

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Table des matières

Résumé.....	1
Description de l'installation.....	2
Point d'accès.....	2
Emetteur/récepteur satellite.....	2
Serveur local.....	2
Borne Wifi.....	3
Variante.....	3
Installations clientes.....	3
Utilisation.....	4
Coût.....	4
Point d'accès.....	4
Emetteur/récepteur satellite.....	4
Serveur local.....	4
Borne Wifi.....	5
Récapitulatif.....	5
Installations clientes.....	6
Observations.....	6
Gestion du service.....	7
Forme juridique.....	7
Mise en route.....	7
Maintenance du point d'accès.....	8
Gestion des usagers-clients.....	8
Administration.....	8
Imperfections de la solution.....	8
Licences expérimentales.....	8
Equipement des clients.....	9
Partage du débit.....	9
Latence.....	10
Portée/débit des liaisons Wifi.....	10
Sécurité, confidentialité.....	11
Sensibilité aux pannes.....	12
Inadaptation des antennes du commerce.....	12
Conclusion.....	12
Diffusion et reproduction.....	13

Résumé

Ce document décrit une solution économique pour desservir en haut débit des villages éloignés des centraux de télécoms. Le principe consiste à établir une liaison bi-directionnelle par satellite en un lieu central du village et à relier celui-ci aux maisons alentours par des liaisons Wifi. Le faible coût de ces technologies permet de fournir des débits équivalents à ceux de l'ADSL, pour un prix équivalent, moyennant un investissement initial de l'ordre de 1500 €. L'équilibre budgétaire peut être atteint à partir d'une dizaine d'usagers dans un rayon de 0,5 à 2 km.

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Description de l'installation

Point d'accès

Le point d'accès est l'endroit où les connections individuelles des usagers locaux se regroupent pour accéder à l'internet via la liaison satellite. Il est situé de préférence en un lieu central assez élevé, de manière à ce que son antenne soit visible des toits du plus grand nombre de maisons possible. Il regroupe l'appareillage de liaison satellite, la borne Wifi, et un serveur d'authentification et de maintenance.

Emetteur/récepteur satellite

L'émetteur/récepteur satellite est ce par quoi le débit arrive au milieu du groupe de maisons à desservir. Il est composé d'une antenne parabolique de 1 m de diamètre environ munie d'une tête LNB, d'un modem DVB et d'un appareil assurant l'interface avec le réseau local (routeur, hub, firewall, etc...).

On trouve depuis peu des offres d'accès bi-directionnel par satellite à l'internet couvrant la France:

- aramiska (<http://www.aramiska.com/>),
- i-sat (<http://www.i-sat.fr/>),
- sat2way (<http://www.sat2way.com/>)

Voir <http://www.telesatellite.com/InternetParSatellite/> pour une liste complète des fournisseurs d'accès par satellite.

Il ne faut pas confondre les accès bi-directionnels avec les liaisons uni-directionnelles internet -> usager, qui requièrent en sus une connection par modem RTC ou RNIS dans le sens usager -> internet, avec les coûts de communications téléphoniques et l'immobilisation de la ligne que cela implique. Ces solutions hybrides téléphone + satellite ne répondent pas au critère de ligne ouverte en permanence, indépendante du téléphone, qui est une caractéristique fondamentale des accès à haut débit. Elles ont correspondu à un stade transitoire de la technologie et du marché et vont vraisemblablement disparaître peu à peu au profit des liaisons bi-directionnelles.

Les offres d'accès par satellite incluent les fonctionnalités usuelles des FAI (serveur mail, hébergement web). Ces fonctionnalités peuvent toutefois être obtenues de divers autres manières, notamment grâce au serveur du point d'accès.

Serveur local

Le serveur local s'interpose entre l'équipement d'émission/réception satellite et la borne Wifi. Il sert à:

1. authentifier les usagers qui se connectent sur la borne Wifi,
2. logger les connections,
3. protéger le réseau local (firewall),
4. optimiser l'utilisation du débit (partage, cache),
5. permettre le contrôle et la maintenance à distance du point d'accès,
6. fournir des services communs aux usagers locaux pour partager des fichiers et des informations (serveur web, FTP, SMB, etc...)

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Il s'agit d'une unité centrale d'ordinateur tout à fait commune munie d'une carte Ethernet 10/100 et tournant sous Linux ou *BSD, avec quelques logiciels libres classiques et éprouvés (sshd, radius, apache, ftpd, samba, etc...). En fonctionnement normal, le serveur est administrable à distance à travers la borne Wifi.

