

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 110 806

②1 N° d'enregistrement national : **20 05114**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 04 W 52/54 (2019.12), H 04 L 29/06, H 04 W 88/08**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 19.05.20.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.11.21 Bulletin 21/47.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **ORANGE Société Anonyme — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **REDIETEAB Getachew.**

⑦3 Titulaire(s) : **ORANGE Société Anonyme.**

⑦4 Mandataire(s) : **CABINET VIDON BREVETS.**

⑤4 Procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès sans fil, point d'accès, station, et programme d'ordinateur correspondants.

⑤7 Procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès sans fil, point d'accès, station, et programme d'ordinateur correspondants.

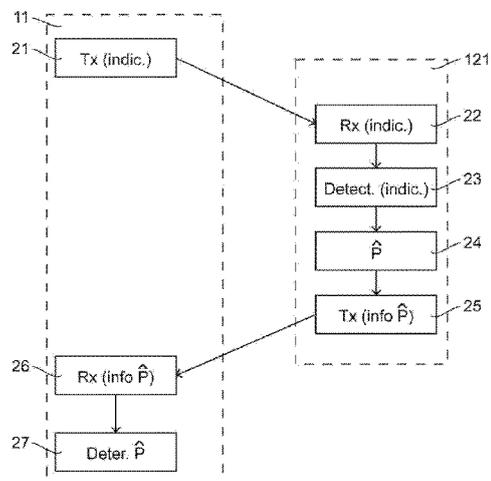
L'invention concerne un procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, comprenant :

- la diffusion (21), vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, d'une trame descendante, ladite trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant ladite trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue,

- la réception (26) d'au moins une trame montante en provenance d'au moins une desdites stations, en réponse à ladite trame descendante, une trame montante émise par une station portant une information représentative du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,

- la détermination (27) d'au moins un niveau de puissance du point d'accès reçue par au moins une desdites stations, à partir de la ou desdites informations représentatives du niveau de puissance portées par la ou lesdites trames montantes.

Figure pour l'abrégé : Figure 2



FR 3 110 806 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès sans fil, point d'accès, station, et programme d'ordinateur correspondants.

- [0001] 1. Domaine de l'invention
- [0002] Le domaine de l'invention est celui des communications sans fil.
- [0003] Plus précisément, l'invention concerne les réseaux de communication sans fil en mode infrastructure, mettant en œuvre au moins un point d'accès et au moins une station, et propose une solution pour gérer notamment la puissance d'émission du ou des points d'accès.
- [0004] L'invention concerne notamment les réseaux de communication sans fil compatibles avec la norme IEEE 802.11 selon ses différentes versions, actuelles ou à venir, plus communément appelés réseaux Wi-Fi pour « Wireless Fidelity ». En particulier, l'invention concerne les réseaux Wi-Fi selon la norme IEEE 802.11ax ou IEEE 802.11be.
- [0005] 2. Art antérieur
- [0006] Comme illustré en figure 1, un réseau Wi-Fi en mode infrastructure comprend au moins un point d'accès 11 (en anglais « Access Point », AP) et au moins une station située dans la zone de couverture du point d'accès.
- [0007] Le point d'accès 11 et les stations situées dans sa zone de couverture (STA1 121, STA2 122, STA3 123 et STA4 124) forment un ensemble de services de base (en anglais « Basic Service Set », BSS), associé à une cellule de communication. En mode infrastructure, le point d'accès 11 peut être considéré comme le point central de la cellule, car mis à part quelques usages exceptionnels, les communications avec les stations situées dans sa zone de couverture passent toutes par ce point d'accès. La zone de couverture du point d'accès définit donc la taille de la cellule, et donc la portée du réseau.
- [0008] Ainsi, pour obtenir une cellule de grande taille, ou garantir que les stations que l'on souhaite ajouter au réseau soient à portée du point d'accès, la puissance d'émission du point d'accès peut être assez élevée. Par exemple, en Europe, la puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) maximale dans la bande 5 GHz basse du Wi-Fi (i.e. 5150-5350 MHz) est de 23 dBm. La puissance d'émission du point d'accès peut donc s'approcher de cette valeur.
- [0009] L'utilisation d'une puissance d'émission élevée pour les communications en lien descendant (i.e. du point d'accès vers les stations) permet également d'améliorer le

rapport signal à bruit au niveau des stations qui ne sont pas en limite de couverture, ce qui permet notamment l'utilisation de modulations d'ordre élevé pour les communications.

[0010] La contrepartie est que la consommation électrique du point d'accès devient non-négligeable à terme. De plus, dans les réseaux Wi-Fi domestiques notamment, les stations se trouvent généralement à proximité du point d'accès (par exemple dans la même pièce ou dans une pièce voisine).

[0011] Ainsi, il ne semble pas toujours approprié d'utiliser une puissance d'émission élevée pour le point d'accès, notamment dans les réseaux Wi-Fi domestiques.

[0012] Des solutions ont été proposées, mais ces solutions sont coûteuses en termes d'accès canal et/ou sont sensibles aux collisions.

[0013] Il existe donc un besoin pour une nouvelle technique permettant de gérer, entre autres, la puissance d'émission des points d'accès sans fil.

[0014] 3. Exposé de l'invention

[0015] L'invention repose sur un nouveau procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, comprenant :

- [0016] – la diffusion, vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, d'une trame descendante, ladite trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant ladite trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçu,
- la réception d'au moins une trame montante en provenance d'au moins une desdites stations, en réponse à ladite trame descendante, une trame montante émise par une station portant une information représentative du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
- la détermination d'au moins un niveau de puissance du point d'accès reçue par au moins une desdites stations, à partir de la ou desdites informations représentatives du niveau de puissance portées par la ou lesdites trames montantes.

[0017] Un tel procédé, mis en œuvre par un point d'accès, permet notamment d'estimer la puissance du point d'accès, telle que reçue par une station, et de remonter cette information au point d'accès.

[0018] Plus précisément, selon ce mode de réalisation, le point d'accès diffuse une trame particulière vers les stations présentes dans sa zone de couverture. La réception d'une telle trame descendante par une station permet notamment de déclencher l'estimation de la puissance de la trame descendante reçue, et donc d'estimer le niveau de puissance du point d'accès. Une information représentative de ce niveau de puissance peut alors être remontée de la station vers le point d'accès, puis traitée par le point d'accès.

[0019] On note par ailleurs que l'on peut définir plusieurs niveaux de puissance, i.e. plages

de puissance, associés chacun à une information représentative du niveau de puissance. Ainsi, plusieurs valeurs de puissance peuvent être associées à un même niveau de puissance, et donc codées par la même information représentative du niveau de puissance.

[0020] En particulier, le point d'accès peut recevoir, simultanément ou avec un léger décalage, plusieurs trames montantes en provenance de stations distinctes, et déterminer le niveau de puissance associé à chacune des stations distinctes à partir de l'information représentative du niveau de puissance portée par chaque trame montante.

[0021] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une mise à jour de la puissance d'émission dudit point d'accès tenant compte de ladite détermination.

[0022] De cette façon, le point d'accès peut ajuster sa puissance d'émission. En particulier, le point d'accès peut baisser sa puissance d'émission sans que les stations du réseau n'en soient affectées en termes de performances, ce qui permet de diminuer la consommation électrique du point d'accès. L'ajustement de la puissance d'émission permet également de réduire les interférences entre réseaux voisins.

[0023] Selon un mode de réalisation particulier, la trame descendante est une trame dédiée déclenchant, à réception par une station, la remontée d'informations dans une trame montante.

[0024] Dans ce cas, l'indicateur est par exemple un type ou format spécifique de trame.

[0025] Selon un autre mode de réalisation, la trame descendante est une trame d'allocation des ressources en lien montant.

[0026] Une telle trame d'allocation des ressources, encore appelée trame de contrôle, est classiquement diffusée par le point d'accès pour indiquer aux différentes stations du réseau les ressources (par exemple le préambule) à utiliser pour remonter des informations dans une trame montante. Elle peut notamment porter des informations de planification (en anglais « scheduling ») permettant une remontée simultanée des informations en provenance des différentes stations (ressources allouées aux stations, schémas de modulation et codage à utiliser par chaque station, etc).

[0027] Par exemple, une telle trame d'allocation des ressources en lien montant est une trame « Trigger », telle que définie dans la norme IEEE 802.11ax.

[0028] Selon un premier exemple de réalisation, ledit indicateur est inséré dans un champ « Trigger Type » de la trame d'allocation des ressources en lien montant.

[0029] Dans ce cas, le point d'accès transmet une variante de la trame « Trigger ». Par exemple, la valeur de l'indicateur inséré dans le champ « Trigger Type » est comprise entre 8 et 15, les valeurs 0 à 7 étant déjà réservées pour identifier la trame « Trigger » de base et d'autres variantes.

[0030] Selon un deuxième exemple de réalisation, l'indicateur est inséré dans un champ « Association ID » de la trame d'allocation des ressources en lien montant.

