

La localisation, encore et toujours

Mesure des distances par fréquences radio et services géolocalisés pour les réseaux Wi-Fi d'entreprise.

Les réseaux sans fil (WLAN) facilitent la mobilité des clients. Une des conséquences de cette mobilité est la nécessité de localiser les utilisateurs et équipements réseaux, ainsi que la détection des intrusions. Une localisation précise est source de valeur en elle-même et un avantage pour la prestation de services géolocalisés.

La mise en oeuvre de services de localisation et de services géolocalisés dans le cadre d'un WLAN permettent de localiser les utilisateurs, les intrusions, les points d'accès indésirables et autres menaces de sécurité, les équipements (équipements médicaux dans un hôpital notamment) ainsi que les sources d'interférences radio.

Cette étude fait le point sur les différentes technologies de services de mesure des distances et de services géolocalisés pour les WLAN, et propose un comparatif de leur efficacité et de leur complexité.

Elle indique notamment qu'une architecture à maillage sans fil (wireless grid), adossée à un maillage dense de bornes de distribution, propose une localisation plus précise que les architectures classiques. Cette architecture facilite une intégration économique des services de localisation à un WLAN, tout en préservant la performance du réseau.

QUELQUES EXEMPLES DE SERVICES GEOLOCALISES

Les données de localisation peuvent aider dans plusieurs domaines : sécurité, évaluation de la couverture des fréquences radio, gestion du réseau et information pour les utilisateurs. Compte tenu de la jeunesse des services de localisation fiables pour les WLAN, de nouvelles solutions sophistiquées émergent sur le marché. Parmi lesquelles:

1. La localisation des points d'accès indésirables qui pèsent sur la sécurité.
2. La localisation, puis l'éradication des sources d'interférences radio.
3. La localisation des clients, utilisateurs ou équipements.
4. La localisation des téléphones sans fil appelant un numéro d'urgence (exemple le 15 ou le 18).
5. L'identification d'un client dans un périmètre interne ou externe, ou dans un espace public.
6. La mise à disposition de plans d'étage ou d'indications descriptives de la localisation actuelle d'un utilisateur.
7. Les outils dédiés aux responsables réseau pour visualiser la portée des fréquences radio dans un immeuble.

CONDITIONS POUR UNE LOCALISATION DE PRECISION

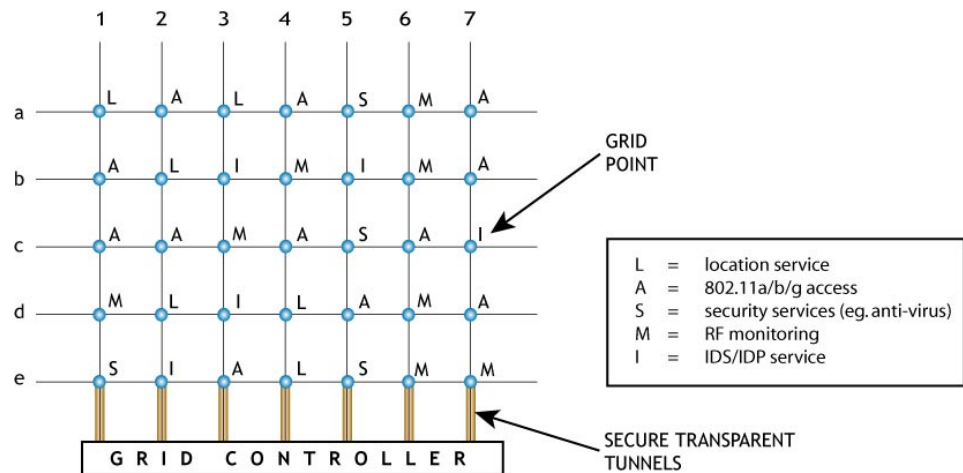
La définition du niveau de précision requis est l'étape initiale de la mise en place de services géolocalisés dans l'entreprise. L'objectif pratique qui sous-tend les applications d'entreprise citées ci-dessus est l'identification de l'étage d'un immeuble et de l'espace de travail cibles. Le lieu identifié doit se trouver à moins de 3 mètres de l'emplacement réel.