Borne Wifi

La borne Wifi est ce qui redistribue le débit localement aux usagers situés dans son périmètre. C'est un petit appareil émetteur/récepteur contenant une carte munie de composants électroniques, avec une prise Ethernet et une ou deux petites antennes intégrées.

L'antenne intégrée peut être remplacée par un antenne externe plus puissante reliée par un câble d'antenne, avec un parafoudre pour protéger l'appareil. L'antenne de la borne Wifi est typiquement de type omni-directionnelle de manière à émettre/recevoir tout autour. Ce type d'antenne est assez discret et consiste en un tube vertical de quelques cm de diamètre et de quelques décimètres de haut. Le couple émetteur + antenne ne doit pas émettre plus de 100 mW (norme ETS 300-328-2), ce qui correspond par exemple à une antenne de 6 dBi reliée à un appareil de 30 mW par un câble assez court.

Une borne Wifi émettant à 100 mW permet de couvrir un rayon de 1 km environ avec un débit de 11 Mbps, pour autant qu'il y ait aucun d'obstacle affectant le signal. Des portées un peu plus importantes peuvent être atteintes dans des circonstances favorables moyennant un débit moindre (jusqu'à 4 km à 1 Mbps). Les situations optimales sont cependant rares et il faut s'attendre à des portées nettement inférieures dans la réalité: entre 0,5 km à 11 Mbps et 2 km à 1 Mbps.

Il vaut mieux en général placer l'appareil aussi près que possible de l'antenne, pour réduire la perte au minimum et économiser le câble d'antenne. La meilleure solution est de l'installer dans un boîtier étanche sur le toit, juste au pied de l'antenne, en le raccordant au réseau par un câble Ethernet, dont la longueur importe moins.

On trouve dans le commerce de nombreux appareils qui sont interopérables selon le standard IEEE 802.11b et qui disposent de fonctionnalités similaires.

Variante

Il existe des packages logiciels spécifiquement conçus pour transformer un PC équipé d'une carte Wifi en point d'accès de hotspot prêt à l'emploi, avec les fonctionnalités de routage, authentification, logs, firewall, partage du débit, cache, etc... Cela permet de combiner le serveur et l'émetteur/récepteur Wifi en d'utilisant une simple carte PCI au lieu d'un appareil type AP. Voir notamment: Sputnik Community Gateway (<http://www.sputnik.com/>) et Mikrotik RouterOS (<http://www.mikrotik.com/2index.html>).

Installations clientes

Les périphériques clients Wifi peuvent être assez divers:

- boîtier USB raccordé à un ordinateur de bureau ou portable,
- carte PCI insérée dans un ordinateur de bureau,
- carte PCMCIA insérée dans un ordinateur portable,
- carte CF insérée dans un PDA.

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

On trouve dans le commerce une gamme très vaste d'appareils interopérables selon le standard IEEE 802.11b.

Certains appareils disposent d'une prise permettant de raccorder une antenne externe, d'autres pas. L'antenne externe à raccorder est de préférence de type directionnelle (Yagi ou « boîte de conserve »), pointée vers la borne d'accès. Comme pour la borne Wifi, le couple émetteur + antenne ne doit pas excéder 100 mW. L'utilité d'ajouter une antenne externe dépend de la localisation du client par rapport à l'antenne de la borne Wifi. Cela n'est nécessaire que pour les clients éloignés ou handicapés par des obstacles.

Utilisation

La liaison obtenue s'apparente à une connection permanente à l'internet, indépendante du téléphone, dont on peut se servir à volonté à tout instant sans que cela se traduise par des coûts de communications ni par une immobilisation du téléphone. Une fois installé et configuré, le périphérique Wifi est transparent pour l'utilisateur. Il établit spontanément la liaison dès qu'une requête est adressée vers l'internet. Il suffit d'ouvrir son logiciel de mail, web, FTP, etc... et de s'en servir sans se soucier de la connection.

Coût

Point d'accès

Emetteur/récepteur satellite

	sat2way	aramiska	i-sat
Installation, mise en service	450 €TTC	897 €TTC	500 €TTC env
Leasing/location du matériel (3 ans)	129 €TTC/mois	179 €TTC/mois	144 €TTC/mois
128K (153K*) émission / 512K réception	118 €TTC/mois	178 €TTC/mois	185 €TTC/mois
256K émission / 1024K réception	-	298 €TTC/mois	401 €TTC/mois
512K émission / 2048K réception	-	657 €TTC/mois	801 €TTC/mois

(*) sat2way offre un débit ascendant de 153K au lieu de 128K.