- [0031] Dans ce cas, le point d'accès transmet un identifiant spécifique, par exemple une valeur ou un ensemble de valeurs.
- [0032] Ce deuxième exemple permet notamment de conserver la structure de la trame « Trigger » telle qu'actuellement définie dans la norme IEEE 802.11ax.
- [0033] Selon au moins un mode de réalisation, la trame descendante porte au moins une information appartenant au groupe comprenant :
- [0034] – une puissance maximale, en deçà de laquelle une station doit remonter au point d'accès un niveau de puissance reçue,
- une famille d'au moins une séquence à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance,
- un nombre de décalages cycliques autorisés pour une séquence à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance,
- un ensemble d'au moins un couple position-valeur à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance.
- [0035] Ainsi, selon un premier exemple, seules les stations recevant la trame descendante avec une puissance inférieure à un seuil déterminé (puissance maximale) peuvent avoir à remonter le niveau de puissance reçue.
- [0036] Selon un deuxième exemple, le point d'accès peut transmettre dans la trame descendante une famille comprenant au moins une séquence, chaque séquence étant associée à un niveau de puissance distinct. En particulier, les différentes séquences d'une famille peuvent avoir été obtenues en appliquant un décalage cyclique à une séquence de référence de la famille de séquences. Dans ce cas, différents décalages cycliques de la séquence de référence sont associés à différents niveaux de puissance.
- [0037] Selon un autre exemple, le point d'accès peut transmettre dans la trame descendante un nombre de décalages cycliques autorisés pour une séquence de référence, qui peut être connue des stations ou transmise dans la famille de séquences de la trame descendante.
- [0038] Selon encore un autre exemple, le point d'accès peut transmettre dans la trame descendante un ensemble de couples position-valeur à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance, chaque couple position-valeur étant associé à un niveau de puissance distinct. Par exemple, la position d'un couple position-valeur correspond à (ou permet d'identifier) l'indice d'une sous-porteuse à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance, et la valeur d'un couple position-valeur correspond à la valeur associée au point de constellation à transmettre sur la sous-porteuse ainsi identifiée.
- [0039] En particulier, comme déjà indiqué, plusieurs valeurs de puissance du point d'accès, telles qu'estimées par les stations, peuvent être associées à un même niveau de puissance, et donc codées par la même information représentative du niveau de

puissance. Ainsi, il est possible de diffuser, dans la trame descendante, un nombre restreint de séquences ou de couples position-valeur à utiliser (ou encore un nombre restreint de décalages cycliques), où chaque séquence ou couple position-valeur code une plus grande plage de valeurs de puissance, ce qui permet de diminuer la granularité de la remontée d'informations.

- [0040] Il est également possible de diffuser, dans la trame descendante, un nombre restreint de séquences ou couples position-valeur à utiliser (ou encore un nombre restreint de décalages cycliques), où chaque séquence ou couple position-valeur code une plage de valeurs de puissance dont la valeur maximale est inférieure à un seuil déterminé (puissance maximale). La liste pourrait ainsi être restreinte aux séquences ou couples position-valeur codant les puissances les plus faibles (c'est-à-dire, en général, les stations les plus éloignées du point d'accès et donc les plus impactées par une réduction de puissance de transmission du point d'accès).
- [0041] Il est par ailleurs possible de réduire le nombre de séquences ou couples à identifier côté point d'accès, par exemple en ne retenant que les séquences ou couples codant un niveau de puissance faible pour l'étape de détermination mise en œuvre par le point d'accès. Ceci permet par exemple de gagner en réactivité, complexité et/ou consommation électrique.
- [0042] Dans d'autres modes de réalisation, ces informations (par exemple de type puissance maximale, famille de séquences, nombre de décalages cycliques autorisés, ensemble de couples position-valeur, etc) ne sont pas transmises dans la trame descendante, mais connues du point d'accès et des stations. Par exemple, ces informations sont définies dans une norme.
- [0043] Selon un mode de réalisation particulier, la trame descendante est diffusée périodiquement ou suite à un événement déclencheur appartenant au groupe comprenant :
- [0044] – l'envoi d'au moins une balise par le point d'accès,
 – l'association d'au moins une nouvelle station avec ledit point d'accès,
 – la détection d'un point d'accès voisin,
 – la détection de la mobilité d'au moins une station.
- [0045] La répétition de la diffusion d'une telle trame descendante permet notamment de s'assurer que le plus grand nombre de stations reçoit des informations en provenance du point d'accès, à une puissance suffisante.
- [0046] Selon un mode de réalisation particulier, dit mode de réalisation avec famille de séquences, la détermination met en œuvre, pour au moins une séquence d'une famille d'au moins une séquence connue dudit point d'accès, une corrélation entre ladite séquence et ladite au moins une trame montante.
- [0047] Selon ce mode de réalisation, l'information représentative du niveau de puissance est une séquence choisie parmi une famille de séquences connue du point d'accès. On

effectue donc une corrélation entre une séquence connue du point d'accès et la ou les trames montantes reçues, de façon à identifier la séquence portée par chaque trame montante. En d'autres termes, on effectue une corrélation entre l'information représentative du niveau de puissance, portée par la trame montante, et les différentes séquences de la famille connue du point d'accès.

- [0048] Par exemple, lorsque la famille de séquences comprend une séquence de référence et des versions décalées de cette séquence de référence, l'étape de détermination met en œuvre une corrélation glissante.
- [0049] La détection d'un pic de corrélation permet d'identifier la séquence transmise dans la trame montante, et de déterminer le niveau de puissance associé.
- [0050] On note que plusieurs trames montantes peuvent être reçues simultanément par le point d'accès, ou avec un décalage de l'ordre de quelques microsecondes. Dans ce cas, on peut corréler la combinaison des séquences associées à chaque trame montante reçue, avec au moins une séquence de la famille de séquences connue du point d'accès.
- [0051] Selon un autre mode de réalisation, dit mode de réalisation avec bitmap, la détermination met en œuvre, pour au moins un couple position-valeur d'un ensemble d'au moins un couple position-valeur connu dudit point d'accès :
- [0052] – l'obtention d'une valeur associée à la position dudit couple position-valeur dans ladite au moins une trame montante,
 - la comparaison de ladite valeur obtenue avec un seuil déterminé.
- [0053] Selon ce mode de réalisation, l'information représentative du niveau de puissance est un couple position-valeur choisi parmi un ensemble de couples position-valeur connus du point d'accès.
- [0054] A réception d'une trame montante, le point d'accès obtient une valeur de la trame montante associée à une position du couple position-valeur connu du point d'accès (par exemple la valeur associée au point de constellation transmis sur la sous-porteuse dont l'indice correspond à la position du couple (position, valeur)), et, si cette valeur est supérieure à un seuil déterminé, peut obtenir le niveau de puissance associé à ce couple position-valeur. En particulier, un tel seuil peut être déterminé à partir de la valeur du couple position-valeur.
- [0055] A nouveau, plusieurs trames montantes peuvent être reçues simultanément par le point d'accès, ou avec un décalage de l'ordre de quelques microsecondes.
- [0056] Dans un autre mode de réalisation, l'invention concerne un point d'accès correspondant.
- [0057] Un tel point d'accès est notamment adapté à mettre en œuvre le procédé de gestion décrit précédemment. Il s'agit par exemple d'un boîtier décodeur (« set-top box » en anglais) ou d'une passerelle domestique (« Home gateway » en anglais). Un tel point d'accès pourra notamment comporter les différentes caractéristiques relatives au

procédé de gestion selon l'invention, qui peuvent être combinées ou prises isolément. Ainsi, les caractéristiques et avantages de ce point d'accès sont les mêmes que ceux du procédé de gestion, et ils ne sont pas détaillés plus amplement.

[0058] L'invention concerne par ailleurs un procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès sans fil, comprenant :

- [0059] – la réception par ladite station d'une trame descendante, en provenance dudit point d'accès,
- la détection, dans ladite trame descendante, d'un indicateur requérant la transmission du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
- l'estimation de la puissance de ladite trame descendante reçue par ladite station,
- la transmission audit point d'accès d'une trame montante portant une information représentative d'un niveau de puissance associé à la puissance estimée.

[0060] Un tel procédé, mis en œuvre par une ou plusieurs stations dans la zone de couverture du point d'accès, permet notamment de remonter, de la station vers le point d'accès, des informations sur la puissance de la trame descendante reçue par la station.

[0061] En d'autres termes, la réception d'une telle trame descendante au niveau d'une station permet notamment de déclencher l'estimation de la puissance de la trame descendante reçue, et donc d'estimer le niveau de puissance du point d'accès. Une information représentative de ce niveau de puissance peut alors être remontée de la station vers le point d'accès.

[0062] Cette information peut notamment être utilisée par le point d'accès pour ajuster sa puissance d'émission.

[0063] On note qu'une telle station peut être associée ou non associée au point d'accès.

[0064] Selon un premier mode de réalisation, dit mode de réalisation avec famille de séquences, l'information représentative du niveau de puissance est une séquence d'une famille d'au moins une séquence connue du point d'accès, chaque séquence de ladite famille étant associée à un niveau de puissance distinct.

[0065] Par exemple, on choisit une famille comprenant des séquences distinctes, présentant de bonnes propriétés d'inter-corrélation et/ou d'autocorrélation, ou comprenant une séquence de référence et des versions décalées de cette séquence de référence. A titre d'exemple, la famille de séquences comprend les séquences de Zadoff-Chu.

[0066] En particulier, les symboles complexes formant ladite séquence sont mappés sur les points d'une constellation associée à la modulation utilisée pour la transmission de ladite trame montante.

[0067] Une transmission de la séquence dans le domaine fréquentiel, plutôt que dans le domaine temporel, permet de simplifier la détection de la séquence dans la trame

montante reçue par le point d'accès, en effectuant une simple corrélation. De plus, on peut ainsi utiliser des modules classiquement mis en œuvre dans des chaînes d'émission et réception.

[0068] Dans un autre mode de réalisation particulier, dit mode de réalisation avec bitmap, l'information représentative du niveau de puissance est un couple position-valeur d'un ensemble d'au moins un couple position-valeur connu dudit point d'accès, chaque couple position-valeur dudit ensemble étant associé à un niveau de puissance distinct.

[0069] En particulier, la valeur dudit couple position-valeur est mappée sur un point d'une constellation associée à la modulation utilisée pour la transmission de ladite trame montante, ledit point de constellation étant transmis sur une sous-porteuse identifiée à partir de la position dudit couple position-valeur.

