

# Trajets multiples et diversité

## Contenu

[Introduction](#)

[Conditions préalables](#)

[Conditions requises](#)

[Components Used](#)

[Conventions](#)

[Multitrajets](#)

[Diversité](#)

[Étude de cas](#)

[Résumé](#)

[Informations connexes](#)

## Introduction

Ce document décrit :

- Distorsion attribuable aux trajets multiples
- La façon dont la distorsion attribuable aux trajets multiples nuit au rendement d'un réseau sans fil.
- Diversité
- La façon dont la diversité contribue à améliorer le rendement dans un environnement multitrajets.

## Conditions préalables

### Conditions requises

Aucune spécification déterminée n'est requise pour ce document.

### Components Used

Les informations contenues dans ce document sont basées sur les versions de matériel et de logiciel suivantes :

- Équipement Cisco Aironet et Airespace de réseau local sans fil
- Cisco IOS®, VxWorks et systèmes d'exploitation SOS (pour la gamme Cisco Aironet 340 et les versions antérieures)

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is

live, make sure that you understand the potential impact of any command.

## Conventions

Pour plus d'informations sur les conventions utilisées dans ce document, reportez-vous à [Conventions relatives aux conseils techniques Cisco](#).

## Multitrajets

Afin de comprendre la diversité, il faut comprendre la distorsion attribuable aux trajets multiples.

Lorsqu'un signal de radiofréquences (RF) est transmis au receveur, le comportement général du signal de RF consiste à s'élargir au cours de sa transmission. Ce faisant, le signal de RF frappe des objets qui le réfléchissent, le réfractent, le diffractent ou encore, qui interfèrent avec le signal. Lorsqu'un signal de RF est réfléchi sur un objet, de nombreux fronts d'onde se créent. À la suite de la création de ces nouveaux fronts d'onde, plusieurs fronts d'onde parviennent au récepteur.

Une propagation multitrajets se produit lorsque les signaux de RF prennent différents chemins d'une source à une destination. Une partie du signal se dirige vers la destination pendant qu'une autre partie rebondit contre une obstruction, avant de poursuivre son chemin vers la destination. Par conséquent, une partie du signal est retardée et finit par parcourir un chemin plus long avant d'atteindre la destination.

Les trajets multiples peuvent être définis comme suit: ils sont issus de la combinaison du signal initial et des fronts d'onde reproduits à cause de la réflexion des ondes sur les obstacles entre l'émetteur et le receveur.

La distorsion attribuable aux trajets multiples est une forme de brouillage de RF qui se produit lorsqu'un signal radio emprunte plus d'un chemin entre le récepteur et l'émetteur. Cela se produit dans les cellules où il ya des surfaces métalliques ou d'autres surfaces réfléchissant les signaux de RF, comme les meubles, les murs ou le verre métallisé.

Voici des environnements de réseau local sans fil (WLAN) s'accompagnant d'une forte probabilité de brouillage attribuable aux trajets multiples :

- Hangars d'aéroport
- Aciérie
- Zones de fabrication
- Centres de distribution
- Autres emplacements où l'antenne d'un appareil de RF est exposée à des structures en métal, notamment : Murs Plafonds Bâtis Étagères Autres éléments métalliques

Voici certains des effets de la distorsion attribuable aux trajets multiples :

- Corruption des données — Se produit lorsque le phénomène de trajets multiples est si grave que le receveur n'est pas en mesure de détecter l'information transmise.
- Annulation du signal — Se produit lorsque les ondes réfléchies arrivent exactement hors phase avec le signal principal et annulent complètement le signal principal.
- Accroissement de l'amplitude du signal — Se produit lorsque les ondes réfléchies arrivent en phase avec le signal principal, s'ajoutant au signal principal et en augmentant la puissance.
- Diminution de l'amplitude du signal — Se produit lorsque les ondes réfléchies arrivent hors