UNE ARCHITECTURE À MAILLAGE SANS FIL

Une architecture à maillage sans fil propose un maillage dense de points d'accès dénommés bornes de distribution (Grid Points). Chaque borne de distribution fournit une gamme de services et est gérée par le contrôleur du maillage. Une distance réduite entre les bornes et la possibilité d'altérer leur mode de fonctionnement sont des facteurs critiques en matière de localisation.

Schéma 1

Un maillage sans fil s'appuie sur un maillage serré de bornes de distribution qui offrent des services à la demande. Des tunnels sécurisés sont définis sur tout type de réseau IP à partir de chaque borne de distribution et vers un contrôleur du maillage qui attribue dynamiquement une fonction à chaque borne.



METHODES DE MESURE DES DISTANCES ET DE LOCALISATION

Une synthèse des technologies utilisées est présentée ci-après. Elles sont au nombre de quatre.

1. Le GPS
2. La modulation spécifique de fréquences radio pour mesurer le retard
3. L'identification du point d'accès le plus proche
4. La puissance du signal capté

Le GPS

Il s'agit d'une méthode commune de localisation via satellite. Un réseau satellitaire émet un signal traité par un capteur qui définit une localisation tri-dimensionnelle avec une marge d'erreur de 20 à 30 mètres. Cette méthode est largement utilisée pour les téléphones portables compte tenu des tarifs peu élevés des capteurs GPS. Elle rend possible la localisation des appels d'urgence et la prestation de services géolocalisés. La technologie GPS est cependant peu adaptée aux WLAN compte tenu de la faible fiabilité de la réception satellitaire au sein d'un immeuble et du prix d'un capteur GPS, qui reste néanmoins important par rapport au coût d'un client Wi-Fi.

Modulation spécifique

Cette technique nécessite une modulation spécifique du signal radio émis par le point d'accès. Le poste client mesure et compare le retard des signaux émis à partir de différents points d'accès. Il évalue ainsi une distance par rapport à chaque point d'accès émetteur selon le principe que le temps est proportionnel à la distance parcourue. L'emplacement des points d'accès étant connu, il est possible de localiser le poste client par une méthode de triangulation. Certains fournisseurs utilisent cette méthode en extérieur, pour les aires de stockage notamment, mais le signal radio utilisé par les réseaux Wi-Fi n'est guère adapté à cette technique.

Recherche du point d'accès le plus proche

Cette méthode devrait se nommer "Point d'accès associé". Elle suppose qu'un poste connecté (ou associé) à un point d'accès est plus proche de celui-ci que de tout autre point d'accès. Le poste se situe donc dans le rayon de couverture de ce point d'accès (ou au sein de sa cellule). Le point d'accès cible est facilement identifiable dans les WLAN. En revanche, dans le cas des réseaux filaires, la distance d'environ 20 mètres qui sépare chaque point d'accès pèse sur la précision et rend cette méthode trop aléatoire.

La puissance du signal capté

Cette méthode du signal capté, quelque peu améliorée, est celle utilisée dans les WLAN actuels. Dans sa version épurée, elle mesure la puissance du signal au niveau du point d'accès et permet d'identifier le client : la perte de puissance entre l'émetteur et le récepteur est proportionnelle à la distance parcourue. La mesure RSSI (Received Signal Strength Identification) propose une estimation de la distance mais pas de son axe directeur.