[0070] Par exemple, un couple position-valeur peut être représenté par un vecteur codant un niveau de puissance. Un tel vecteur porte une composante égale à la valeur du couple position-valeur (par exemple '1') à la position identifiée par la position du couple position, et des composantes nulles aux autres positions. Pour la transmission, on peut mapper les composantes nulles sur des points de constellation avec une composante en phase négative de faible amplitude, et la composante non nulle sur un point de constellation avec une composante en phase positive de forte amplitude, puis transmettre chaque point de constellation sur une sous-porteuse distincte.

[0071] En particulier, dans un symbole OFDM, un ensemble de sous-porteuses peut être réservé pour la transmission d'un tel vecteur. Les différentes composantes du vecteur peuvent ainsi être mappées sur différents points de constellation, transmis chacun sur une sous-porteuse parmi les sous-porteuses réservées. Par exemple, la première composante du vecteur est transmise sur la première sous-porteuse réservée (i.e. la sous-porteuse présentant le plus petit indice), la deuxième composante du vecteur est transmise sur la deuxième sous-porteuse réservée (i.e. la sous-porteuse présentant le deuxième plus petit indice), etc.

[0072] Les sous-porteuses réservées peuvent être connues, ou identifiées dans la trame montante. En particulier, ces sous-porteuses sont réparties dans le symbole OFDM, de façon à conserver les propriétés du symbole OFDM et limiter le facteur de crête (en anglais « Peak to average power ratio », ou PAPR).

[0073] A nouveau, la transmission dans le domaine fréquentiel permet de simplifier la détection du couple position-valeur dans la trame montante reçue par le point d'accès. De plus, on peut ainsi utiliser des modules classiquement mis en œuvre dans des chaînes d'émission et de réception.

[0074] Selon un autre mode de réalisation particulier, l'information représentative d'un niveau de puissance est répétée sur plusieurs symboles OFDM consécutifs.

[0075] Une telle répétition de la séquence ou du couple position-valeur permet d'augmenter

la probabilité de détection de la séquence ou du couple position-valeur dans la ou les trames montantes reçues par le point d'accès.

- [0076] Selon un mode de réalisation particulier, la trame montante est transmise sur une ressource partagée par au moins une autre station transmettant une même information représentative dudit niveau de puissance.
- [0077] Selon un autre mode de réalisation, la trame montante est transmise sur une ressource partagée par au moins une autre station associée audit point d'accès.
- [0078] En d'autres termes, il est possible de constituer des groupes par bande (ou unités de ressources, en anglais « ressource unit », RU) au lieu d'allouer toute la bande à toutes les stations. Par exemple, on définit un groupe par niveau de puissance, et chaque station détermine à quel groupe elle appartient en fonction de la puissance estimée. Selon un autre exemple, on définit un groupe avec les stations associées au point d'accès, et un groupe avec les stations non associées au point d'accès.
- [0079] Selon un mode de réalisation particulier, le procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès comprend la réception d'une trame montante en provenance d'au moins une autre station, et la re-transmission de cette trame montante vers ledit point d'accès.
- [0080] En d'autres termes, une station peut servir de relai à une autre station.
- [0081] Dans un autre mode de réalisation, l'invention concerne une station correspondante.
- [0082] Une telle station est notamment adaptée à mettre en œuvre le procédé de transmission décrit précédemment. Il s'agit par exemple d'un capteur, d'une imprimante, d'un smartphone, d'un ordinateur, etc, ou plus généralement d'un terminal client. Une telle station pourra notamment comporter les différentes caractéristiques relatives au procédé de transmission selon l'invention, qui peuvent être combinées ou prises isolément. Ainsi, les caractéristiques et avantages de cette station sont les mêmes que ceux du procédé de transmission, et ils ne sont pas détaillés plus amplement.
- [0083] Dans un autre mode de réalisation, l'invention concerne un ou plusieurs programmes d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé de gestion d'un point d'accès et/ou d'un procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès, selon au moins un mode de réalisation de l'invention, lorsque ce ou ces programmes est/sont exécuté(s) par un processeur.
- [0084] Dans encore un autre mode de réalisation, l'invention concerne un ou plusieurs supports d'informations, inamovibles, ou partiellement ou totalement amovibles, lisibles par un ordinateur, et comportant des instructions d'un ou plusieurs programmes d'ordinateur pour l'exécution des étapes d'un procédé de gestion d'un point d'accès et/ou d'un procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès, selon au moins un mode de réalisation de l'invention.
- [0085] Les procédés selon l'invention peuvent donc être mis en œuvre de diverses manières,

notamment sous forme câblée et/ou sous forme logicielle.

[0086] 4. Liste des figures

[0087] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

[0088] [fig.1] la figure 1 illustre un exemple de réseau sans fil mettant en œuvre un point d'accès et plusieurs stations ;

[0089] [fig.2] la figure 2 présente les principales étapes d'un procédé de gestion d'un point d'accès sans fil et d'un procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès, selon au moins un mode de réalisation de l'invention ;

[0090] [fig.3] la figure 3 illustre le mappage d'une séquence de type Zadoff-Chu sur les points de constellation associés à une modulation MAQ-64 ;

[0091] [fig.4] la figure 4 présente un exemple de trames échangées entre un point d'accès et des stations ;

[0092] [fig.5] La figure 5 présente la structure simplifiée d'un point d'accès mettant en œuvre un procédé de gestion d'un point d'accès sans fil selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0093] [fig.6] La figure 6 présente la structure simplifiée d'une station mettant en œuvre un procédé de transmission de données entre une station et un point d'accès selon un mode de réalisation de l'invention.

[0094] 5. Description d'un mode de réalisation

[0095] 5.1 Principe général

[0096] Le principe général de l'invention repose sur la diffusion d'une trame descendante, d'un point d'accès vers les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, déclenchant la remontée (« en anglais « feedback ») d'informations sur la puissance de la trame descendante telle que reçue par chaque station.

[0097] De cette façon, le point d'accès peut établir une cartographie des puissances reçues (par exemple en nombre de stations par niveau de puissance), et ajuster sa puissance d'émission.

[0098] On présente, en relation avec la figure 2, les principales étapes mises en œuvre par un point d'accès et au moins une station présente dans la zone de couverture du point d'accès, selon un mode de réalisation particulier.

[0099] A titre d'exemple, on considère un réseau Wi-Fi tel qu'illustré en figure 1, comprenant un point d'accès AP 11 et quatre stations STA1 121, STA2 122, STA3 123 et STA4 124.

[0100] Le point d'accès 11 diffuse (21) une trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant la trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue.

- [0101] Une telle trame descendante peut être reçue par toutes les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, qu'elles soient associées ou non associées au point d'accès, par exemple les stations STA1 121, STA2 122, STA3 123 et STA4 124.
- [0102] On présente, ci-après, les étapes mises en œuvre par la première station STA1 121. Des étapes similaires peuvent être mises en œuvre par les autres stations STA2 122, STA3 123 et STA4 124.
- [0103] La première station STA1 121 reçoit (22) la trame descendante diffusée par le point d'accès et détecte (23) un indicateur requérant la transmission du niveau de puissance du point d'accès reçue par la station. Un tel indicateur peut être le format de la trame, le type de la trame, un identifiant particulier, etc.
- [0104] La première station STA1 121 estime (24), de façon classique, la puissance de la trame descendante telle que reçue par la station, et donc la puissance du point d'accès. La première station obtient ainsi, par exemple, un indicateur d'intensité du signal reçu (en anglais « Received Signal Strength Indication » ou RSSI).
- [0105] Cette puissance estimée peut alors être remontée au point d'accès 11.
- [0106] Par exemple, la première station STA1 121 identifie un niveau de puissance auquel appartient la puissance estimée, et transmet (25) au point d'accès 11 une trame montante portant une information représentative du niveau de puissance associé à la puissance estimée.
- [0107] Différentes « granularités » des niveaux de puissance peuvent être définies : par exemple, un niveau de puissance peut être défini par puissance, ou un niveau de puissance pour une plage de puissances. Par exemple, on associe :
- [0108] – un premier niveau de puissance à une puissance comprise dans l'intervalle] S_{max} ; -30dBm],
- un deuxième niveau de puissance à une puissance comprise dans l'intervalle] -30dBm ; -60dBm], et
- un troisième niveau de puissance à une puissance comprise dans l'intervalle] -60dBm ; S_{min}],
- [0109] avec S_{max} et S_{min} les niveaux de sensibilité maximum et minimum du récepteur de la station. Par exemple, S_{max} est égal à 0dBm et S_{min} est égal à -110dBm.
- [0110] L'information représentative du niveau de puissance associé à la puissance estimée permet donc de « coder » le niveau de puissance. Une table de correspondance entre le niveau de puissance et l'information représentative du niveau de puissance peut notamment être préalablement connue du point d'accès et des stations (par exemple définie dans une norme), ou transmise par le point d'accès dans la trame descendante ou dans une autre trame.
- [0111] Le point d'accès 11 reçoit donc (26) une trame montante en provenance de la première station STA1 121, et éventuellement d'autres trames montantes en

provenance des autres stations STA2 122, STA3 123 et STA4 124, en réponse à la trame descendante préalablement diffusée par le point d'accès.