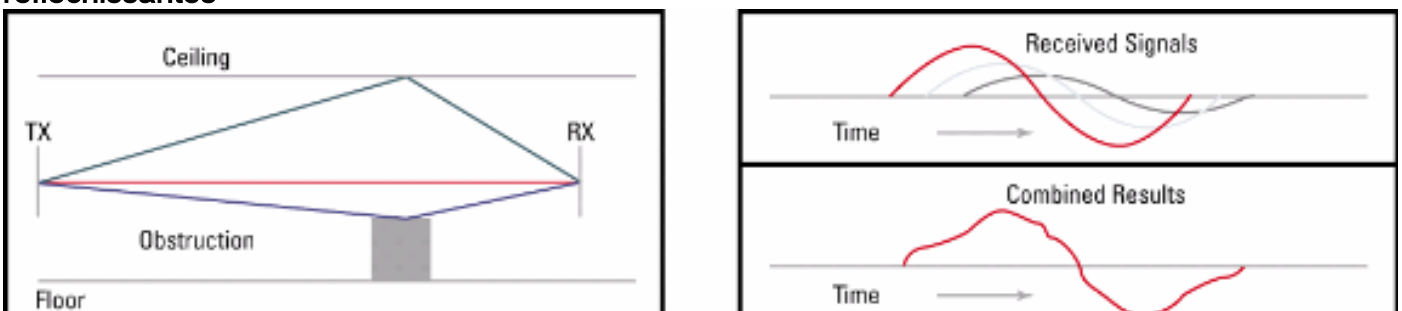
phase dans une certaine mesure, le signal principal réduisant par conséquent l'amplitude du signal.

Cette section explique la manière dont la distorsion attribuable aux trajets multiples se produit et ses effets sur le WLAN.

Une antenne source émet de l'énergie RF dans plus d'une direction définie. La RF se déplace entre l'antenne source et l'antenne de la destination en empruntant le chemin le plus direct. Elle rebondit sur les surfaces qui réfléchissent le signal de RF (voir la [Figure 1](#)). La réflexion des ondes de RF entraîne ce qui suit :

1. Les ondes de RF réfléchies se déplacent plus loin et arrivent plus tard que les ondes directes de RF.
2. Le signal réfléchi perd plus d'énergie de RF que le signal direct, compte tenu du plus long chemin de transmission.
3. Le signal perd de l'énergie à cause de la réflexion.
4. Les ondes souhaitées sont jumelées à de nombreuses ondes réfléchies dans le receveur.
5. Lorsque les différentes formes d'onde se combinent, elles entraînent une distorsion de la forme d'onde souhaitée et nuisent à la capacité de décodage du receveur. Lorsque des signaux réfléchis sont combinés au niveau du receveur, même si la puissance du signal est élevée, la qualité du signal est mauvaise.
6. Les ondes réfléchies sont aussi différentes des ondes non réfléchies sur le plan positionnel.

