

Études et expérimentations sur matériel Wi-Fi (802.11b et 802.11g)

Travail réalisé dans le but de confronter les possibilités théoriques des appareils avec des manipulations concrètes.

Tests de portée

Afin d'apprécier plus finement la portée des couples point d'accès/antennes, ce document présente un ensemble de mesures de débits réels à travers une liaison point à point.

Les tests ont porté sur des points d'accès de différentes marques et différents modèles d'antennes (de constructeurs différents également). En revanche, un seul type de carte a pu être pris en compte : la carte Cisco Aironet 350 qui était la seule à avoir des prises externes, nécessaires pour le branchement d'antennes.

Plan

Problématique
Manipulations
Résultats
Observations
Annexes

Problématique

Liaisons point à point

Les différents points d'accès (AP) utilisés ne proposant pas tous le réglage de la puissance d'émission, il fallait trouver le moyen de s'affranchir de ces différences pour pouvoir les comparer. De plus, chaque constructeur utilise des formats de prise d'antenne différents, ce qui oblige à jongler entre les adaptateurs et les différents câbles d'antenne. Ainsi, les pertes câbles sont différentes à chaque fois et il faut aussi en tenir compte.

L'idée fut donc de choisir deux points (distant d'un kilomètre) et de tester différents couples d'antennes auxquelles on raccorde plusieurs types d'appareils (AP ou cartes). La distance à parcourir et l'environnement radio étant toujours les mêmes, on est capable de comparer la qualité des différents liens testés, en regard des pertes câbles calculées et de la puissance/sensibilité des appareils. La qualité des liens est évaluée en échangeant un fichier entre les deux ordinateurs raccordés au lien, et en mesurant le temps nécessaire (donc le débit). De plus, et lorsque c'est possible, le niveau du signal est lui aussi relevé (par l'intermédiaire du logiciel utilitaire livré avec la carte Wi-Fi le plus souvent).

Manipulations

Pour chaque couple d'antennes testé, on s'est efforcé de répéter les mêmes manipulations.

D'abord on azimute au mieux les antennes pour être sûr de les utiliser au maximum de leurs possibilités.

Ensuite, en mode ad hoc et avec les mêmes machines et cartes PCMCIA d'une fois sur l'autre, on lance une série de transferts. Les performances des couples d'antennes peuvent ainsi se comparer directement (aux pertes câbles prêt qui ne sont pas toujours les mêmes).

Enfin, on remplace une des cartes par un AP et on répète les mêmes manipulations.

Et à chaque fois, niveau de signal et temps de transfert sont relevés.

En pratique, il n'a pas été possible de faire tous ces transferts avec chaque couple d'antennes et chaque AP en raison des câbles nécessaires.

Résultats

Le tableau de la page suivante récapitule tous les liens qui ont pu être établis avec les antennes et points d'accès correspondants. Se reporter à test_portee.xls pour de plus amples détails.

Du côté du point B, il y a toujours eu un portable avec une carte Cisco Aironet 350, jamais de point d'accès, contrairement au côté A. Les deux points de la liaison sont distants de 1000 mètres.

Ce qui frappe le plus au premier abord sont les écarts assez importants entre des transferts sans raison apparentes (par exemples entre les trois 1^{ers} transferts du tableau). Il n'a pas été possible d'enregistrer en simultané les niveaux du signal et du bruit car il n'est pas possible de scruter les niveaux sans perturber le transfert. Il faudrait une autre machine, ce qui n'est pas possible en mode ad hoc.

Ainsi, on peut dire que la force et la qualité du signal ne sont pas déterminante quant aux débits effectifs observables. En revanche, ils donnent une idée de la marge restante avant que les cartes réduisent la vitesse du lien.

Il est aussi étonnant que les liens des quatre 1^{ers} liens du tableau aient échoué, vue que la marge entre la sensibilité effective de part et d'autre soit suffisante par rapport au niveau théorique du signal reçu. En effet, d'autres transferts avec des marges comparables ont réussi, même si la vitesse du lien a chuté.