- [0112] Le point d'accès peut alors déterminer (27) son niveau de puissance telle que reçue par la première station STA1 121, et éventuellement les autres stations STA2 122, STA3 123 et STA4 124, à partir de l'information représentative du niveau de puissance portée par chaque trame montante.
- [0113] Le point d'accès 11 peut utiliser les niveaux de puissance obtenus pour réaliser une cartographie des niveaux de puissance, ajuster sa puissance d'émission, etc.
- [0114] En particulier, on note que l'utilisation d'une information représentative d'un niveau de puissance, dans les trames montantes, permet de « coder » le niveau de puissance associé à chaque station (niveau de puissance du point d'accès tel que reçue par chaque station). Ainsi, lorsque plusieurs stations remontent simultanément le niveau de puissance du point d'accès reçue, il est possible pour le point d'accès de retrouver les niveaux de puissance associés à chaque station, malgré la collision des trames montantes. De plus, les stations associées comme les stations non-associées peuvent participer à cette remontée d'information.
- [0115] 5.2 Exemples de génération d'une trame descendante
- [0116] Comme indiqué ci-dessus, le point d'accès 11 diffuse (21) une trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant la trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue.
- [0117] Selon un premier mode de réalisation, une telle trame descendante est une trame dédiée au déclenchement d'une remontée d'informations.
- [0118] Selon un deuxième mode de réalisation, une telle trame descendante est une trame d'allocation des ressources en lien montant, par exemple la trame « Trigger » selon la norme IEEE 802.11ax ou ses variantes.
- [0119] Dans ce cas, l'indicateur requérant la transmission d'un niveau de puissance du point d'accès reçue peut être un type de trame. Si l'on considère la trame « Trigger », un tel indicateur peut être inséré dans le champ « Trigger Type » du champ d'informations communes (« Common Information ») de la trame « Trigger », de façon à définir une variante particulière de la trame « Trigger ».
- [0120] A titre d'exemple, la table 9-31b de la norme IEEE 802.11ax/D6.0 de novembre 2019 définit d'ores et déjà plusieurs variantes pour la trame « Trigger » : trame « Trigger » classique si le champ « Trigger Type » est égal à 0 (en anglais « Basic », en français « de base »), variante de la trame « Trigger » de type « BFRP » si le champ « Trigger Type » est égal à 1 (en anglais « beamforming report poll », en français « sondage sur la formation de faisceaux »), variante de la trame « Trigger » de type « MU-BAR » si le champ « Trigger Type » est égal à 2 (en anglais « Multi-user block ack request », en français « demande d'accusé réception de blocs multi-utilisateurs »),

etc.

- [0121] Ainsi, il est possible de définir un nouveau type de trame d'allocation des ressources en lien montant pour déclencher la remontée des informations de puissance reçue côté station.
- [0122] En variante, il est possible d'allouer, dans la trame descendante, un identifiant particulier auquel les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès peuvent répondre.
- [0123] Par exemple, si l'on considère la trame « Trigger », l'indicateur requérant la transmission d'un niveau de puissance du point d'accès reçue peut être un identifiant prenant la forme d'une valeur ou d'un ensemble de valeurs, inséré dans le champ « Association ID » (ou AID) du champ d'informations utilisateurs (« User Information ») de la trame « Trigger ».
- [0124] On note que l'utilisation de la trame « Trigger » permet notamment la mise en œuvre d'une technique d'accès multiple de type OFDMA (en anglais « Orthogonal Frequency Division Multiple Access ») en lien montant (en anglais « uplink »), également notée UL OFDMA. De cette façon, les différentes stations recevant la trame descendante peuvent remonter simultanément (ou sensiblement simultanément) les informations de puissance reçue en utilisant une telle technique d'accès multiple. On s'assure ainsi d'une empreinte d'occupation canal restreinte pour cette phase de remontée d'informations de puissance, ce qui permet par exemple une mise en œuvre à une fréquence plus élevée.
- [0125] 5.3 Exemples de génération d'une trame montante
- [0126] Comme indiqué ci-dessus, la réception par au moins une station d'une trame descendante selon l'invention déclenche l'estimation (24) de la puissance de la trame descendante telle que reçue par la station, puis la remontée (25) au point d'accès d'une trame montante portant une information représentative du niveau de puissance associé à la puissance estimée.
- [0127] On présente ci-après deux types d'informations représentatives d'un niveau de puissance que l'on peut utiliser pour coder le niveau de puissance associé à une station, par exemple la première station STA1 121. Un codage similaire peut être effectué pour coder les niveaux de puissance associés aux autres stations STA2 122, STA3 123 et STA4 124.
- [0128] Selon un premier mode de réalisation, dit mode de réalisation avec famille de séquences, l'information représentative d'un niveau de puissance est une séquence. On considère ainsi une famille d'au moins une séquence préalablement connue du point d'accès et des stations, ou transmise du point d'accès vers les stations (par exemple dans la trame descendante ou dans une autre trame), et on associe un niveau de puissance à chaque séquence de la famille, par exemple dans une table de corres-

pondance connue du point d'accès et des stations, ou transmise du point d'accès vers les stations (par exemple dans la trame descendante ou dans une autre trame).

- [0129] Une telle famille de séquences peut être composée de séquences distinctes, chaque séquence étant associée à un niveau de puissance distinct. En variante, une famille de séquences peut être composée d'une séquence, dite séquence de référence, et des versions décalées de cette séquence de référence (i.e. de la séquence de référence à laquelle on applique un décalage cyclique), chaque version décalée étant associée à un niveau de puissance distinct. Selon cette variante, on considère que la séquence de référence est connue du point d'accès et des stations, ou transmise du point d'accès vers les stations (par exemple dans la trame descendante ou dans une autre trame). De même, un nombre de décalages cycliques autorisés peut être connu du point d'accès et des stations, ou transmis du point d'accès vers les stations (par exemple dans la trame descendante ou dans une autre trame).
- [0130] Selon ce premier exemple, les différentes séquences de la famille (séquences distinctes ou séquence de référence et version décalées) présentent de bonnes propriétés d'autocorrélation et/ou d'inter-corrélation. Par exemple, les séquences d'une famille sont les séquences de Zadoff-Chu avec un décalage cyclique suffisamment grand pour garantir une inter-corrélation très faible.
- [0131] Ainsi, lorsque le point d'accès reçoit une ou plusieurs trames montantes en provenance d'une ou plusieurs stations, il ne cherche pas à décoder chaque signal pour en extraire les informations (solution fragile aux collisions), mais à identifier la présence d'au moins une séquence pour chaque niveau de puissance, en effectuant une corrélation entre le signal qu'il reçoit et les différentes séquences qu'il connaît. La détection d'un pic de corrélation pour une séquence donnée permet ainsi d'identifier le niveau de puissance du point d'accès reçue par une station. En d'autres termes, les propriétés de corrélation de la famille de séquences permettent de discriminer la présence de chaque séquence et donc du niveau de puissance correspondant.
- [0132] Les éventuelles collisions entre les trames montantes émises par les différentes stations ne sont pas gênantes, car les propriétés d'inter-corrélation et/ou d'autocorrélation de la famille de séquence utilisée permettent de distinguer une séquence d'une autre.
- [0133] Pour chaque trame montante, la séquence codant le niveau de puissance associé à la station peut être transmise dans le domaine temporel.
- [0134] En variante, la séquence codant le niveau de puissance associé à la station peut être transmise dans le domaine fréquentiel. De cette façon, il est possible de faire la corrélation en bande de base, et donc profiter du processeur du point d'accès.
- [0135] Par exemple, la séquence codant le niveau de puissance associé à une station peut être transmise sur une sélection de points de constellation du diagramme de

constellation associé à la modulation utilisée pour la transmission de la trame montante (par exemple 16-QAM, 64-QAM, etc).

- [0136] Ainsi, si l'on considère une séquence de Zadoff-Chu de longueur $N_{zc}=242$ et d'indice $u=25$, les symboles complexes formant la séquence, représentés par des « x » sur le diagramme de constellation associé à la modulation 64-QAM illustré en figure 3 (où chaque point de la constellation est représenté par un « + »), sont mappés sur les points de la constellation les plus proches des symboles complexes. Par exemple, si l'on exprime les symboles complexes et les points de la constellation sous la forme de vecteurs 2D, avec une composante en phase et une composante en quadrature de phase, on mappe un symbole complexe de la séquence sur le point de la constellation minimisant la distance euclidienne avec ce symbole.
- [0137] Les points de constellation ainsi sélectionnés sont entourés sur le diagramme de constellation associé à la modulation 64-QAM illustré en figure 3.
- [0138] Les points de constellation sélectionnés peuvent alors être transmis sur différentes sous-porteuses, par exemple un point de constellation sélectionné par sous-porteuse.
- [0139] En particulier, la longueur maximale de la séquence est égale au nombre de sous-porteuses d'un symbole OFDM. Avantagement, la longueur maximale de la séquence est égale au nombre de sous-porteuses utiles d'un symbole OFDM.
- [0140] Selon un mode de réalisation particulier, il est notamment possible de répéter la séquence sur plusieurs symboles OFDM (de préférence consécutifs) de façon à augmenter la probabilité de bonne détection côté point d'accès.
- [0141] On note que, selon l'exemple ci-dessus, la séquence de Zadoff-Chu de longueur $N_{zc}=242$ et d'indice $u=25$ est utilisée pour coder un niveau de puissance donné. Elle peut donc être remontée par toutes les stations associées au même niveau de puissance.
- [0142] Cette étape de mappage des symboles complexes de la séquence sur une sélection de points de constellation peut notamment être mise en œuvre dans un module de mappage / entrelacement d'une chaîne d'émission d'un signal multiporteuse, par exemple de type OFDM.
- [0143] Côté point d'accès, l'opération inverse peut être mise en œuvre par un module de démappage / désentrelacement d'une chaîne de réception d'un signal multiporteuse, par exemple de type OFDM.
- [0144] De cette façon, il est possible de réutiliser une partie de la chaîne de traitement OFDM classique (par exemple, côté émission, des modules de type codage canal, transformation fréquence-temps, insertion d'un intervalle de garde, mise en forme des porteuse, etc, et côté réception des modules de type suppression de l'intervalle de garde, transformation temps-fréquence, décodage canal, etc).
- [0145] Selon un deuxième mode de réalisation, dit mode de réalisation avec « bitmap », l'information représentative d'un niveau de puissance est un couple position-valeur

(« bitmap »). La présence d'une valeur particulière à une position donnée dans une trame montante est associée à un niveau de puissance. Par exemple, le couple position-valeur est représentée par un vecteur binaire de taille N présentant une seule composante égale à 1 et $(N-1)$ composantes égales à 0, et on associe un vecteur différent à chaque niveau de puissance. Ainsi, si l'on considère trois niveaux de puissance comme illustré en figure 1, un premier niveau de puissance peut être codé par le vecteur (100), un deuxième niveau de puissance par le vecteur (010), un troisième niveau de puissance par le vecteur (001). Une table de correspondance entre différents vecteurs et différents niveaux de puissance peut être connue du point d'accès et des stations, ou transmise du point d'accès vers les stations (par exemple dans la trame descendante ou dans une autre trame).