**Figure 1 – le receveur entend plusieurs signaux multitrajets provenant des surfaces réfléchissantes**

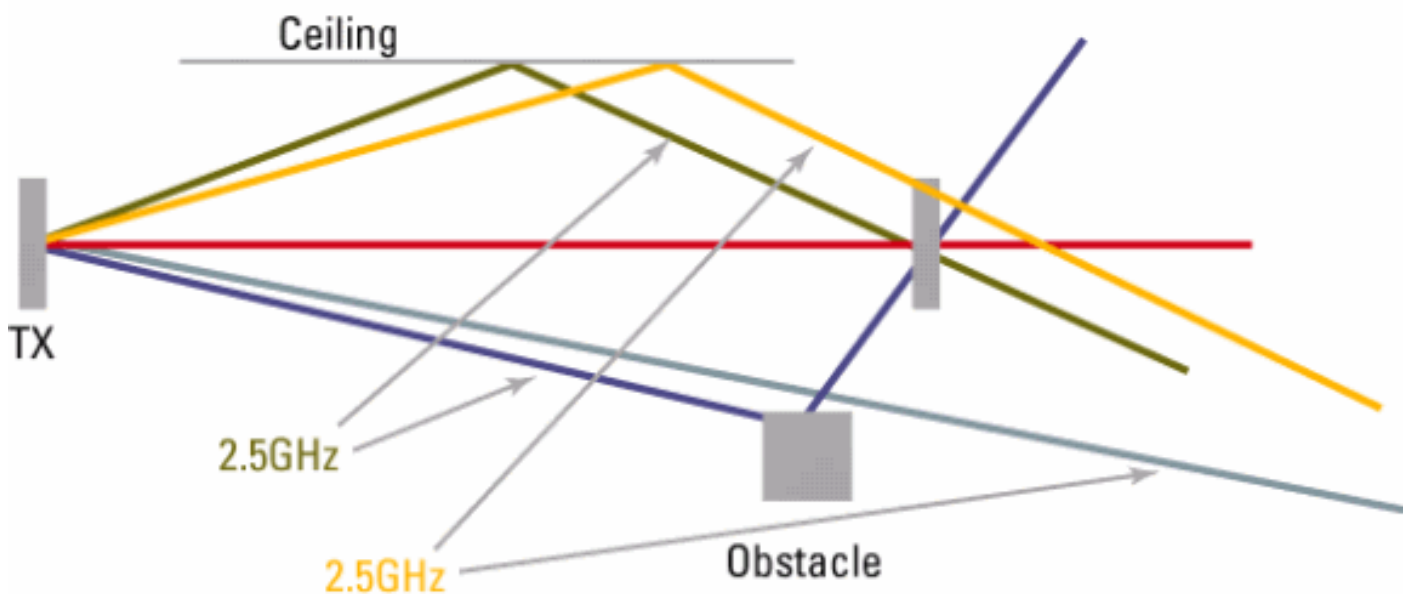
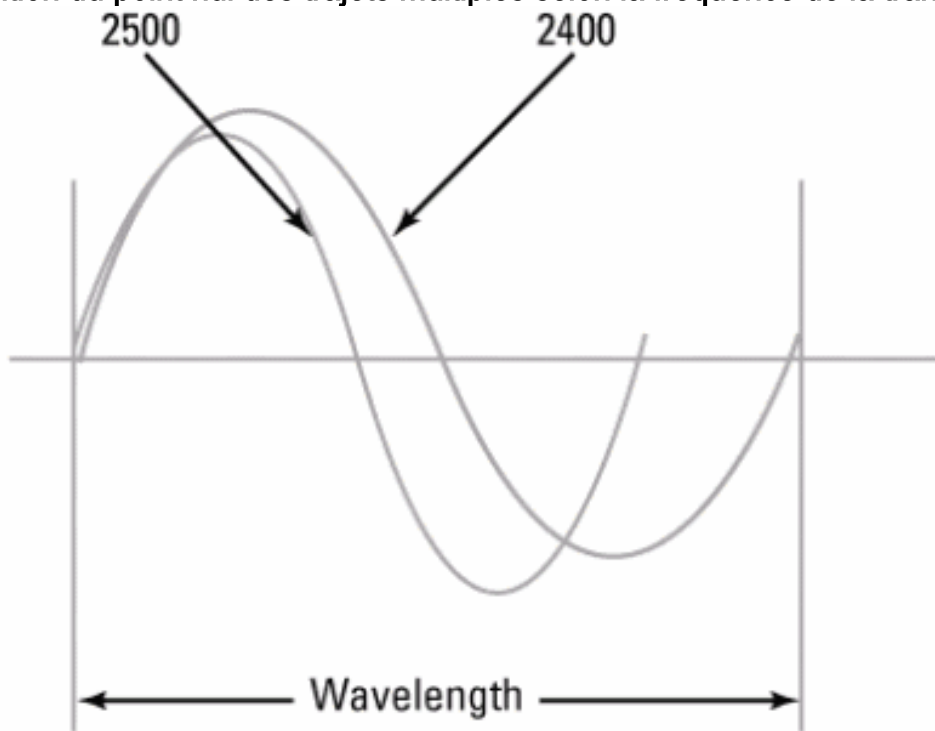


Le retard de transmission découlant des multiples trajets fait en sorte que les symboles de l'information qui sont représentés dans les signaux 802.11 se chevauchent. Cela crée de la confusion sur le plan du receveur. Si les retards sont assez importants, des erreurs binaires se produiront dans le paquet. Le récepteur ne peut pas distinguer les symboles et interpréter correctement les bits correspondants. La station de destination détecte le problème au cours du processus de vérification des erreurs de 802.11. La vérification de redondance cyclique (CRC, la somme de contrôle) ne traite pas correctement les calculs. Cela indique qu'il y a une erreur dans le paquet. Pour donner suite aux erreurs binaires, la station de destination n'envoie pas un énoncé de reconnaissance 802.11 à la station source. L'expéditeur finit par retransmettre le signal après avoir retrouvé l'accès au support. En raison des retransmissions, les utilisateurs observent des débits inférieurs lorsque l'interférence provenant des trajets multiples est considérable. Si l'emplacement de l'antenne est modifié, il y aura aussi des changements de réflexions. Cela réduit les risques d'interférence multitrajets, de même que les effets de cette interférence, lorsqu'elle se produit.