Enfin, l'information la plus utile de ce tableau est donnée par les 2 derniers transferts de la première série. Toute la série a été faite en mode ad hoc. Les premiers transferts ont été faits à puissance maximale (50 mW), puis 5 et 1 mW pour ces deux derniers. Pour 1 mW, le lien s'est replié à 1Mbps (et le débit effectif est excellent, puisqu'il est à 72% de la bande passante théorique). En revanche, pour l'essai à 5 mW, le lien s'est maintenu à 11 Mbps, et la force et qualité du signal ont logiquement baissé, même si le débit obtenu est quasiment le meilleur de cette série. Les niveaux du signal n'ont pas besoin d'être très bon pour être utilisé efficacement le lien.

| Appareil point A | Antenne point A | Antenne point B | Canal | Puiss. émis. | | PIRE | | Sensibilité | | Force du signal | | Marge | | Force/qualité du signal observé | | Vitesse du lien (Mbps) | Débit réel Mbits/s |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------|---------|---------|---------|-------------|---------|------------------|------------------|-------|-------|---|--|------------------------------|-----------------------|
| | | | | point A | point B | point A | point B | point A | point B | en A depuis B | en B depuis A | en A | en B | point A | point B | | |
| carte Aironet | omni 1 (8 dBi) | patch 9dBi | 3 | 50 mW | 50 mW | 22,02 | 23,94 | -90,02 | -91,94 | -76,46 | -78,38 | 13,56 | 13,56 | | | | #DIV/0! |
| carte Aironet | | | 8 | 50 mW | 50 mW | 22,02 | 23,94 | -90,02 | -91,94 | -76,46 | -78,38 | 13,56 | 13,56 | | | | #DIV/0! |
| carte Aironet | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 22,02 | 23,94 | -90,02 | -91,94 | -76,46 | -78,38 | 13,56 | 13,56 | | | | #DIV/0! |
| carte Aironet | | | 13 | 30 mW | 30 mW | 19,82 | 21,74 | -90,02 | -91,94 | -78,66 | -80,58 | 11,36 | 11,36 | | | | #DIV/0! |
| carte Aironet | grille (17 dBi) | patch 9dBi | 3 | 50 mW | 50 mW | 30,24 | 23,94 | -98,24 | -91,94 | -76,46 | -70,16 | 21,78 | 21,78 | 50% - 100% | 34% - 98% | 11 | 3,08 |
| carte Aironet | | | 3 | 50 mW | 50 mW | 30,24 | 23,94 | -98,24 | -91,94 | -76,46 | -70,16 | 21,78 | 21,78 | 50% - 100% | 32% - 98% | 11 | 1,81 |
| carte Aironet | | | 8 | 50 mW | 50 mW | 30,24 | 23,94 | -98,24 | -91,94 | -76,46 | -70,16 | 21,78 | 21,78 | 46% - 50% | 37% - 100% | 11 | 4,21 |
| carte Aironet | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 30,24 | 23,94 | -98,24 | -91,94 | -76,46 | -70,16 | 21,78 | 21,78 | 48% - 100% | 41% - 100% | 11 | 2,88 |
| carte Aironet | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 30,24 | 23,94 | -98,24 | -91,94 | -76,46 | -70,16 | 21,78 | 21,78 | 48% - 100% | 43% - 100% | 11 | 3,23 |
| carte Aironet | | | 13 | 5 mW | 5 mW | 20,24 | 13,94 | -98,24 | -91,94 | -86,46 | -80,16 | 11,78 | 11,78 | 21% - 91% | 22% - 91% | 11 | 4,05 |