Dans le cas d'i-sat, l'installation est à faire faire par un installateur TV local de son choix, dont l'intervention est estimée ici à 500 €TTC env. Alternativement, il est possible d'acheter le matériel et de payer moins cher chaque mois, ce qui peut être avantageux pour ceux qui disposent de prêts sans intérêts ou à taux très faible.

Serveur local

Le budget à prévoir pour le matériel est de l'ordre de 400 à 800 €TTC, auquel il convient d'ajouter le temps nécessaire pour le configurer (1 journée d'informaticien env).

	Mini	Maxi
Onduleur	120 €TTC env	300 €TTC env
UC d'ordinateur avec carte réseau	300 €TTC env	500 €TTC env

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Configuration, mise en service	bénévole	400 €TTC env
Total	420 €TTC env	1200 €TTC env

Borne Wifi

L'ordre de grandeur de prix pour l'ensemble boîtier/antenne avec câble et parafoudre va de 400 à 1100 €TTC, les plus chers ne présentant pas forcément d'avantages en regard des besoins spécifiques.

	Mini	Maxi
Point d'accès Wifi	170 €TTC env	450 €TTC env
Antenne	100 €TTC env	250 €TTC env
Parafoudre	70 €TTC env	130 €TTC env
Câble et connecteurs	30 €TTC env	90 €TTC env
Installation, mise en service	bénévole	200 €TTC env
Total	370 €TTC env	1120 €TTC env

Récapitulatif

Investissement initial:

	Mini	Maxi
Investissement initial	1240 €TTC env	3070 €TTC env
Durée d'amortissement	/ 3 ans	/ 2 ans
Coût mensuel brut	= 34 €TTC/mois	= 128 €TTC/mois
Frais financiers	+ 6 €TTC/mois	+ 14 €TTC/mois
Sous-total	= 40 €TTC/mois	= 142 €TTC/mois

Coût total mensualisé:

	Mini	Maxi
128K émission / 512K réception	287 €TTC/mois	471 €TTC/mois
256K émission / 1024K réception	477 €TTC/mois	687 €TTC/mois
512K émission / 2048K réception	836 €TTC/mois	1087 €TTC/mois

En prenant comme référence les tarifs des offres ADSL pour des connections de type 128K/512K (Extense, etc...), soit 45 €TTC/mois adaptateur compris, et en considérant d'autre part que l'amortissement de l'adaptateur client, qui n'est pas compris ici, représente de l'ordre de 15 €/mois, on peut supposer que chaque usager pourrait contribuer à hauteur de 30 €/mois, ce qui lui reviendrait au même prix qu'une connection ADSL Extense.

On peut estimer ainsi des seuils en nombre minimum d'usagers pour couvrir le prix de revient

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

du point d'accès:

	Mini	Maxi
128K (153K) émission / 512K réception	>= 10 usagers	>= 16 usagers
256K émission / 1024K réception	>= 16 usagers	>= 23 usagers
512K émission / 2048K réception	>= 28 usagers	>= 36 usagers

Installations clientes

Le coût des installations clientes varie beaucoup en fonction du type d'adaptateur (PCMCIA, PCI, USB) et de la nécessité ou non d'adjoindre une antenne externe. L'ordre de grandeur de prix de revient pour un adaptateur, avec antenne et câble si besoin, va de 80 à 900 €TTC.

	Mini	Maxi
Adaptateur Wifi	80 €TTC env	220 €TTC env
Antenne	Sans	250 €TTC env
Parafoudre	Sans	130 €TTC env
Câble et connecteurs	Sans	90 €TTC env
Installation, mise en service	Par l'utilisateur	200 €TTC env
Total	80 €TTC env	890 €TTC env
Durée d'amortissement	/ 3 ans	/ 2 ans
Coût mensuel brut	= 2 €TTC/mois	= 37 €TTC/mois

Observations

L'investissement de départ pourrait être couvert par des pré-paiements des premiers abonnés à raison de 150 à 200 €, compensables par un rabais sur les redevances mensuelles.