Dans un environnement multitrajets, les points de signal nul sont situés partout dans la zone. La distance que parcourt une onde de RF, la façon dont elle rebondit et les points nuls des trajets multiples sont déterminés par la longueur d'onde de la fréquence. Lorsque la fréquence change, la

longueur de l'onde changera également. Par conséquent, lorsque la fréquence change, l'endroit des points de signal nul des trajets multiples changera aussi (consultez la [Figure 2](#)). La longueur de l'onde 2,4 GHz est d'environ 12,5 cm (4,92 pouces). La longueur de l'onde 5 GHz est d'environ 6 cm (2,36 pouces).

Figures 2 – Position du point nul des trajets multiples selon la fréquence de la transmission



Le défilement du temps de propagation est un paramètre utilisé pour désigner les trajets multiples. Le défilement du temps de propagation se dit du délai entre l'instant où le signal principal arrive et l'instant où le dernier signal réfléchi arrive. Le délai du signal réfléchi se mesure en nanosecondes (ns). L'importance du défilement du temps de propagation varie selon le milieu, comme l'intérieur de la maison, le bureau ou un environnement manufacturier.

Défilement du temps de propagation	Nanosecondes
------------------------------------	--------------

Maisons	< 50 ns
Bureaux	~100 ns
secteur manufacturier	~200 à 300 ns

Un signal multitrajets peut avoir une puissance RF élevée, mais néanmoins un mauvais niveau de qualité.

**Remarque :** La faible intensité du signal RF n'indique pas une mauvaise communication. Cependant, une faible qualité de signal ne signifie pas une mauvaise communication.

## Diversité

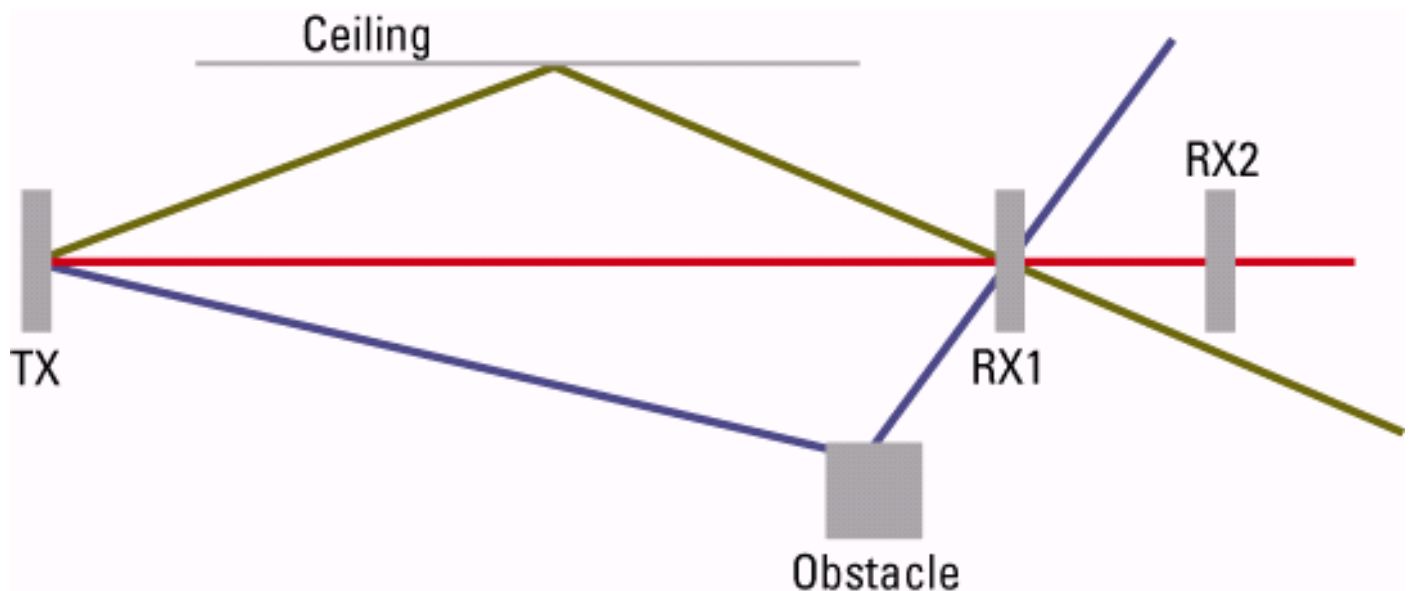
La diversité est l'utilisation de deux d'antennes pour chaque radio, afin d'augmenter les chances que vous receviez un meilleur signal sur l'une ou l'autre des deux antennes. Les antennes utilisées pour offrir une solution de diversité peuvent être dans le même boîtier physique ou doivent être deux antennes égales, mais distinctes dans un même emplacement. La diversité soulage le réseau sans fil dans un scénario de propagation par trajets multiples. Les antennes de diversité sont physiquement séparées de la radio et sont aussi séparées l'une de l'autre, pour veiller à ce que l'une subisse moins que l'autre les effets de la propagation par trajets multiples. De façon générale, les deux antennes font en sorte que si une antenne se trouve à un point nul de RF, l'autre ne le sera pas. Cela offre de meilleurs résultats dans un environnement de propagation par trajets multiples (voir la [Figure 3](#)). Vous pouvez déplacer l'antenne pour éviter qu'elle soit au point nul. Cela permet une bonne réception du signal.