| carte Aironet | | | 13 | 1 mW | 1 mW | 13,24 | 6,94 | -107,2 | -100,9 | -93,46 | -87,16 | 13,78 | 13,78 | 10% - 75% | 5% - 75% | 1 | 0,72 |
| WAP54G | grille (17 dBi) | patch 9dBi | 13 | 31,6 mW | 50 mW | 29,52 | 23,94 | -94,52 | -91,94 | -76,46 | -70,88 | 18,06 | 21,06 | N/A | 34% - 92% | 11 | 2,76 |
| WAP54G | | | 13 | 31,6 mW | 50 mW | 29,52 | 23,94 | -94,52 | -91,94 | -76,46 | -70,88 | 18,06 | 21,06 | N/A | 34% - 92% | 11 | 2,99 |
| DWL-900 AP+ | | | 13 | 79,4 mW | 50 mW | 34,55 | 23,94 | -94,55 | -91,94 | -76,46 | -65,85 | 18,09 | 26,09 | N/A | 1% - 68% | 11 | 0,51 |
| DWL-900 AP+ | | | 13 | 79,4 mW | 50 mW | 34,55 | 23,94 | -94,55 | -91,94 | -76,46 | -65,85 | 18,09 | 26,09 | N/A | 10% - 82% | 11 | 4 |
| DWL-2000 AP | | | 13 | 31,6 mW | 50 mW | 30,55 | 23,94 | -97,55 | -91,94 | -76,46 | -69,85 | 21,09 | 22,09 | N/A | 22-41% - 71-75% | 11 | 2,91 |
| ZyAIR B1000 | | | 13 | ??? | 50 mW | ##### | 23,94 | ##### | -91,94 | -76,46 | ##### | ##### | ##### | N/A | 10% - 81% | 11 | 2,74 |
| carte Aironet | Cisco (13,5 dBi) | Cisco (13,5 dBi) | 3 | 50 mW | 50 mW | 28,22 | 28,44 | -96,22 | -96,44 | -71,96 | -72,18 | 24,26 | 24,26 | 5mW : 45% 1mW : 30% (qual. 93%) 20 mW : 55-57% 30mW : 65% | | 11 | 3,98 |
| carte Aironet | | | 8 | 50 mW | 50 mW | 28,22 | 28,44 | -96,22 | -96,44 | -71,96 | -72,18 | 24,26 | 24,26 | 50mW : 68% | | 11 | 4,18 |
| carte Aironet | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 28,22 | 28,44 | -96,22 | -96,44 | -71,96 | -72,18 | 24,26 | 24,26 | 50mW : 65% | | 11 | 3,90 |
| carte Aironet | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 28,22 | 28,44 | -96,22 | -96,44 | -71,96 | -72,18 | 24,26 | 24,26 | 5mW : 35% 50mW : 57% | | 11 | 3,74 |
| AP Cisco | | | 13 | 50 mW | 50 mW | 29,5 | 28,44 | -97,5 | -96,44 | -71,96 | -70,9 | 25,54 | 25,54 | | | 11 | 4,75 |
| WAP54G | | | 13 | 31,6 mW | 50 mW | 27,5 | 28,44 | -92,5 | -96,44 | -71,96 | -72,9 | 20,54 | 23,54 | N/A | | 11 | 4,05 |
| carte Aironet | patch centurion | grille (17 dBi) | 3 | 50 mW | 50 mW | 23,72 | 31,94 | -91,72 | -99,94 | -68,46 | -76,68 | 23,26 | 23,26 | 50mW : 23-26 % / 90% 30mW : 17% / 84% 20mW : 15% / 80% 5mW : néant | 19% / 86% 30mW: 15% / 82% 20mW: 10% / 75% 5mW: 1% / 25% | 11 | 3,07 |
| carte Aironet | | | 11 | 50 mW | 50 mW | 23,72 | 31,94 | -91,72 | -99,94 | -68,46 | -76,68 | 23,26 | 23,26 | 50mW : 12% force / 75% | 18% / 85% | 11 | 2,46 |
| carte Aironet | | | 3 | 20 mW | 20 mW | 19,72 | 27,94 | -91,72 | -99,94 | -72,46 | -80,68 | 19,26 | 19,26 | 20mW : 15%, 80%qual | 10% / 75% | 11 | 2,42 |
| DWL-900 AP+ | | | 13 | 79,4 mW | 50 mW | 27 | 31,94 | -87 | -99,94 | -68,46 | -73,4 | 18,54 | 26,54 | N/A | 22 % / 89% | 11 | 2,87 |
| WAP54G | | | 13 | 31,6 mW | 50 mW | 23 | 31,94 | -88 | -99,94 | -68,46 | -77,4 | 19,54 | 22,54 | N/A | 21% / 91% | 11 | 4,10 |