Le classement des coûts par ordre d'importance donne:

1. loyer de la liaison satellite (23 à 75%)
2. adaptateurs clients Wifi (7 à 60%)
3. équipement de la liaison satellite (5 à 32%)
4. borne Wifi + serveur (3 à 10%)

On voit clairement que l'ensemble borne Wifi + serveur ne représente qu'une part minime de l'équation. Sachant par ailleurs qu'il existe une multitude de choix possibles et que ceux-ci sont interopérables, c'est le morceau qu'il vaut mieux résoudre en dernier.

Concernant la liaison bi-directionnelle par satellite, les prix vont vraisemblablement baisser dans un proche avenir avec l'entrée en scène de nouveaux opérateurs et équipementiers. C'est du côté des appareils que la baisse sera dans doute plus sensible à court terme. Le loyer proprement dit de la connection (achat de débit) va probablement décroître de manière plus graduelle. Cela ne doit

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

cependant pas constituer une raison pour repousser indéfiniment l'engagement.

Concernant l'équipement des clients, une part importante de l'équation réside dans l'antenne et le câble et c'est sans doute là-dessus plutôt que sur l'adaptateur lui-même qu'il convient de centrer les recherches d'économies. La capacité à trouver des antennes directionnelles économiques et faciles à installer est un facteur clef.

La partie de l'appareillage de la liaison satellite qui remplit les fonctions de routeur, proxy, firewall est redondante avec le serveur et l'AP de la borne Wifi. Une économie de l'ordre de 300 à 500 € pourrait vraisemblablement être dégagée en remplaçant les trois appareils par un seul (UC d'ordinateur avec carte Wifi et raccordement direct au modem DVB, voir § « variante » ci-dessus), ce qui simplifierait en outre l'installation, réduisant d'autant les risques de panne.

Gestion du service

Forme juridique

La possibilité de faire gérer le service par une entreprise qui aurait rôle d'opérateur est compromise du fait des sommes dérisoires qui sont en cause, sauf à spéculer sur un avenir lointain où le haut débit intéressera un grand nombre de foyers, ce qu'aucun opérateur sensé n'est prêt à faire.

Les collectivités locales ne peuvent pas non plus être opérateurs en attendant la révision annoncée du Code Général des Collectivités Territoriales. Elles peuvent toutefois intervenir en tant que fournisseur d'infrastructures passives et/ou par l'intermédiaire de SEM ou d'associations parapubliques.

Les premiers intéressés étant les usagers eux-mêmes, la formule la plus logique serait qu'ils se rassemblent au sein d'une association, d'un GIE ou d'une société, pour autogérer le service, avec le soutien éventuel de leurs collectivités locales.

Mise en route

Le montage du projet et sa mise en oeuvre représentent quelques démarches:

1. mobilisation des usagers potentiels, appropriation du projet,
2. précision du projet, constitution d'une personne morale (association, GIE, société),
3. demande de licence auprès de l'ART (<http://www.art-telecom.fr/publications/index-lignedir-rlan.htm>) pour utiliser des appareils Wifi en extérieur; gratuit, pas très compliqué une fois que le projet est bien défini; délai 1 à 3 mois ?
4. commande, installation et test de la liaison satellite; délai 1 mois ?
5. commande, installation et test du serveur; délai 15 j à 1 mois,
6. commande, installation et test du point d'accès Wifi (appareil, antenne, câble, etc...); délai 15 j à 1 mois,
7. inauguration avec les premiers adaptateurs clients Wifi.

Au total, le service peut être opérationnel dans un délai de 3 à 6 mois dès lors qu'il existe un noyau suffisant d'usagers décidés.

Il convient d'observer que les méthodes classique de planification des projets d'infrastructures ne sont pas les mieux adaptées dans la mesure où il ne s'agit que d'implanter ponctuellement des

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

appareils qui sont interchangeableables, interopérables et déplaçables. Il n'est notamment pas nécessaire de concevoir dès le départ un projet englobant tout ce qui pourrait être englobé dans un futur hypothétique. Une démarche graduelle consistant à mettre en route un noyau minimal puis à l'étendre ensuite au gré de la demande des usagers et des produits disponibles semble a priori mieux correspondre à la réalité mouvante d'une technologie et d'un marché en évolution rapide, et aussi plus facile à mettre en oeuvre.