Cisco Systems active la diversité des antennes par défaut dans ses produits de points d'accès Aironet. Le point d'accès échantillonne le signal radio provenant de deux bornes d'antenne intégrées et choisit une antenne de prédilection. Cette diversité crée un milieu plus robuste dans les cas de propagation par trajets multiples.

La diversité d'antennes ne vise pas à élargir la plage de couverture d'une cellule radio. Elle vise plutôt à améliorer la couverture. La couverture améliorée vise à surmonter les problèmes découlant de la propagation par trajets multiples et des points nuls de signal. Les tentatives d'utilisation des deux antennes sur un point d'accès pour couvrir deux différentes cellules radio peuvent entraîner des problèmes de connectivité.

Un avertissement s'impose au sujet de la diversité. La diversité n'est pas conçue pour l'utilisation de deux antennes couvrant deux différentes cellules de couverture. Le problème lié à cette utilisation vient de ce que si l'antenne numéro 1 communique avec le périphérique numéro 1 pendant que le périphérique numéro 2 (c'est-à-dire la cellule de l'antenne numéro 2) tente une communication, l'antenne numéro 2 n'est pas connectée (en raison de la position du commutateur) et la communication échoue. La diversité d'antennes devrait permettre de couvrir la même zone depuis un emplacement légèrement différent.

**Figure 3 – Comment les deux antennes contribuent à faire en sorte qu'une antenne ne constitue pas un point nul.**



Grâce à une solution d'antennes de diversité faisant appel à deux antennes dans le même boîtier physique, il y a deux éléments de réception et de transmission. Étant donné qu'il y a deux éléments, il y a deux câbles d'antenne; ces deux câbles doivent être connectés aux bornes d'antennes du point d'accès.

La radio dans le point d'accès ne peut pas physiquement déplacer l'antenne. Comparons la fonctionnalité de diversité à un commutateur qui sélectionne une antenne à la fois. Il est impossible d'écouter deux antennes en même temps. Cela crée une propagation par trajets multiples, car chaque antenne reçoit à différents moments le signal radio. Parce que chaque antenne est sélectionnée séparément, les deux antennes doivent avoir les mêmes caractéristiques de rayonnement et être positionnées de façon à fournir une couverture de cellule semblable (voir la [Figure 4](#)). Deux antennes reliées au même point d'accès ne doivent pas être utilisées pour couvrir deux cellules différentes.