- [0146] Pour chaque trame montante, le couple position-valeur codant le niveau de puissance associé à une station peut être transmis dans le domaine temporel. Par exemple, la position du couple position-valeur indique une position dans la trame montante, et la valeur du couple position-valeur indique la valeur portée par le champ à cette position dans la trame montante.
- [0147] En variante, le couple position-valeur codant le niveau de puissance associé à une station peut être transmis dans le domaine fréquentiel. Le couple codant le niveau de puissance associé à une station peut alors être transmis sur une sélection de points de constellation du diagramme de constellation associé à la modulation utilisée pour la transmission de la trame montante (par exemple 16-QAM, 64-QAM, etc).
- [0148] Si l'on reprend l'exemple du vecteur binaire ci-dessus, une composante égale à '0' peut être mappée sur un point de la constellation présentant une composante en phase négative de faible amplitude, et une composante égale à '1' peuvent être mappée sur un point de la constellation présentant une composante en phase positive de forte amplitude.
- [0149] Chaque point de constellation peut être transmis sur une sous-porteuse distincte.
- [0150] Par exemple, la position de la composante égale à '1' dans le vecteur donne l'indice de la sous-porteuse transmettant le point de constellation sur lequel est mappé la composante égale à '1' du vecteur binaire.
- [0151] Ainsi, il est possible de réserver certaines sous-porteuses utiles d'un symbole OFDM uniformément réparties pour transmettre les points de constellation sur lesquels sont mappés les composantes d'un vecteur représentant un couple position-valeur. En reprenant l'exemple du vecteur binaire ci-dessus, on peut ainsi assigner une seule sous-porteuse, parmi les sous-porteuses réservées, à '1' (celle correspondant au niveau de puissance désiré) et toutes les autres à '0'.
- [0152] En reprenant l'exemple d'un vecteur de longueur N égal à 3, on peut donc réserver N sous-porteuses uniformément réparties dans le symbole OFDM pour transmettre les

différentes composantes. Par exemple, si on considère un symbole OFDM formé de 242 porteuses utiles, les porteuses d'indice 48, 96 et 144 peuvent être réservées respectivement pour la transmission de la première composante, de la deuxième composante, et de la troisième composante du vecteur binaire.

- [0153] Ainsi, pour le premier niveau de puissance codé par le vecteur (100), correspondant au couple position-valeur (1,1), la composante '1' peut être mappée sur un point de constellation transmis sur la sous-porteuse d'indice 48, et les composantes '0' sur les points de constellation transmis sur les sous-porteuses d'indice 96 et 144.
- [0154] Pour le deuxième niveau de puissance codé par le vecteur (010), correspondant au couple position-valeur (2,1), la composante '1' peut être mappée sur un point de constellation transmis sur la sous-porteuse d'indice 96, et les composantes '0' sur les points de constellation transmis sur les sous-porteuses d'indice 48 et 144.
- [0155] Pour le troisième niveau de puissance codé par le vecteur (001), correspondant au couple position-valeur (3,1), la composante '1' peut être mappée sur un point de constellation transmis sur la sous-porteuse d'indice 144, et les composantes '0' sur les points de constellation transmis sur les sous-porteuses d'indice 48 et 96.
- [0156] Il est également possible d'utiliser les autres sous-porteuses du symbole OFDM pour transmettre des valeurs aléatoires, de façon à conserver les propriétés du symbole OFDM.
- [0157] En particulier, la longueur maximale du vecteur (N) est petite par rapport au nombre de sous-porteuses utiles d'un symbole OFDM.
- [0158] A nouveau, l'étape de mappage des composantes du vecteur sur une sélection de points de constellation peut être mise en œuvre dans un module de mappage / entrelacement d'une chaîne d'émission d'un signal multiporteuse, par exemple de type OFDM. Côté point d'accès, l'opération inverse peut être mise en œuvre par un module de démappage / désentrelacement d'une chaîne de réception d'un signal multiporteuse, par exemple de type OFDM. De cette façon, il est possible de réutiliser une partie de la chaîne de traitement OFDM classique.
- [0159] De plus, il est possible de répéter le couple position-valeur, ou le vecteur représentant ce couple, sur plusieurs symboles OFDM (de préférence consécutifs) de façon à augmenter la probabilité de bonne détection côté point d'accès.
- [0160] On note par ailleurs que l'utilisation d'une modulation d'ordre élevé permet de rendre la trame montante plus robuste aux collisions, car le point de constellation associé à une composante '0' peut avoir une amplitude faible.
- [0161] Ainsi, lorsque le point d'accès reçoit une ou plusieurs trames montantes en provenance d'une ou plusieurs stations, il peut comparer les valeurs reçues sur les différentes sous-porteuses à un seuil donné. On rappelle que la position de la composante égale à '1' dans le vecteur permet d'identifier la sous-porteuse transmettant le point de

constellation sur lequel est mappé la composante égale à '1' du vecteur binaire. Le point d'accès peut ainsi déterminer la présence d'un niveau de puissance en comparant les valeurs reçues sur la sous-porteuse correspondante, à un seuil donné.

- [0162] En particulier, un tel seuil peut être déterminé en tenant compte de la valeur du couple position-valeur. Par exemple, pour une valeur égale à 1, le seuil peut être de 0,8 (pour tenir compte d'une perte de l'ordre de 20%).
- [0163] Quelque soit le mode de réalisation considéré, l'information représentative du niveau de puissance peut être transmise dans la partie « préambule » de la trame montante. De cette façon, le point d'accès dispose très rapidement des informations de puissance. On rappelle à cet effet que si la trame descendante est une trame « Trigger », la station émet la trame montante un temps fixe après réception de la trame « Trigger », par exemple de l'ordre de 16 μ s.
- [0164] Un inconvénient de cette implémentation est que les stations doivent utiliser l'espacement inter porteuse défini dans les versions antérieures à la norme IEEE 802.11ax (c'est-à-dire 312,5 kHz), ce qui réduit le nombre de sous-porteuses par symbole OFDM, et donc la longueur des séquences ou du bitmap. De plus, l'utilisation d'une technique d'accès de type OFDMA en lien montant n'est pas possible selon cette implémentation, car une telle technique n'est définie que pour la norme IEEE 802.11ax ou les versions à venir.
- [0165] En variante, quel que soit le mode de réalisation considéré, l'information représentative du niveau de puissance peut être transmise dans la partie « donnée » de la trame montante. L'information représentative du niveau de puissance est alors considérée comme de la donnée (« payload ») de la couche physique (PHY).
- [0166] Une telle implémentation permet de remonter l'information représentative du niveau de puissance en utilisant un format de trame IEEE 802.11ax (ou toute version plus récente). Ceci permet notamment de profiter d'un espacement inter porteuse de 78,125 kHz et de la technique d'accès de type OFDMA en lien montant.
- [0167] En particulier, un mécanisme de contrôle de puissance sur le lien montant de l'OFDMA, tel que défini dans la norme IEEE 802.11ax, peut être mis en œuvre, ce qui permet de s'assurer que les trames montantes envoyées par les différentes stations en réponse à la trame descendante (trame « Trigger » par exemple) arrivent avec une puissance sensiblement équivalente au niveau du point d'accès.
- [0168] A titre purement illustratif, la figure 4 présente un exemple de trames échangées entre le point d'accès 11 et les stations STA1 121, STA2 122, STA3 123 et STA4 124 du réseau illustré en figure 1.
- [0169] Comme déjà décrit, le point d'accès AP 11 diffuse une trame descendante vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès. Par exemple, la trame descendante est une trame « Trigger », requérant la transmission, par toutes les

stations recevant la trame « Trigger », d'un niveau de puissance du point d'accès reçue.

[0170] A réception de la trame montante, la première station STA1 121 estime la puissance de la trame descendante telle que reçue par la première station, obtient un indicateur d'intensité du signal reçu RSSI 1, et remonte au point d'accès 11 une information représentative de l'indicateur RSSI 1. La deuxième station STA2 122 estime également la puissance de la trame descendante telle que reçue par la deuxième station, obtient un indicateur d'intensité du signal reçu RSSI 1, et remonte également au point d'accès 11 l'information représentative de l'indicateur RSSI 1. La troisième station STA3 123 estime la puissance de la trame descendante telle que reçue par la troisième station, obtient un indicateur d'intensité du signal reçu RSSI 2, et remonte au point d'accès 11 une information représentative de l'indicateur RSSI 2. Enfin, la quatrième station STA4 124 estime la puissance de la trame descendante telle que reçue par la quatrième station, obtient un indicateur d'intensité du signal reçu RSSI 4, et remonte au point d'accès 11 une information représentative de l'indicateur RSSI 4.

[0171] Selon l'exemple illustré, les première et deuxième stations STA1 121 et STA2 122 utilisent la même information représentative d'un niveau de puissance, par exemple la même séquence ou le même bitmap, puisqu'elles se situent à la même distance du point d'accès 11.