La localisation d'un client implique la détection et la mesure du signal client par trois points d'accès. La précision de cette méthode de triangulation des fréquences radio dépend de deux facteurs:

1. **La précision de chaque mesure.** Il existe de nombreux facteurs qui pèsent sur la précision des distances lors des mesures RSSI. Cette mesure peut s'avérer correcte en elle-même. En revanche l'orientation de l'antenne, la présence de murs, parois, objets métalliques peuvent obérer la puissance du signal. Une situation particulièrement vraie pour les utilisateurs mobiles. La distance réelle s'avère ainsi peu fiable.
2. **Le degré de précision est inversement proportionnel à la distance mesurée.** Dans le cadre de cette étude, nous adopterons l'hypothèse d'une proportionnalité entre les distances évaluées par mesures RSSI et les distances réelles entre le point d'accès et le client : un doublement de distance entre un point d'accès et le client tend à diviser par deux la fiabilité de la mesure.

L'examen de données factuelles se révèle intéressant à ce point de l'étude. Dans un WLAN classique, la distance entre les points d'accès est d'environ 20 mètres. La mesure RSSI probable (entre le point d'accès et le client) serait de 17 mètres, avec une marge d'erreur. Ainsi une mesure de 17 mètres peut correspondre à une distance réelle de 8 à 25 mètres. Ces chiffres bruts ne répondent pas à l'exigence présentée ci-dessus car la localisation n'indique pas précisément l'étage et l'espace de travail. C'est la raison pour laquelle, certains fournisseurs ont amélioré cette méthode de triangulation.

Avant de présenter ces nouveautés, concentrons-nous sur les difficultés pratiques pour la définition des mesures RSSI dans le cas d'une triangulation classique.

DIFFICULTES PRATIQUES DE LA TRIANGULATION DES FREQUENCES RADIO

La triangulation des fréquences radio se réalise selon la méthode indiquée ci-dessus avec cependant certaines complications.

Les points d'accès voisins d'un WLAN communiquent sur différents canaux de fréquences radio pour éviter toute interférence. La couche Wi-Fi MAC (Media Access Control) permet à tous les postes constitutifs d'une cellule (postes constitutifs d'un ensemble de service de base - BSS) d'émettre à tout moment. L'ensemble des stations (point d'accès notamment) se doit d'écouter en continu le canal de fréquences radio de la cellule afin de pouvoir capter toutes les transmissions.

Un point d'accès peut facilement indiquer une mesure RSSI pour un client dans sa cellule. Le point d'accès, pour mesurer un poste client au sein



d'une cellule environnante, doit arrêter son activité, permuter de canal, écouter dans l'attente de capter une transmission provenant du client, la mesurer avant de revenir sur son propre canal et reprendre son activité. Le point d'accès « détourne » du temps de sa propre cellule pour mesurer un client au sein d'une cellule voisine. Ceci a peu d'impact sur les cellules dont la charge d'activité est légère : un client en transmission alors que le point d'accès permute de canal, ne recevra pas d'accusé de réception et retransmettra ses données. Ce détournement de temps peut néanmoins provoquer des erreurs pour les flux multimédia (voix et données) qui sont susceptibles de ne pas être retransmis. Il réduit également considérablement le niveau de trafic maximal géré par le point d'accès (d'environ 30 % sur la base de tests, bien que cette réduction s'amplifie proportionnellement au nombre de mesures de localisation).

Cette méthode a été adoptée par nombre de fournisseurs WLAN, un choix par défaut compte tenu de la portée maximale de 30 mètres environ d'une borne Wi-Fi dans un immeuble, facteur qui limite le nombre de solutions alternatives. Les points d'accès ne pourront effectuer de mesures du client au-delà de cette distance. Comme nous l'avons indiqué, l'espacement classique entre points d'accès est de 20 mètres. Les quelques points d'accès situés dans le voisinage d'un lieu donné seront utilisés pour les mesures radio nécessaires à la localisation du client.

Certains fournisseurs ont modifié cette architecture en installant sur le client un logiciel qui permet une mesure RSSI permanente par le point d'accès, avec l'envoi d'une synthèse des mesures vers une plate-forme de localisation au sein du réseau. Cette approche présente l'avantage de transférer le traitement de la communication du point d'accès vers le client. Elle n'est cependant pas généralisée car les départements informatiques d'entreprises sont frileux quant à s'encombrer de clients spécifiques.