Afin d'augmenter la couverture, il faut effectuer une analyse du site pour déterminer la couverture RF des antennes. Placer les points d'accès dans les domaines appropriés du site d'installation. L'objectif de la diversité est de surmonter les réflexions attribuables aux trajets multiples. Les antennes de diversité partagent le même boîtier physique et sont placées à une distance optimale l'une de l'autre. Le fabricant de l'antenne en particulier détermine cette distance selon les caractéristiques de l'antenne. Lorsque vous utilisez une paire d'antennes ayant des caractéristiques correspondantes afin d'assurer une diversité pour la couverture de cellule dans vos installations, la marche à suivre consiste à placer les antennes en les séparant d'une distance égale à un multiple de la longueur d'onde de la fréquence transmise. La longueur de l'onde 2,4 GHz est d'environ 12,5 cm (4,92 pouces). Par conséquent, pour prendre en charge la diversité avec des bandes de fréquences radio à 2,4 GHz au moyen de deux antennes distinctes, les antennes doivent être séparées d'environ cinq pouces. Les deux antennes pourraient également être séparées par multiples de cinq, pour autant que la distance entre les deux ne dépasse pas quatre multiples : les ondes réfléchies qui sont séparées par une plus grande distance sont susceptibles d'être si déformées et de présenter un éventail si vaste sur le plan du défilement du temps de propagation que la radio pourrait être incapable de les traiter.

Lorsque les antennes sont séparées de plus ou de moins que l'équivalent de la longueur d'onde 2,4 GHz (soit cinq pouces), la cellule de couverture radio pour chaque antenne devient différente. Si les cellules de couverture deviennent trop différentes, le client ou le nœud final peut subir une perte de signal ou un rendement médiocre. Voici un exemple de cellules offrant une couverture différente : une antenne directionnelle sur la borne d'une antenne et une antenne omnidirectionnelle ou à gain supérieur sur l'autre borne.

L'objectif de la diversité est d'offrir le meilleur débit possible en réduisant le nombre de paquets manqués ou faisant l'objet de nouvelles tentatives.

Pour de plus amples renseignements sur les types d'antennes qu'offre Cisco, reportez-vous au [guide de référence sur les antennes de Cisco Aironet](#)

**Figure 4 – Périphériques sans fil de la gamme Cisco Aironet 350 avec deux antennes à plaque de 6.0 dBi pour la diversité**



## Étude de cas

Un terrain de golf ayant une application de notation électronique fait appel à un point d'accès au moyen d'une antenne extérieure dont la portée englobe une zone du terrain de golf. Une antenne est utilisée pour couvrir le côté gauche du terrain. Étant donné que le phénomène de propagation par trajets multiples est peu prononcé, une antenne suffit. Sur le terrain, une antenne Yagi directionnelle est privilégiée pour sa capacité (en distance) et sa facilité d'installation.

Lorsqu'il est décidé que l'on élargisse la couverture sur le terrain de golf, un autre point d'accès n'est pas ajouté pour y parvenir. Plutôt, une antenne directionnelle Yagi est fixée au connecteur de l'autre antenne. La deuxième antenne est dirigée dans une autre direction. Le personnel parcourt le terrain et effectue une analyse du site pour tester le réseau. Il n'y a aucun problème de couverture. Cependant, lorsqu'un tournoi débute et que plus d'utilisateurs sont ajoutés au réseau sans fil, des difficultés surviennent, de même qu'une perte de connectivité.

Lorsque le client sur le côté gauche du terrain se relie au point d'accès, le signal est très faible, car le point d'accès reçoit le signal d'un client avec l'antenne orientée vers la droite. Par conséquent, le client est hors portée de l'antenne orientée à droite et perd sa connexion. Cependant, la radio du point d'accès détecte un problème et échantillonne la borne de l'antenne gauche, suivant l'hypothèse voulant qu'un problème attribuable à une propagation de trajets multiples soit survenu. L'antenne bascule et la couverture du client s'accroît. Tandis que le client se dirige de l'autre côté, les nouvelles tentatives commencent et la connexion radio du point d'accès bascule pour faire appel à l'autre borne de l'antenne et conserver la connectivité.