Il faut également tenir compte du caractère transitoire de la solution. La question n'est pas de pourvoir de manière définitive aux besoins en haut débit d'un territoire, mais d'y pourvoir pendant quelques années en attendant que d'autres solutions prennent le relai. Il est fort possible que les technologies et le marché fassent préférer d'autres formules dans quelques années. Il vaut donc mieux raisonner en micro-projets jetables au terme d'une durée d'amortissement assez courte (3 ans) plutôt qu'en mega-projets longs à mettre en place et difficiles à recycler.

Il faut enfin considérer que les pouvoirs publics et les collectivités locales peuvent avoir d'autres préoccupations que celle de fournir le haut débit à une petite minorité d'usagers technophiles, quand bien même cela participe au développement économique local. D'autres sujets au moins aussi importants les accaparent à tout instant et il serait injuste de le leur reprocher dans bien des cas. Il vaudrait mieux que les usagers, entreprises et particuliers, en soient conscients et s'organisent en conséquence pour porter le projet plutôt que d'attendre des élus et administrations qu'ils le portent à leur place, ce qui n'empêche nullement le dialogue et les partenariats entre acteurs publics et privés.

Maintenance du point d'accès

Si le serveur est bien configuré et tant que le matériel ne subit pas d'avaries, le point d'accès ne nécessite pratiquement aucune intervention autre que d'entrer de temps en temps le login et mot de passe d'un nouvel usager et de vérifier que tout se passe bien.

La quasi-totalité des tâches de maintenance réside dans les pannes éventuelles des appareils du point d'accès. Leur fréquence et leur gravité sont difficilement évaluables faute d'expériences suffisantes pour dégager des probabilités.

Gestion des usagers-clients

Partant de l'hypothèse que le service fourni se limite au point d'accès et que chaque client se débrouille de son côté pour acquérir, installer et faire fonctionner son adaptateur, la gestion des usagers consiste essentiellement à animer un réseau d'information et d'entraide et à mobiliser de nouveaux usagers.

Administration

Dans l'hypothèse où le service est géré sous forme associative, l'administration se limite aux tâches minimales d'une petite association: comptabilité simple, 1 AG et 2 CA par an. L'assujettissement à la TVA devrait pouvoir être évité dès lors qu'il s'agit du partage d'une dépense entre les adhérents.

Imperfections de la solution

Licences expérimentales

La faisabilité de la solution repose sur la possibilité d'obtenir des licences gratuites pour déployer en extérieur des réseaux Wifi accessibles au public. Ces licences, qui sont délivrables par l'ART en

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

vertu des nouvelles dispositions réglementaires publiées en novembre 2002 (<http://www.art-tel.com/fr/communiqués/communiqués/2002/07-11-2002.htm>), sont des licences « expérimentales » valables pour une période de 18 mois. L'incertitude quant à leur reconduction et aux conditions dans lesquelles elles seront reconduites représente un risque qui ne peut être ignoré, d'autant que la durée d'amortissement des équipements excède 18 mois. D'un autre côté, on peut supposer que la future décision de l'ART tiendra compte de ce qui aura été fait avec ces licences expérimentales, et notamment des bilans financiers des expériences.

Equipement des clients

Contrairement à l'ADSL, où un modem standard peut être uniformément distribué à tous les clients, les liaisons Wifi imposent de tenir compte de la topologie pour déterminer au cas par cas si il y a besoin d'une antenne ou pas, où la placer (toit, rebord de fenêtre, balcon, etc...) et quel adaptateur convient le mieux. Si on voulait uniformiser les équipements clients, il faudrait le faire sur le pire des cas, donc avec des équipements coûteux, là où les usagers les mieux situés n'auraient besoin que d'un adaptateur économique sans antenne. Il convient en outre de tenir compte du fait que certains usagers possèdent déjà un adaptateur Wifi sur leur portable. La possibilité de recourir à des professionnels qualifiés comme cela se fait pour l'installation du téléphone se heurte également à des difficultés: la rareté des professionnels qualifiés pour cette technologie spécifique, et le coût que cela représenterait. Il faut enfin tenir compte des démarches auprès de l'ART, ainsi que des responsabilités et des infractions potentielles, notamment en termes de puissance émise, que certains usagers pourraient causer en « bidouillant » leur installation.