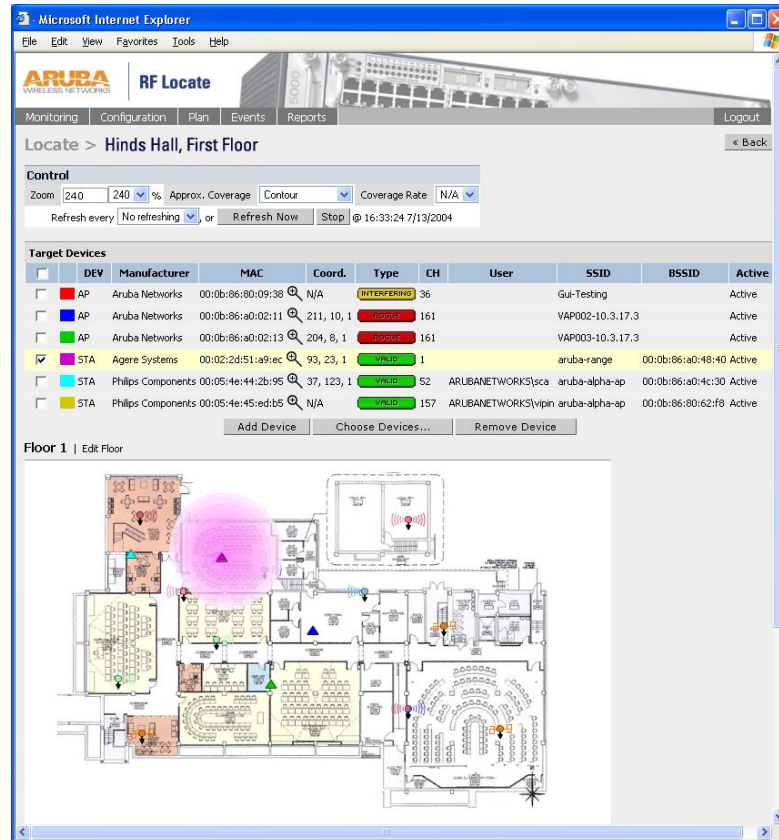
AMELIORATIONS DE LA METHODE DE TRIANGULATION

Gestionnaires de fréquences radio

Les paragraphes précédents portaient sur la consommation de temps par les points d'accès afin de gérer des canaux tiers en sus de la gestion de leur propre cellule. L'utilisation de gestionnaires dédiés est une technique alternative utilisée pour les WLAN. Ces gestionnaires sont similaires aux points d'accès (il s'agit parfois du même type de matériel), mais sont en permanence dans un mode d'écoute. Cette fonction est fort appréciable puisque ces gestionnaires améliorent la précision de la localisation et renforcent le périmètre de sécurité en détectant les sources de fréquences radio pouvant présenter des risques de sécurité ou causer des interférences.

Schéma 2

la triangulation à partir de points multiples identifie tout équipement 802.11



L'utilisation de gestionnaires augmente en revanche les coûts d'exploitation du réseau. La facture d'installation et d'acquisition d'un contrôleur est identique à celle des points d'accès mais peut doubler les coûts pour cette partie du réseau.