Logiquement, la série qui a donnée les meilleures résultats est celle qui avait le plus de marge sensibilité-force de part et d'autre. Il s'agit de la série avec les Yagi Cisco (13,5 dBi). Des résultats similaires ont été obtenus avec un couple d'antennes directionnelle Micronet à 14 dBi. Par contre ce n'est pas cette série qui présente les meilleurs relevés force-qualité du signal (ce serait plutôt la première mais les marges sont un peu moins bonnes).

Enfin, différents canaux ont été testé pour essayé de remarquer une différence de comportement (les canaux les plus haut seraient censés être un peu plus stables). La chose est loin d'être flagrante lorsqu'on regarde la force et le qualité du signal en fonction du canal. Idem lorsqu'on regarde les moyennes des débits, elles sont identiques :

- pour les canaux 11 et 13 à 11 Mbps : 3,25 Mbps,
- pour les canaux 3 et 8 à 11 Mbps : 3,25 Mbps.

Remarques

Quelques autres observations d'ordre pratique ont été faites lors de ces tests :

Parfois, les niveaux de signal perçus de part et d'autre de la liaison ne sont pas identiques. Cela serait dû à la présence d'obstacles gênant pour un seul des côtés ; il réfléchit les ondes d'une des sources vers-elle-même. Le phénomène est d'autant plus flagrant qu'on utilise une antenne avec un grand angle d'ouverture (30° et plus, comme les *patches* ou antennes sectorielles)

Les arbres munis de leurs feuilles ne sont pas forcément bloquant pour les liens, à condition d'avoir assez de puissance en émission pour que le récepteur " entende " quelque chose. Nous avons pu mesurer une chute du débit de l'ordre de 75%.

Les points idéaux pour un ponts wireless sont situé le plus haut possible, avec un creux entre, comme une vallée. Bien que nous n'ayons pas pu bénéficier de telles conditions géographiques, nous avons pu observer que le simple fait de surélever l'antenne du point bas de 1 ou 2 mètres suffit à améliorer le lien (près de 10% dans certains cas).



Lors des transferts pour évaluer l'influence des arbres. Au premier plan, une antenne Micronet directionnelle (14 dBi)

Il ne faut pas hésiter à prendre le temps de faire un bon azimutage, même à 1 Km de distance, ce qui peut paraître peu. C'est l'étape cruciale pour avoir un lien de bonne qualité. Même un

écart de quelques degré peut jouer : Nous nous en sommes aperçus car une des antennes était fixées provisoirement avec un ruban adhésif noir que la chaleur a desserré.

Il est arrivé plusieurs fois que, lorsqu'on décrémente la puissance d'émission de la carte (par exemple de 30 à 20 mW), la qualité du signal reste quasiment inchangée. Peut-être est-ce dû au fait que ses propres ondes soient réfléchies et viennent perturber la réception. Donc quand on baisse la puissance d'émission, il arrive, parfois, qu'on baisse aussi le niveau de bruit.



Lien en vue directe sans trop d'obstacles au sol. C'est le meilleur point qu'on ait trouvé dans les alentours du centre Erasme.

Un autre élément à prendre en compte, surtout pour les azimutages délicats, est le vent qui peut avoir suffisamment de prise sur l'antenne ou son support et la faire trembler.

Matériels utilisés

Antennes

- Yagi CISCO AIR-ANT1949 13.5 dBi,
- Yagi Micronet SP920F 14 dBi,
- grille Doradus 17 dBi,
- sectorielle (*patch*) Centurion 2,4 GHz Whisper - Directional In-Building Antenna – Indoor Whisper,
- sectorielle 9 dBi (???).

Points d'accès

- D-Link DWL-900AP+,
- D-Link DWL-2000AP,
- Linksys WAP54G.

Adaptateur Wi-Fi

- Cisco Aironet 350 Wireless LAN Adapter