[0172] 5.4 Exemple de mise en œuvre

[0173] On présente ci-après un exemple de mise en œuvre de l'invention reposant sur l'utilisation d'une famille de séquences comprenant une séquence de référence et des versions décalées de la séquence de référence pour le codage des niveaux de puissance, et sur l'utilisation d'une trame « Trigger » avec un identifiant particulier pour la trame descendante.

[0174] Le point d'accès envoie une trame « Trigger » en mettant l'identifiant particulier dans le champ AID, et en fournissant des informations de contrôle de puissance pour les trames montantes selon la technique d'accès OFDMA à renvoyer par les stations (selon le processus classique décrit dans la norme IEEE 802.11ax).

[0175] Chaque station à portée du point d'accès (i.e. située dans la zone de couverture du point d'accès) recevant cette trame « Trigger » :

- [0176] – décode la trame « Trigger »,
 – détecte qu'elle doit remonter son niveau de puissance reçue grâce à la présence de l'identifiant dans la trame « Trigger »,
 – utilise la puissance reçue de la trame « Trigger » pour déterminer le décalage à appliquer à la séquence de référence (supposée connue du point d'accès et des stations, ou dont les propriétés ont été préalablement signalées) en s'appuyant sur une table de correspondance (supposée connue du point d'accès et des stations ou préalablement communiquée),

- sélectionne éventuellement des points de constellation associés à la modulation à utiliser pour la transmission pour transmettre la séquence décalée (par exemple 64-QAM, supposée préconfigurée, signalée, ou choisie à la volée fonction du bilan de liaison) et répète éventuellement cette séquence décalée sur plusieurs symboles OFDM consécutifs (répétition également supposée signalée),
 - envoie les points de constellation sélectionnés (i.e. les symboles de données ainsi construits) via une transformation fréquence-temps etc., après envoi du préambule selon la norme IEEE 802.11ax et, selon le processus d'envoi montant (UL: Uplink) OFDMA, un temps fixe après la réception de la trame « Trigger » (par exemple de l'ordre de 16 μ s).
- [0177] Le point d'accès reçoit donc des trames montantes en provenance des différentes stations présentes dans sa zone de couverture, les différentes trames montantes pouvant être superposées.
- [0178] Après les étapes classiques de réception du préambule, le point d'accès :
- [0179] – obtient les symboles correspondant à la séquence décalée, en sortie d'un module de transformation temps-fréquence,
- applique une corrélation glissante avec la séquence de référence connue du point d'accès,
 - identifie les pics de corrélation aux alentours des décalages attendus et les compare à un seuil,
 - établit une cartographie des niveaux de puissance reçue via la table de correspondance.
- [0180] Le point d'accès peut alors ajuster son niveau de puissance d'émission grâce à cette cartographie. Il peut également tenir compte d'autres critères pour ajuster son niveau de puissance.
- [0181] 5.5 Variantes
- [0182] Différentes variantes ou options peuvent être mises en œuvre.
- [0183] Par exemple, une optimisation possible consiste à réduire le nombre de niveaux de puissance à identifier, afin de gagner en réactivité, complexité et/ou consommation électrique. La liste des séquences ou bitmap pourrait ainsi être restreinte aux puissances les plus faibles (c'est-à-dire les stations les plus éloignées et donc les plus impactées par une réduction de puissance d'émission du point d'accès).
- [0184] Une autre optimisation consiste à notifier une liste restreinte des séquences ou bitmap à utiliser dans la trame descendante (c'est-à-dire diminuer la granularité du retour).
- [0185] Une variante possible consiste à constituer des groupes par bande (ou par unité de ressource RU) au lieu d'allouer toute la bande à toutes les stations (un seul utilisateur virtuel). En effet, la technique d'accès UL OFDMA permet notamment d'ordonnancer

les stations par groupe. Les stations pouvant être groupées peuvent être identifiées dans la trame « Trigger » envoyée par le point d'accès pour notifier l'allocation et servir de trame de synchronisation. Les stations appartenant à un même groupe peuvent alors remonter simultanément, dans des unités de ressources, les informations représentatives de leur indicateur RSSI. Cette remontée d'information par groupe permet notamment de compresser le temps de remontée.

- [0186] Une telle variante repose sur la constitution de groupes de stations. Par exemple, chaque station détermine à quel groupe elle appartient en fonction de la puissance estimée. Selon un autre exemple, les stations associées au point d'accès appartiennent à un premier groupe, et les stations non encore associées au point d'accès appartiennent à un deuxième groupe.
- [0187] En particulier, certaines variantes, comme la réservation d'une sous-bande pour certaines stations ou la limitation du nombre de niveaux de puissance, peuvent nécessiter la transmission d'informations supplémentaires dans la trame descendante, destinées à être utilisées pour générer les trames montantes.
- [0188] Par ailleurs, on a décrit différents modes de réalisation selon lesquels on utilise une séquence ou un bitmap par niveau de puissance, sans distinction de BSS. Dans le cas où plusieurs points d'accès sont présents, chaque point d'accès étant associé à un BSS, il est possible d'allouer une famille de séquences par BSS, ou un ensemble de vecteurs par BSS. On diminue ainsi le risque de collision entre les procédures initiées par les différents points d'accès.
- [0189] Par exemple, il est possible de définir une famille de séquences par couleur BSS (en anglais « BSS color »). Une plage courte (avec un maximum de 64 couleurs différentes pour la norme IEEE 802.11ax) et les mécanismes existants pour la gestion des collisions de couleurs font un bon critère de sélection pour les familles de séquences. De plus, si les familles de séquences sont orthogonales, l'état du voisinage proche (notamment en termes de puissance) peut être obtenu par un point d'accès ayant reçu des trames montantes destinées à un point d'accès voisin.
- [0190] On note que cette variante présente peu d'intérêt pour une mise en œuvre selon la norme IEEE 802.11ax, puisque l'information de couleur BSS est déjà présente dans l'entête de la trame « Trigger ». Une même famille pourrait donc être utilisée sans risque de confondre les BSS, et il n'est pas nécessaire d'avoir des familles de séquences différentes.
- [0191] Selon encore une variante, une station peut être utilisée pour relayer des trames montantes qu'elle aurait reçues, en provenance d'au moins une autre station. En particulier, si l'information représentative du niveau de puissance est transmise dans le domaine fréquentiel, la station recevant la trame montante peut la démoduler et relayer les bits/symboles correspondants (si elle arrive à identifier le type de trame). Le point

d'accès recevant la trame montante relayée peut alors post-traiter ces bits/symboles en faisant le chemin inverse.

- [0192] Selon une autre variante, l'envoi par le point d'accès d'une trame descendante peut être mis en œuvre périodiquement à puissance nominale (non réduite) pour que les stations en veille prolongée ne perdent pas définitivement la couverture, ou encore pour que les stations arrivant à portée nominale du BSS puissent être incluses dans celui-ci.
- [0193] L'envoi par le point d'accès d'une trame descendante peut aussi être mise en œuvre à puissance réduite, notamment suite à l'analyse de l'environnement résultant d'une phase de collecte précédente (envoi d'une trame descendante et réception des trames montantes associées).
- [0194] En particulier, la trame descendante peut être diffusée périodiquement ou suite à un événement déclencheur comme l'envoi de balises par le point d'accès (« beacons » en anglais), l'association d'au moins une nouvelle station avec le point d'accès, la détection d'un point d'accès voisin, la détection de la mobilité d'au moins une station, etc. En effet, les stations étant mobiles et l'environnement évoluant dans le temps (de nouvelles stations pouvant arriver dans la zone de couverture du point d'accès et souhaitant s'associer, par exemple), il est souhaitable de collecter régulièrement les informations de puissance. En particulier, le fait d'effectuer certaines occurrences de cette procédure juste après l'envoi des balises permet de s'assurer qu'un nombre maximum de stations sont actives. En effet, les stations en veille se réveillent régulièrement notamment pour écouter les informations essentielles transmises dans certaines balises.
- [0195] 5.6 Dispositifs
- [0196] On présente finalement, en relation avec les figures 5 et 6, les structures simplifiées d'un point d'accès et d'une station selon au moins un mode de réalisation décrit ci-dessus.
- [0197] Comme illustré en figure 5, un point d'accès comprend au moins une mémoire 51 comprenant une mémoire tampon, et au moins une unité de traitement 52, équipée par exemple d'une machine de calcul programmable ou d'une machine de calcul dédiée, par exemple un processeur P, et pilotée par le programme d'ordinateur 53, mettant en œuvre des étapes du procédé de gestion d'un point d'accès sans fil selon au moins un mode de réalisation de l'invention.
- [0198] A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur 53 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 52.
- [0199] Le processeur de l'unité de traitement 52 met en œuvre des étapes du procédé de gestion décrit précédemment, selon les instructions du programme d'ordinateur 53,

pour :

- [0200] – diffuser, vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, une trame descendante, ladite trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant ladite trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue,
- recevoir au moins une trame montante en provenance d'au moins une desdites stations, en réponse à ladite trame descendante, une trame montante émise par une station portant une information représentative du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
- déterminer au moins un niveau de puissance du point d'accès reçue par au moins une desdites stations, à partir de la ou desdites informations représentatives du niveau de puissance portées par la ou lesdites trames montantes.
- [0201] Comme illustré en figure 6, une station comprend au moins une mémoire 61 comprenant une mémoire tampon, et au moins une unité de traitement 62, équipée par exemple d'une machine de calcul programmable ou d'une machine de calcul dédiée, par exemple un processeur P, et pilotée par le programme d'ordinateur 63, mettant en œuvre des étapes du procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès selon au moins un mode de réalisation de l'invention.
- [0202] A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur 63 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 62.
- [0203] Le processeur de l'unité de traitement 62 met en œuvre des étapes du procédé de transmission de données décrit précédemment, selon les instructions du programme d'ordinateur 63, pour :
- [0204] – recevoir une trame descendante, en provenance dudit point d'accès,
- détecter, dans ladite trame descendante, un indicateur requérant la transmission du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
- estimer la puissance de ladite trame descendante reçue par ladite station,
- transmettre audit point d'accès une trame montante portant une information représentative d'un niveau de puissance associé à la puissance estimée.