Pour toutes ces raisons, il apparaît préférable de dissocier la gestion du point d'accès, qui est un élément connu et contrôlable, de celle des équipements clients, qui le sont beaucoup moins. La solution réaliste est de laisser chacun à ses responsabilités en ne fournissant qu'un droit de connection sur le point d'accès, à l'instar des hotspots, et en confiant aux abonnés la tâche de s'équiper d'un adaptateur client et de l'installer à l'aide du manuel du fabricant, d'informations glanées sur l'internet (<http://www.wireless-fr.org/>, <http://reseaucitoyen.be/>, etc...), et de l'aide éventuelle d'un ami qui s'y connaît. Les usagers qui en ont les moyens peuvent faire intervenir un installateur professionnel s'ils le souhaitent et pour autant qu'ils en trouvent un.

Partage du débit

Dans les faits, il s'agit d'un partage de connection, ce qui peut faire craindre que le débit obtenu au final par chacun soit diminué du fait du partage. Si on a une connection à 256K/1024K au départ et qu'on est 15 usagers à s'en servir, est-ce que le débit de chacun est divisé par 15 ?

En pratique, il n'est jamais divisé par 15, parce que chacun des 15 n'occupe jamais toute la bande passante tout le temps. Il laisse toujours des trous, qui sont plus ou moins importants selon les applications, dans lesquels les paquets des autres usagers s'insinuent. Dans des usages tels que le web, où chaque requête déclenche des salves de petits fichiers et où l'utilisateur s'arrête souvent pour prendre connaissance des documents, un grand nombre d'usagers peuvent cohabiter sans constater le moindre ralentissement. De même pour le mail, les news, l'IRC, etc...

Par contre, les téléchargements de gros fichiers en continu (MP3, DivX, logiciels) tendent à occuper toute la bande passante dont ils peuvent disposer et occasionnent des ralentissements sensibles lorsque plusieurs usagers utilisent simultanément leur accès. Sur ce point particulier, la qualité de liaison est inférieure à celle d'une connection ADSL, qui s'appuie sur un backbone en fibre optique et est par là même en mesure de garantir le débit maximum à un grand nombre d'usagers simultanés.

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Il est cependant possible d'y remédier partiellement par des moyens logiciels en optimisant la répartition du débit entre les usagers. La suite IP-QoS de Linux notamment comporte des fonctions qui permettent de configurer des politiques de gestion du débit adaptées.

Latence

Bien qu'elles aillent à la vitesse de la lumière, les ondes mettent du temps à parcourir les 36 000 km pour atteindre le satellite géostationnaire, puis autant pour redescendre, et ce à l'aller comme au retour. C'est ce qu'on appelle le RTD (Round Trip Delay), qui est de 500 ms env. alors qu'il est de l'ordre de 100 ms pour une connection ADSL. En pratique, ça se traduit par une latence de 0,5 seconde venant s'ajouter aux autres temps de transfert de l'internet, qui sont le lot commun de tous. L'impact de cette latence peut cependant être compensé partiellement par la proximité du point de connection à l'internet de l'opérateur satellite avec une plateforme d'interconnexion. Cela devrait en outre s'améliorer avec la mise en service prochaine de flottes de satellites en orbite basse.

Quoi qu'il en soit, ce n'est pas dramatique, sauf pour certaines applications où le temps de réponse importe (visio-conférence, téléphonie, jeux en réseau, chat).

Portée/débit des liaisons Wifi

La portée et le débit des liaisons Wifi sont susceptibles d'être affectés par des obstacles divers (bâtiments, collines, rideaux d'arbres, etc...) dans la mesure où il s'agit d'ondes à très faible puissance, nettement inférieures à celles des téléphones portables notamment. Cela rend aléatoire la possibilité de desservir toutes les maisons, ou du moins la complique fortement.

A proximité du point d'accès, où le signal est le plus puissant, les obstacles sont tant bien que mal contournés par les effets de diffraction et de réflexion des ondes. Plus on s'éloigne du point d'accès, plus on devient tributaire du moindre obstacle. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser des relais intermédiaires pour atteindre des maisons plus éloignées. Ces relais pourraient être implantés en utilisant les maisons de clients bien situés, le relai se substituant dans ce cas à l'adaptateur client. Les relais sont des appareils Wifi de type AP similaires à l'émetteur/récepteur du point d'accès, de préférence avec une fonction répéteur. La maison hôte est raccordable au passage sur la prise Ethernet de l'appareil.

