radios et des alimentations électriques.

La flexibilité a été prise en compte dans la conception logique du réseau et dans son infrastructure RF. L'architecture de tunnel VPN point à point développée à Nairobi était extraordinairement flexible pour répondre aux besoins des clients ou du réseau. Comme simple exemple, les connexions des

clients pouvaient être programmées pour s'arrêter pendant les heures de moindre trafic pour permettre de réaliser un back up en dehors du site. Nous pouvions également vendre des liens multiples à des destinations séparées, augmentant le retour de nos investissements de réseau tout en offrant de nouveaux services à nos clients (comme la télésurveillance des caméras CCTV).

Par rapport au RF nous avons assez de spectre pour projeter une expansion ou pour mettre en place un réseau sur une fréquence alternative en cas d'interférence. Avec le nombre de plus en plus important de stations base, probablement le 80% de nos clients étaient à la portée de deux stations de base de sorte que si une station de base était détruite nous pouvions rapidement restituer le service.

La séparation des couches logiques et RF du réseau « Blue » a présenté un niveau additionnel de complexité et de coût. En considérant qu'à long terme les technologies de radio avanceront plus rapidement que les techniques d'interconnexion de réseaux, la séparation des réseaux, en théorie, nous donne la flexibilité de remplacer le réseau RF existant sans perturber le réseau logique. Nous pouvons également installer différents réseaux de radio en conformité avec les nouvelles technologies (Wimax) ou les besoins des clients, tout en maintenant le réseau logique.

En conclusion, on doit se rendre à l'évidence que les réseaux sophistiqués que nous avons déployés seraient parfaitement inutiles sans notre engagement persistant au service à la clientèle. C'est après tout pour cela que nous sommes payés.

Pour plus d'information

- Broadband Access, Ltd. <http://www.blue.co.ke/>
- AccessKenya, Ltd. <http://www.accesskenya.com/>
- VirtualIT <http://www.virtualit.biz/>

—Adam Messer, Ph.D.