Plans d'étages et estimations

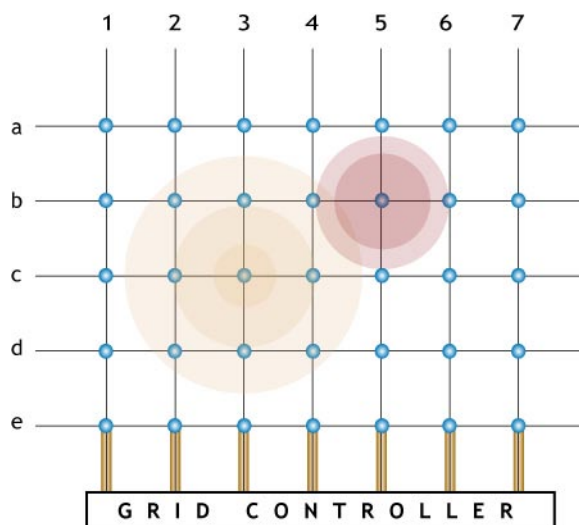
Le modèle de fréquence radio peut également être enrichi par saisie manuelle. Les points d'accès communiquent dans un « espace de fréquences radio » alors que les entreprises travaillent au sein d'un espace physique. Le responsable réseau importe souvent un plan d'étage et identifie les emplacements des points d'accès : les mesures triangulaires (relatives à l'emplacement des points d'accès) correspondent ainsi à des lieux physiques. Certains fournisseurs exigent également du responsable réseau qu'il répertorie les différents bureaux, cloisons, sols et autres obstructions de l'immeuble (ainsi, un mur extérieur en béton est susceptible d'atténuer un signal trois à quatre fois plus qu'un mur creux intérieur). La précision de l'évaluation des distances s'améliore, mais au détriment d'une administration plus lourde.

Vérifications physiques et caractérisation des fréquences radio

La vérification physique, ou caractérisation des fréquences radio (fingerprinting), est une méthode alternative et plus précise de localisation. Un ingénieur, doté d'un équipement spécifique, inspecte l'immeuble et s'arrête en plusieurs points pour permettre au réseau d'effectuer des mesures. Cette approche diffère de la modélisation d'un immeuble et permet au réseau de constituer une base de données de mesures réelles reliées à des lieux spécifiques. Cette méthode améliore la précision des localisations mais présente certains inconvénients : temps de mise en oeuvre et budget conséquent, mesures précises imposant une étude minutieuse des lieux et caducité des résultats dès que l'immeuble est modifié (déplacement de points d'accès ou modification de l'ameublement). Une vérification physique réduit la marge d'erreur du modèle de localisation en la ramenant de 18 à 3 mètres, proche de la fiabilité souhaitée mais avec un coût et une complexité accrus.

Schéma 3

Les bornes du maillage sans fil d'Aruba, proches de leur cible, s'auto-configurent afin de déterminer la puissance RSSI, les sources d'interférences et les mesures de localisation. C3, puis B5, sont en mode transmission pendant que les autres s'auto-configurent. La configuration s'effectue aussi bien globalement qu'individuellement.



Analyse statistique

Certains fournisseurs ont développé des solutions qui appliquent une théorie de probabilité aux mesures RSSI brutes. Cette approche fournit des résultats très précis sous certaines conditions, mais nécessite une vérification physique et probablement une nouvelle plate-forme informatique sur le réseau. Ces systèmes sont mis en oeuvre dans certains cas particuliers qui ne concernent pas les WLAN.

MAILLAGES SANS FIL ET MESURES DE LOCALISATION

L'avènement de l'architecture à maillage sans fil améliore la précision des mesures de localisation. Le maillage sans fil se démarque des architectures précédentes en réduisant le coût des points d'accès, qui deviennent désormais des bornes de distribution installées au sein des espaces de travail et non dans les faux-plafonds : la facture du déploiement est ainsi allégée. Le déploiement de bornes de distribution étant plus économique que celui de points d'accès, ces bornes sont installées en plus grand nombre et constituent ainsi un maillage sans fil géré de manière centralisée par un contrôleur du maillage. De nombreuses bornes de distribution émettent à une faible puissance au sein d'un maillage sans fil alors que d'autres bornes sont paramétrées de manière dynamique dans un mode de gestion de la sécurité, de la localisation et des fréquences radio.

Le contrôleur du maillage et les bornes de distribution disposent de l'ensemble des fonctionnalités requises pour des mesures de localisation précises. Le responsable du réseau importe un plan d'étage de l'immeuble à l'issue de l'installation des bornes de distribution et indique l'emplacement de chaque borne sur le plan : il s'agit de l'unique étape manuelle.