Les calculs théoriques, bien qu'aléatoires du fait des obstacles qui créent autant de cas particuliers extrêmement complexes à modéliser, peuvent donner une idée grossière de ce à quoi il faut s'attendre en matière de portée/débit. Si on suppose un cas assez commun où les antennes sont à la limite de la vue directe, avec des obstacles divers (toits par exemple) obstruant à peu près la moitié de l'horizon, on peut s'attendre à ce que le signal subisse un affaiblissement de l'ordre de -6 dB. En supposant par ailleurs une sensibilité des récepteurs comprise entre -82 dBm à 11 Mbps et -94 dBm à 1 Mbps, ce qui est le cas le plus courant, on obtient les portées théoriques suivantes pour un signal émis à 100 mW:

- sans antenne réceptrice: 0,3 km à 11 Mbps, 0,5 km à 5,5 Mbps, 0,8 km à 2 Mbps, 1,2 km à 1 Mbps
- avec antenne réceptrice +5 dBi: 0,5 km à 11 Mbps, 1,0 km à 5,5 Mbps, 1,5 km à 2 Mbps, 2,1 km à 1 Mbps

Ce qu'il convient en outre de savoir:

- la puissance « PIRE » se calcule en additionnant la puissance de l'appareil émetteur exprimée

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

en dBm avec le gain de l'antenne en dBi et en retranchant la perte en dB dans le câble et les connecteurs; le total ne doit pas excéder 20 dBm, ce qui correspond à 100 mW.

- lorsque le signal est trop faible, du fait de la distance ou des obstacles, les appareils Wifi tentent d'établir la connection avec un débit moindre: 5,5 Mbps si possible, sinon 2 Mbps, sinon 1 Mbps, sinon rien !
- le débit net des liaisons Wifi est très inférieur au débit nominal du fait des couches de protocoles et il faut 8 bits pour faire un octet (byte); ainsi, une liaison à 11 Mbps transporte 500 Ko/s env de charge utile en téléchargement FTP, à comparer par exemple avec une liaison ADSL à 512 Kbps, qui peut transporter 60 Ko/s env,
- pour les relais intermédiaires, il est possible d'utiliser des appareils qui ne disposent pas de la fonction répéteur. Cela provoque une division par deux du débit sur le tronçon concerné, ce qui n'est pas gênant tant que le débit net de la liaison Wifi reste supérieur à celui de la liaison satellite,
- des liaisons qui fonctionnent correctement en hiver peuvent se dégrader lorsque les feuillages font leur apparition, absorbant une partie du signal; les tests de portée/débit doivent tenir compte de ce phénomène.

Sécurité, confidentialité

Les liaisons radio se distinguent des liaisons filaires par le fait qu'il n'est pas nécessaire de grimper au poteau et de mettre des pinces sur les fils pour écouter le trafic. Quiconque dispose d'un portable muni d'une carte Wifi dans la périmètre du point d'émission peut écouter les communications et/ou s'immiscer à l'intérieur du réseau. Pour remédier à cela, les appareils Wifi disposent d'un système de cryptage appelé WEP (Wired Equivalent Privacy), qui est supposé assurer une confidentialité équivalente de celle des liaisons filaires.

WEP présente toutefois des failles qui ont pu être exploitées par des hackers pour fabriquer des logiciels d'intrusion des réseaux Wifi que n'importe qui peut se procurer sur l'internet.

L'accroissement de la taille des clefs de 40 à 64 ou 128 bits ne constitue qu'un remède relatif dans la mesure où les défauts de l'implémentation facilitent le décryptage et les intrusions grâce à quelques astuces. Il existe malgré tout des alternatives pour garantir la sécurité dans les réseaux sans fils, qui consistent à utiliser Ipvsec/VPN au niveau de la couche réseau, en désactivant WEP. Il est également possible reporter la sécurité au niveau des applications, en recourant à des échanges sécurisés pour les mots de passe, les codes bancaires et les documents confidentiels uniquement, avec SSL, PGP, SSH, SCP, etc...

Certains fabricants proposent des solutions clef en main satisfaisantes en matière de sécurité, mais il s'agit de solutions propriétaires, qui supposent que tous les appareils (AP et clients) soient de la même gamme et du même fabricant. Cela fait perdre le bénéfice de l'interopérabilité, qui est l'un des principaux avantages du standard 802.11, et se traduit par des prix d'achat de matériel généralement plus élevés.

Quoi qu'il en soit, il convient de relativiser les choses en sachant que l'importance des problèmes de sécurité et de confidentialité est souvent exacerbée par des personnes ou des entreprises qui trouvent un intérêt direct à le faire, soit pour faire un scoop, soit pour dévaloriser les solutions de concurrents.