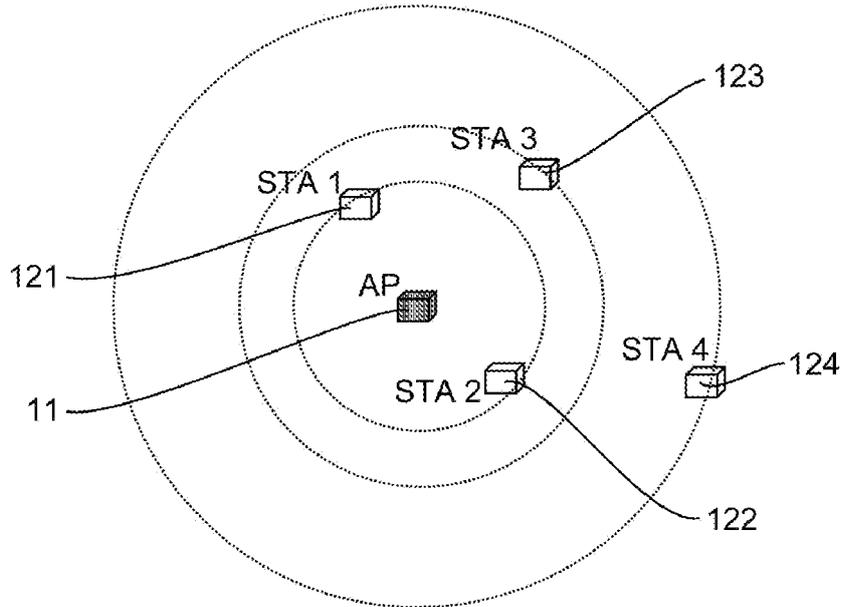
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gestion d'un point d'accès sans fil, comprenant :
- la diffusion (21), vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, d'une trame descendante, ladite trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant ladite trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue,
 - la réception (26) d'au moins une trame montante en provenance d'au moins une desdites stations, en réponse à ladite trame descendante, une trame montante émise par une station portant une information représentative du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
 - la détermination (27) d'au moins un niveau de puissance du point d'accès reçue par au moins une desdites stations, à partir de la ou desdites informations représentatives du niveau de puissance portées par la ou lesdites trames montantes.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite trame descendante est une trame d'allocation des ressources en lien montant.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ladite détermination (27) met en œuvre, pour au moins une séquence d'une famille d'au moins une séquence connue dudit point d'accès, une corrélation entre ladite séquence et ladite au moins une trame montante.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ladite détermination (27) met en œuvre, pour au moins un couple position-valeur d'un ensemble d'au moins un couple position-valeur connu dudit point d'accès :
- l'obtention d'une valeur associée à la position dudit couple position-valeur dans ladite au moins une trame montante,
 - la comparaison de ladite valeur obtenue avec un seuil déterminé.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite trame descendante porte au moins une information appartenant au groupe comprenant :
- une puissance maximale, en deçà de laquelle une station doit remonter au point d'accès un niveau de puissance reçue,
 - une famille d'au moins une séquence à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance,

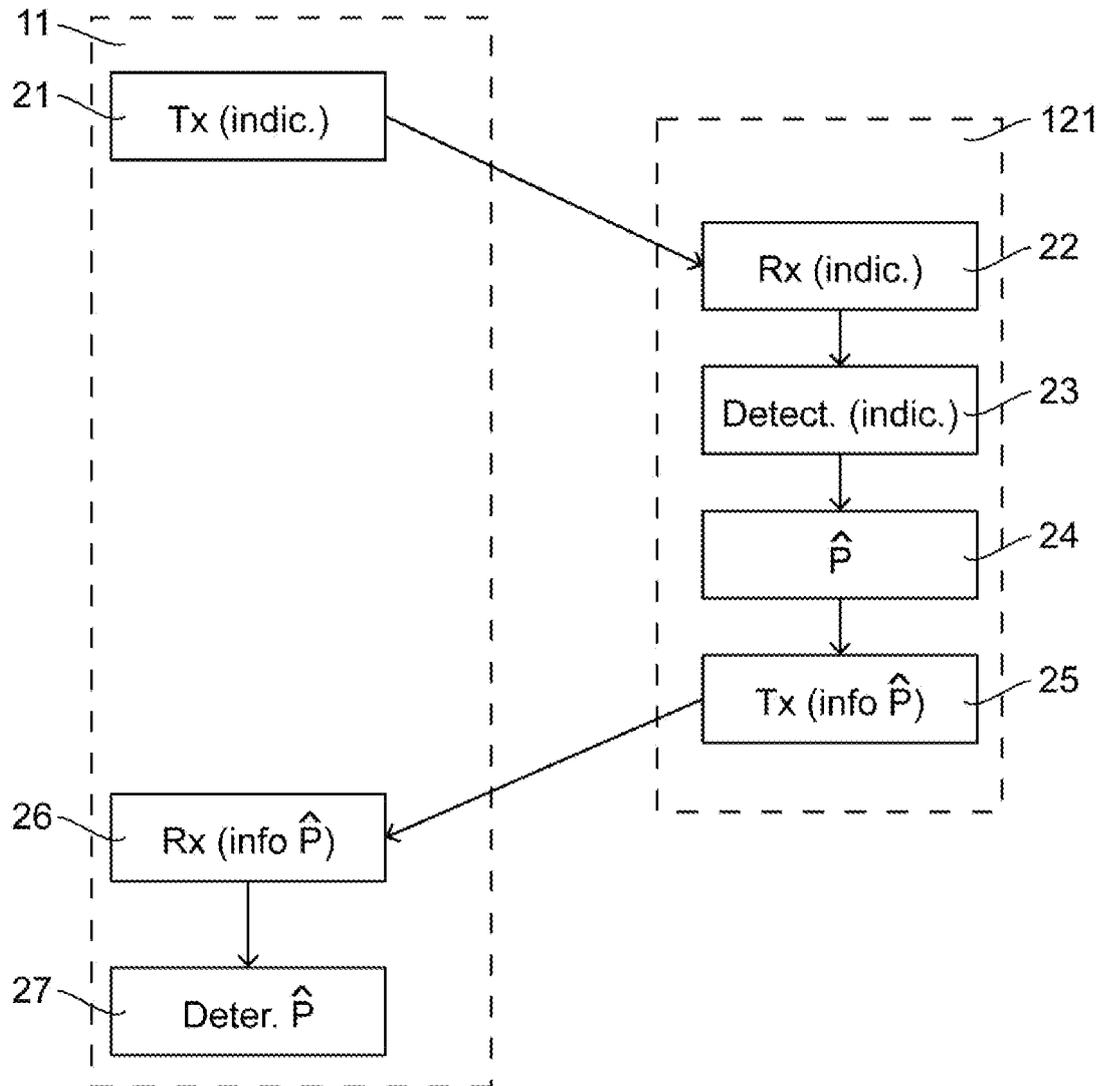
- un nombre de décalages cycliques autorisés pour une séquence à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance,
 - un ensemble d'au moins un couple position-valeur à utiliser par une station pour remonter un niveau de puissance.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend une mise à jour de la puissance d'émission dudit point d'accès tenant compte de ladite détermination.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite trame descendante est diffusée périodiquement ou suite à un événement déclencheur appartenant au groupe comprenant :
- l'envoi d'au moins une balise par le point d'accès,
 - l'association d'au moins une nouvelle station avec ledit point d'accès,
 - la détection d'un point d'accès voisin,
 - la détection de la mobilité d'au moins une station.
- [Revendication 8] Procédé de transmission de données d'une station vers un point d'accès sans fil, comprenant :
- la réception (22) par ladite station d'une trame descendante, en provenance dudit point d'accès,
 - la détection (23), dans ladite trame descendante, d'un indicateur requérant la transmission du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
 - l'estimation (24) de la puissance de ladite trame descendante reçue par ladite station,
 - la transmission (25) audit point d'accès d'une trame montante portant une information représentative d'un niveau de puissance associé à la puissance estimée.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite information représentative du niveau de puissance est une séquence d'une famille d'au moins une séquence connue dudit point d'accès, chaque séquence de ladite famille étant associée à un niveau de puissance distinct.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite information représentative du niveau de puissance est un couple position-valeur d'un ensemble d'au moins un couple position-valeur connu dudit point d'accès, chaque couple position-valeur dudit ensemble étant associé à un niveau de puissance distinct.
- [Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que ladite information représentative du niveau de puissance est

- répétée sur plusieurs symboles OFDM consécutifs.
- [Revendication 12] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que ladite trame montante est transmise sur une ressource partagée par au moins une autre station transmettant une même information représentative dudit niveau de puissance.
- [Revendication 13] Point d'accès sans fil apte à communiquer avec au moins une station, comprenant au moins une unité de traitement configurée pour :
- diffuser (21), vers la ou les stations présentes dans la zone de couverture du point d'accès, une trame descendante, ladite trame descendante portant un indicateur requérant la transmission, par une station recevant ladite trame descendante, d'un niveau de puissance du point d'accès reçue,
 - recevoir (26) au moins une trame montante en provenance d'au moins une desdites stations, en réponse à ladite trame descendante, une trame montante émise par une station portant une information représentative du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
 - déterminer (27) au moins un niveau de puissance du point d'accès reçue par au moins une desdites stations, à partir de la ou desdites informations représentatives du niveau de puissance portées par la ou lesdites trames montantes.
- [Revendication 14] Station apte à communiquer avec un point d'accès sans fil comprenant au moins une unité de traitement configurée pour :
- recevoir (22) une trame descendante, en provenance dudit point d'accès,
 - détecter (23), dans ladite trame descendante, un indicateur requérant la transmission du niveau de puissance du point d'accès reçue par ladite station,
 - estimer (24) la puissance de ladite trame descendante reçue par ladite station,
 - transmettre (25) audit point d'accès une trame montante portant une information représentative d'un niveau de puissance associé à la puissance estimée.
- [Revendication 15] Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