Le maillage sans fil tire avantage de sa densité: la vérification manuelle et la caractérisation des fréquences radio deviennent caduques. Chaque borne se met en mode de gestion et récupère les mesures RSSI précises pour les nombreuses bornes de distribution. Ces mesures sont téléchargées dans une base de données pour un résultat équivalent, mais néanmoins automatisé, à la méthode de caractérisation.

Lorsqu'un client doit être localisé, les mesures RSSI sont effectuées via la totalité des bornes concernées, à l'exception des bornes reliées à un canal de fréquence radio tiers. La densité des bornes d'accès permet la prise d'une multitude de mesures et contribue ainsi à une meilleure fiabilité de la localisation, compte tenu des trois facteurs suivants :



En premier lieu, les bornes de distribution se retrouvent plus nombreuses à proximité du client, ce qui donne lieu à davantage de mesures et à une meilleure précision de l'emplacement.

Puis, les bornes d'accès de proximité sont nettement plus proches que dans le cas de réseaux traditionnels avec des points d'accès éparpillés.

Enfin, les bornes de distribution qui ne fournissent pas de services sans fil sont en permanence dans un mode de gestion, ce qui permet des mesures RSSI sur le long terme. Cette approche est à l'opposé des points d'accès qui détournent du temps de leur fonction de fournisseurs de service, pour mesurer l'activité des clients d'un autre canal radio. Ce partage de temps nuit à l'activité sans fil ou aux mesures de localisation.

Autre aspect du maillage sans fil: l'ensemble des logiciels nécessaires aux informations et à la visualisation de la localisation se situe au niveau du contrôleur du maillage. Ces fonctionnalités ne requièrent aucun équipement de gestion supplémentaire.

OUTILS ET FONCTIONNALITES DE LOCALISATION AU SEIN D'UN RESEAU À MAILLAGE SANS FIL


Une maillage sans fil met à disposition les outils suivants, dédiés aux responsables réseau:

1. **Visualisation de la couverture des fréquences radio.** Il s'agit d'une représentation de l'immeuble qui affiche les différentes bornes d'accès et les canaux radio utilisés, ainsi que les prévisions du maillage sans fil en matière de couverture et de puissance du signal.
2. **Identification du client.** Le responsable réseau peut désigner un client en particulier et utiliser le réseau afin de localiser et identifier le client sur le plan d'étage. Le maillage sans fil propose également un historique et un rapport des mouvements et localisations d'un client donné.
3. **Localisation dans une optique de dépannage.** Cette fonctionnalité, qui nécessite de connaître la localisation d'un problème, utilise de nombreuses fonctionnalités, y compris celle indiquées ci-dessus. La détermination avec précision de l'emplacement évite le coût du

déplacement d'un ingénieur. Dans le cas contraire, l'ingénieur reste néanmoins beaucoup plus efficace sur site si la panne est identifiée avec précision.