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

Sensibilité aux pannes

Le fait que tous les usagers locaux dépendent d'un point d'accès unique reposant sur plusieurs appareils électroniques sophistiqués constitue un facteur de vulnérabilité. Dès qu'un des appareils du point d'accès tombe en panne, plus personne ne peut se connecter jusqu'à ce qu'il soit réparé. Les technologies employées sont assez éprouvées dans la mesure où elles descendent de lignées qui comptent plusieurs décennies de développements et d'améliorations. Cela ne les met toutefois pas complètement à l'abri des aléas, notamment de ceux qui résultent des surtensions et de la foudre. Ce qui peut être fait pour minimiser le risque est:

- mettre tous les appareils du point d'accès sur onduleur, avec une prise de terre testée,
- mettre si possible les appareils dans un lieu protégé par un paratonnerre, protéger le point d'accès Wifi avec un parafoudre à gaz rechargeable, débrancher éventuellement les installations pendant les gros orages (alimentations électriques, prises téléphoniques, prises réseau),
- choisir un serveur plutôt pour sa robustesse, les performances ayant peu d'importance pour l'utilisation qui en est faite; utiliser comme OS une version stable de Linux ou *BSD et des logiciels éprouvés; éviter d'installer plus de logiciels que nécessaire,
- choisir un appareil Wifi classique et éprouvé; prévoir un appareil de borne Wifi en rab pour suppléer aux éventuelles défaillances.

Inadaptation des antennes du commerce

La plupart des antennes du commerce sont soit des antennes d'intérieur à faible puissance destinées aux LAN sans fils des bureaux, soit à antennes à forte puissance destinées aux pays où la puissance autorisée est beaucoup plus élevée qu'en Europe.

Les antennes correspondant aux normes européennes, qui limitent la puissance à 20 dBm (100 mW), devraient typiquement avoir un gain de l'ordre de 6 à 8 dBi, compte-tenu d'une puissance des émetteurs de 15 dBm (30 mW) dans la majorité des cas et d'une perte dans le câble de 1 à 3 dB.

En ce qui concerne les antennes omni-directionnelles des bornes d'accès, on peut trouver des antennes de 6 à 8 dBi qui font l'affaire. Par contre, on ne trouve pas d'antennes directionnelles à faible gain, celles du commerce ayant des gains trop élevés (14 à 24 dBi). Les antennes « boîte de conserve », faciles à fabriquer par n'importe qui et on ne peut plus économiques, constituent cependant un substitut très satisfaisant.

On peut mesurer artisanalement la puissance d'une antenne dont les caractéristiques sont inconnues (« boîte de conserve » par exemple) en comparant le signal obtenu avec celui d'une antenne de type similaire dont on connaît les caractéristiques. La manière la plus simple de diminuer la puissance d'une antenne si nécessaire est d'augmenter la perte dans le câble, en utilisant du câble à forte perte, qui est plus économique.

Conclusion

En contrepartie de quelques imperfections, cette solution a l'avantage d'être immédiatement opérationnelle et abordable pour fournir du haut débit à des petits groupes d'usagers non desservis par l'ADSL ou le câble. Les autres technologies envisageables représentent des investissements disproportionnés en regard d'une demande encore timide qui se chiffre en dizaines d'usagers, voire en dizaine au singulier ou moins dans un grand nombre de bourgs et de villages.

Solution de desserte à haut débit des villages excentrés

En ce qui concerne les bourgs de plus de 1500 habitants, la probabilité de rassembler la dizaine d'usagers nécessaires pour équilibrer financièrement l'opération est plausible (< 2% des foyers). Dans ce cas, le soutien des collectivités locales devrait plutôt être d'ordre moral et logistique, en s'abstenant de subventionner ce qui n'a pas besoin de l'être, ce qui induirait des lourdeurs administratives superflues et un attentisme préjudiciable.

Pour les plus petits villages, les hameaux et les maisons isolées, la probabilité de mobiliser une dizaine d'usagers dans chacun d'eux est par contre assez faible. Le salut ne peut dès lors reposer que sur une politique volontariste des pouvoirs publics concernés, dont le coût est chiffrable au nombre d'usagers qui manquent à l'appel x 30 €/mois.

Diffusion et reproduction

Tout ou partie de ce document peut être diffusé et reproduit à volonté sans en référer à l'auteur. Il est téléchargeable dans sa version la plus à jour à l'URL suivant: http://www.quartier-rural.org/dl/implic/ran/index.html#sat_wifi.