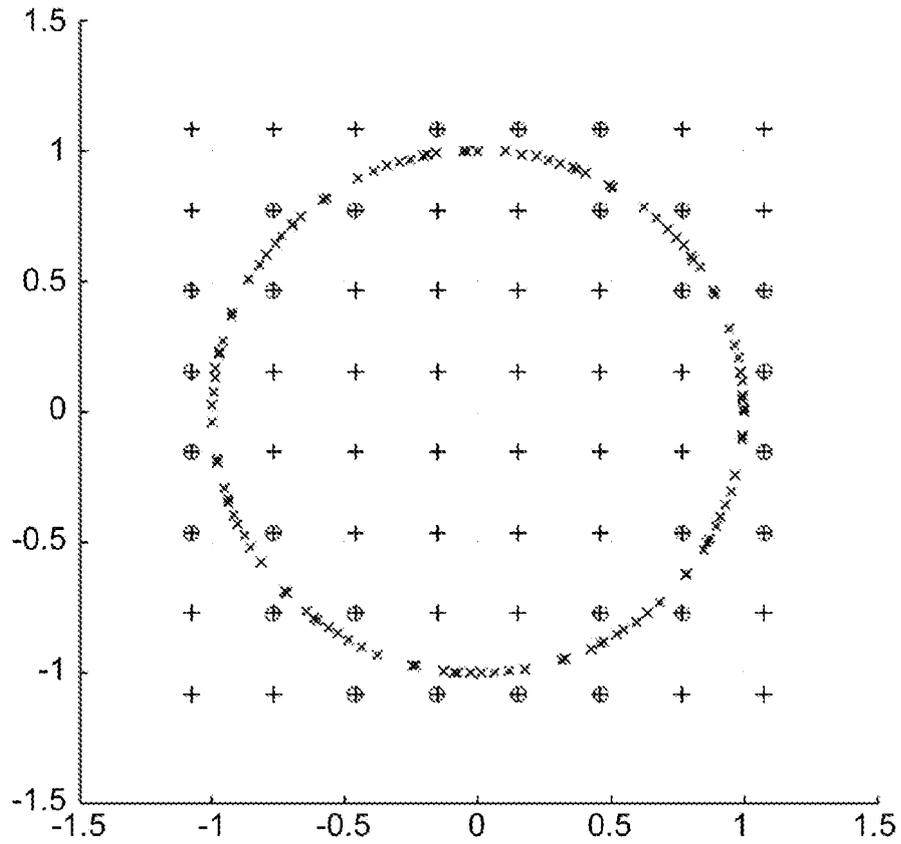
[Fig. 1]



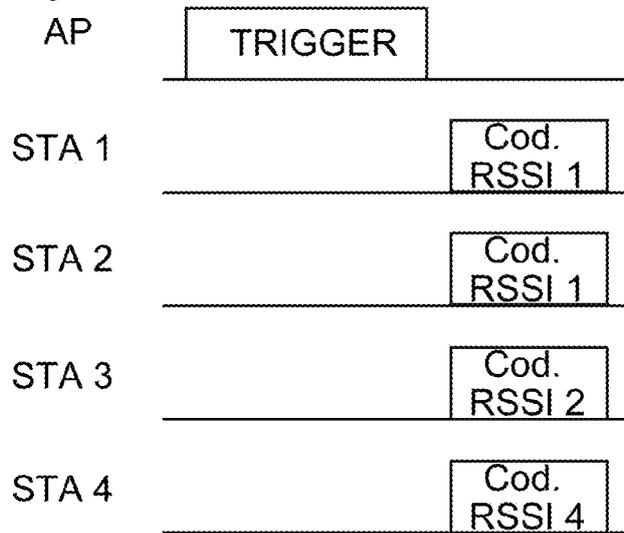
[Fig. 2]



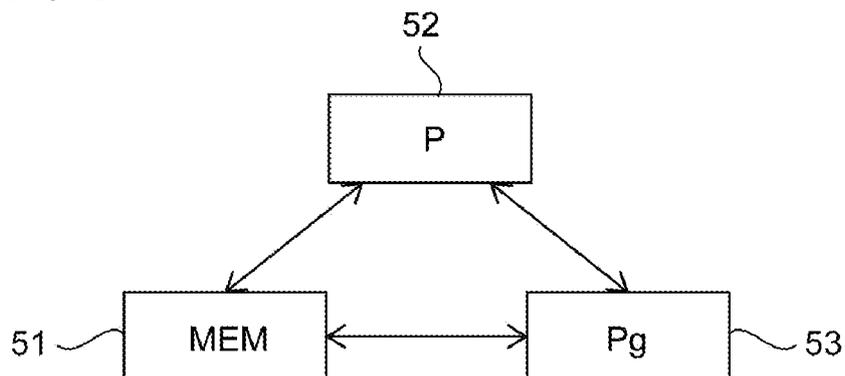
[Fig. 3]



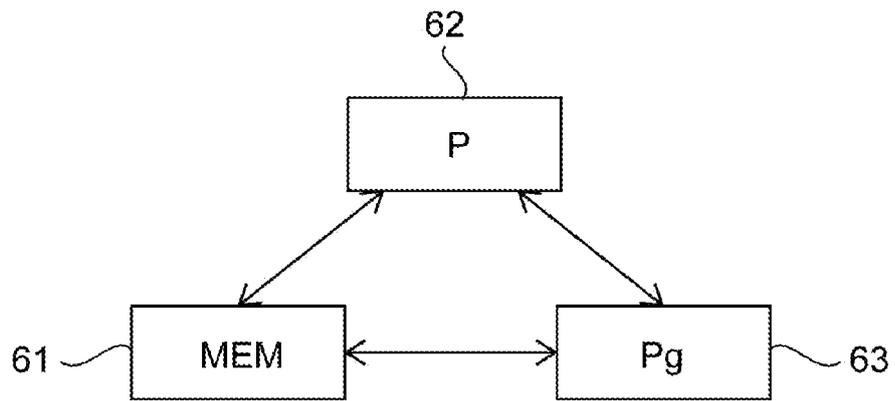
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 883136
 FR 2005114

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2016/077701 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS [US]) 19 mai 2016 (2016-05-19)	1,8, 13-15	H04W52/54 H04L29/06
Y	* alinéa [0050] * * alinéa [0118] - alinéa [0130] * * alinéa [0134] - alinéa [0144] * * figure 6 *	2-7,9-12	H04W88/08
Y	----- US 2019/306739 A1 (KIM DONGGUN [KR] ET AL) 3 octobre 2019 (2019-10-03) * alinéa [0141] - alinéa [0147] * * alinéa [0209] - alinéa [0213] * * figure 5 *	2-7,9-12	
A	----- EP 3 232 706 A1 (HUAWAI TECH CO LTD [CN]) 18 octobre 2017 (2017-10-18) * alinéa [0006] * * alinéa [0069] - alinéa [0073] * * alinéa [0118] - alinéa [0120] *	1-15	
A	----- EP 2 693 667 A1 (QUALCOMM INC [US]) 5 février 2014 (2014-02-05) * alinéa [0086] - alinéa [0092] *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	----- NOKIA CORPORATION ET AL: "Measurement and measurement reporting of E-UTRAN cells", 3GPP DRAFT; R2-087129 CR3482 25.331 E-UTRA MEASUREMENT AND REPORTING R1, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE, no. Prague, Czech Republic; 20081120, 20 novembre 2008 (2008-11-20), XP050321742, [extrait le 2008-11-20] * paragraphe 8.4.0 * * paragraphe 8.4.2 *	1-15	H04W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 février 2021		Rabe, Marcus	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2005114 FA 883136**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-02-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016077701 A1	19-05-2016	AU 2015346177 A1	08-06-2017
		AU 2019284144 A1	30-01-2020
		CN 107113647 A	29-08-2017
		CN 111954255 A	17-11-2020
		EP 3219140 A1	20-09-2017
		EP 3723408 A1	14-10-2020
		KR 20170084250 A	19-07-2017
		US 2018063736 A1	01-03-2018
		US 2020288340 A1	10-09-2020
		WO 2016077701 A1	19-05-2016
US 2019306739 A1	03-10-2019	US 2019306739 A1	03-10-2019
		WO 2019190245 A1	03-10-2019
EP 3232706 A1	18-10-2017	AU 2014415952 A1	10-08-2017
		CN 106165474 A	23-11-2016
		EP 3232706 A1	18-10-2017
		RU 2663183 C1	02-08-2018
		US 2017303158 A1	19-10-2017
		WO 2016106563 A1	07-07-2016
EP 2693667 A1	05-02-2014	AR 082835 A1	09-01-2013
		CN 103119870 A	22-05-2013
		CN 104243057 A	24-12-2014
		EP 2619933 A1	31-07-2013
		EP 2693667 A1	05-02-2014
		JP 5678193 B2	25-02-2015
		JP 5869048 B2	24-02-2016
		JP 2013538029 A	07-10-2013
		JP 2014209749 A	06-11-2014
		KR 20130098377 A	04-09-2013
		KR 20150034818 A	03-04-2015
		TW 201218820 A	01-05-2012
		US 2012252521 A1	04-10-2012
		WO 2012040640 A1	29-03-2012