4. **Identification des actifs.** Les équipements de valeur peuvent être identifiés à l'aide d'un marquage de type Wi-Fi disponible sur le marché. Ils sont ainsi identifiés comme n'importe quel autre client.
5. **Détection des points d'accès indésirables.** Les points d'accès indésirables sont des points d'accès prohibés, généralement introduits dans l'immeuble par des collaborateurs. Lorsqu'ils sont raccordés au LAN d'entreprise, ils permettent à tout poste d'accéder aux ressources du réseau. Ces points d'accès indésirables sont détectés automatiquement par les capteurs de fréquences radio (bornes d'accès). Une alarme est activée lorsqu'un point d'accès indésirable est détecté. Les informations relatives, son emplacement notamment, sont fournies au responsable réseau. Le maillage sans fil permet également de désactiver un point d'accès indésirable à distance via une inondation des fréquences radio ou à partir du réseau filaire.
6. **Identification des pirates.** Les attaques malveillantes de type « interception humaine » ou « déni de service », bien que rares, constituent une menace pour les réseaux d'entreprise. Le maillage sans fil dispose d'outils de détection et d'identification automatique de ces risques. Des mesures rectificatives sont ainsi mises en œuvre rapidement et se concentrent sur la localisation identifiée.
7. **Gestion dynamique.** Le contrôleur du maillage s'appuie sur les algorithmes de gestion des fréquences radio pour identifier les cellules de bornes de distribution. Il peut ainsi dynamiquement inciter le maillage à une meilleure répartition de la charge sur des cellules avoisinantes.
8. **Localisation des clients non-sécurisés.** Les réseaux d'entreprise disposent généralement de procédures strictes pour la protection de leurs postes de travail. Certains clients représentent de véritables risques lorsqu'ils ne présentent pas le niveau de sécurité requis par les technologies de sécurité Wi-Fi les plus récentes. Les maillages sans fils identifient ces clients, les localisent et permettent la prise rapide de mesures adéquates.
9. **Localisation des clients prohibés.** Les tentatives de connexion des clients prohibés (ou de leurs utilisateurs) peuvent être suivies et identifiées, ce qui permet de consolider la sécurité du réseau.



- 
- 10. Identification des sources d'interférences.** Certains équipements peuvent affecter le bon fonctionnement des WLAN, notamment ceux émettant sur la bande des 2,4Ghz via les protocoles 802.11b et 802.11g : certains téléphones sans fil et fours micro-ondes notamment. Ces interférences périodiques sont difficiles à identifier dans les WLAN traditionnels. Le maillage sans fil surveille par contre en permanence les sources d'interférence et précise leur localisation au responsable réseau.
- 11. Localisation des appels d'urgence.** La téléphonie Wi-Fi est en pleine expansion, tout comme la nécessité de pouvoir localiser les combinés. Dans de nombreux pays, les centres d'appels d'urgence exigent de disposer de la localisation de l'appel téléphonique d'urgence. Cette information est mise à disposition de manière précise par le maillage sans fil.
- 12. Classification par type d'utilisation.** Le maillage sans fil fournit une localisation qui permet au responsable réseau d'identifier si le client est à l'intérieur ou à l'extérieur d'un immeuble, ou dans un espace public plutôt qu'au sein d'un laboratoire. Cette information est notamment utile pour empêcher les utilisateurs externes à l'immeuble de se connecter au réseau, même si ces derniers captent le signal.
- 13. Interfaces avec les applications logicielles d'entreprise.** Ces technologies émergentes permettent par exemple à un assistant personnel de télécharger un plan du voisinage qui peut indiquer l'emplacement d'une salle de réunion spécifique. Les équipements qui présentent un marquage Wi-Fi sont automatiquement identifiés par un logiciel de réservation ou une solution de gestion des ressources d'entreprise.

CONCLUSION

Cette étude propose une synthèse des différentes méthodes utilisées dans des WLAN pour les mesures de localisation et l'utilisation d'une telle information.

Dans le cas d'un maillage sans fil, la proximité des points d'accès dans le maillage permet la localisation des sources de fréquences radio, jusqu'au niveau de l'espace de travail.

Les services de localisation sont économiques à déployer au sein d'un maillage sans fil: les mesures sont effectuées par un maillage dense de bornes de distribution et rendent caduques la vérification physique ou la caractérisation de l'immeuble.

En parallèle, le contrôleur du maillage propose une boîte à outils exhaustive et intégrée pour gérer le réseau et se passe du poids financier des équipements et outils connexes.

Les mesures de localisation sont intrinsèquement utiles et présentes un intérêt en tant que données pour les services géolocalisés. Cette étude conclut sur un éventail des différentes méthodes précises de collecte des informations de localisation et de leur efficacité pour le maillage sans fil.

###





ARUBA

120, avenue Charles de Gaulle | Neuilly sur Seine Cedex | 92522
tel +1 72 92 05 56 | fax +1 71 92 05 57

www.arubanetworks.com