Par conséquent, lorsque le point d'accès ne peut pas recevoir le signal de client, il commute. Le point d'accès évalue et utilise la meilleure antenne pour recevoir les données du client. Le point d'accès utilise alors la même antenne lorsqu'il retransmet les données au client. Si le client ne répond pas sur cette antenne, le point d'accès tente d'envoyer les données au moyen de l'autre

antenne.

Dans ce cas-là, la configuration initiale allait comme suit : un client et deux cellules distinctes; cette solution fonctionne jusqu'à ce que des clients supplémentaires s'ajoutent. Tandis que le point d'accès communique aux clients sur le côté gauche du terrain, il ne bascule pas vers l'antenne orientée à droite s'il n'y a eu aucune nouvelle tentative, car il ne détecte pas d'erreur. Toutefois, cela cause des difficultés aux utilisateurs qui ne sont pas reliés à l'antenne gauche.

**Remarque :** Les deux ports d'antenne du point d'accès sont conçus pour la diversité spatiale et la radio vérifie uniquement l'autre antenne en cas d'erreur.

Les clients du côté droit du terrain ont des problèmes de connexions. C'est uniquement lorsqu'un client ayant un signal faible atteint l'antenne gauche que le point d'accès reconnaît ces clients et bascule pour recevoir leurs signaux. Cela fait en sorte que l'antenne de droite devient active. Par conséquent, le côté gauche du terrain commence à recevoir des erreurs jusqu'à ce que l'antenne sur la droite repère un client et commute de nouveau.

Dans le cas du terrain de golf, deux méthodes peuvent contribuer à résoudre ce problème :

- Le remplacement des antennes directionnelles Yagi par des antennes omnidirectionnelles. Bien que le gain d'antenne des antennes omnidirectionnelles soit légèrement inférieur à celui des antennes Yagi, la connexion radio du point d'accès peut fonctionner dans toutes les directions plutôt que de suivre la tendance directionnelle de 30 degrés de l'antenne Yagi. Étant donné que le gain de l'antenne omnidirectionnelle est inférieur de 1 dBi seulement à celui de l'antenne Yagi, cette substitution fonctionne.
- L'ajout d'un point d'accès supplémentaire pour couvrir l'autre cellule radio. Les deux points d'accès peuvent traiter le trafic de RF et chaque point d'accès peut utiliser l'antenne Yagi à gain supérieur pour couvrir sa zone. Cela nécessite que vous configuriez chaque point d'accès pour utiliser des fréquences qui ne se chevauchent pas, pour réduire la surcharge radio. Le débit est augmenté, car le nombre d'utilisateurs par point d'accès est réduit.

## Résumé

- La diversité est un processus automatique qui ne requiert pas d'intervention ou de configuration de l'utilisateur.
- La diversité est une méthode pour surmonter ou réduire autant que possible la distorsion attribuable à la propagation par trajets multiples.
- La distorsion attribuable à la propagation entraîne des points nuls et la réflexion des ondes radio (qu'on appelle aussi des échos). Cela occasionne de nouvelles tentatives d'échange de données.
- Les ondes radio réfléchissent sur des surfaces métalliques comme des classeurs, des tablettes, de plafonds et des murs.
- Dans le contexte de la diversité, les antennes doivent être du même type et offrir le même gain.
- Les antennes doivent être placées suffisamment proches l'une de l'autre pour que la couverture de RF soit presque identique. Essayez d'éviter de placer les deux antennes assez loin pour qu'elles couvrent deux cellules radio différentes.
- Les points d'accès Cisco Aironet font appel au principe de la diversité spatiale.
- Les antennes doivent être déployées près de la zone de couverture visée, afin d'éviter des



longueurs de câbles.

- Vous devez toujours effectuer une analyse du site, pour évaluer correctement la zone de couverture.

## [Informations connexes](#)

- [Méthodes d'extension de la zone de couverture radio du réseau local sans fil](#)
- [Analyse du site sans fil - Forum Aux Questions](#)
- [Résolution des problèmes de connectivité dans un réseau LAN sans fil](#)
- [Points d'accès Cisco Aironet - FAQ](#)
- [Page de prise en charge du mode sans fil](#)
- [Support et documentation techniques - Cisco Systems](#)