

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2022/200745 A1**

(43) Date de la publication internationale  
29 septembre 2022 (29.09.2022)

WIPO | PCT

(51) Classification internationale des brevets :

H04W 52/26 (2009.01) H04W 76/14 (2018.01)  
H04W 72/04 (2009.01) H04W 84/04 (2009.01)  
H04L 5/00 (2006.01) H04W 84/18 (2009.01)

(71) Déposant : **ORANGE** [FR/FR] ; 111, quai du Président Roosevelt, 92130 Issy-les-Moulineaux (FR).

(72) Inventeur : **KELIF, Jean-Marc** ; ORANGE - Intellectual Property and Licensing, Orange Gardens - 44 avenue de la République -, CS 50010, 92326 CHÂTILLON CEDEX (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2022/050556

(22) Date de dépôt international :

25 mars 2022 (25.03.2022)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

2103136 26 mars 2021 (26.03.2021) FR

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A MULTI-HOP TRANSMISSION IN A WIRELESS COMMUNICATION NETWORK, METHOD FOR PROCESSING A MULTI-HOP TRANSMISSION, CORRESPONDING DEVICES, RELAY NODES, COMMUNICATION EQUIPMENT, SOURCE EQUIPMENT, SYSTEM AND COMPUTER PROGRAMS

(54) Titre : PROCÉDE DE CONTROLE D'UNE TRANSMISSION MULTI-SAUTS DANS UN RESEAU DE COMMUNICATION SANS FIL, PROCÉDE DE TRAITEMENT D'UNE TRANSMISSION MULTI-SAUTS, DISPOSITIFS, EQUIPEMENT RELAIS, EQUIPEMENT DE COMMUNICATION, EQUIPEMENT SOURCE, SYSTEME ET PROGRAMMES D'ORDINATEUR CORRESPONDANTS

[Fig. 3]

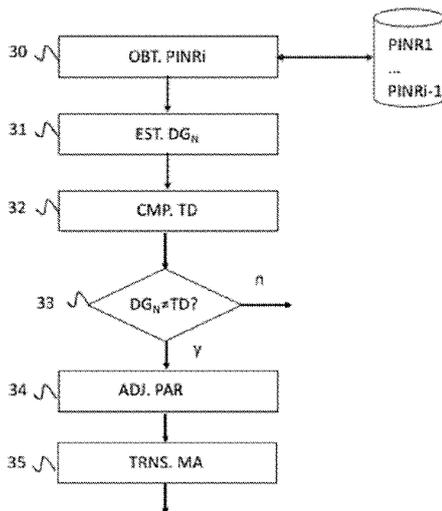


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling a multi-hop transmission in a wireless communication network, said transmission implementing a plurality of relay nodes of the wireless communication network, wherein a relay node, referred to as the current relay node of said plurality, located at  $i$  hops where  $i$  is a non-zero integer, is configured to receive from a source node or a preceding relay node located at hop  $i-1$ , a radio signal carrying a volume of data transmitted by said source node, to amplify the signal and to retransmit it to a next relay node, located at  $i+1$  hops, said method comprising: obtaining (30) for said current relay node a current strength ratio between a strength of the radio signal and a noise and interference strength, at said current relay node and as received by the latter; estimating (31) an overall transmission rate between the source node and a destination node located at a number  $N$  of hops, where  $N$  is greater than or equal to  $i$ , at least on the basis of the current strength ratio, ratios of strength measurements previously obtained for relay nodes located between the source node and said current relay node and a transmission bandwidth; and adjusting (34) at least one data transmission parameter of at least the source node and/or of said relay node participating in the multi-hop transmission, when the estimated overall transmission rate differs (33) from a target data rate (TD). Drawing\_references\_to\_be\_translated:

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans



WO 2022/200745 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais, dit équipement relais courant de ladite pluralité, situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir d'un équipement source ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $j-1$ , un signal radio portant un volume de données émis par ledit équipement source, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts, ledit procédé comprend : l'obtention (30) pour ledit équipement relais courant d'un rapport de puissances courant entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, au niveau dudit équipement relais courant, reçues par ledit équipement relais courant; l'estimation (31) d'un débit de transmission global entre l'équipement source et un équipement destinataire situé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du rapport de puissances courant, de rapports de mesures de puissances précédemment obtenus pour des équipements relais situés entre l'équipement source et ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission; et l'ajustement (34) d'au moins un paramètre de transmission de données d'au moins l'équipement source et/ou undit équipement relais participant à la transmission multi sauts, lorsque le débit de transmission global estimé diffère (33) d'un débit cible (TD). FIGURE 3

**DESCRIPTION**

**TITRE : Procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, procédé de traitement d'une transmission multi-sauts, dispositifs, équipement relais, équipement de communication, équipement source, système et programmes d'ordinateur correspondants.**

**Domaine technique de l'invention**

Le domaine de l'invention est celui d'un réseau de communication sans fil, par exemple de type cellulaire, comprenant une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir un signal radio portant un volume de données utiles émis par un équipement source dans ledit réseau, l'amplifier et le relayer en tout ou partie, voire le compléter.

En particulier, l'invention concerne le contrôle d'un débit de transmission global d'un tel signal radio dans ledit réseau de l'équipement source jusqu'à un équipement destinataire.

**Art antérieur**

On connaît un réseau de communication sans fil, par exemple de type radio cellulaire, dans lequel un équipement source, par exemple un terminal mobile, par exemple embarqué dans un véhicule, émet un signal radio et ce signal est relayé par plusieurs équipements relais de type « Amplify and Forward » avant d'atteindre sa destination. On parle aussi de transmission multi-sauts (pour « multi-hop », en anglais), chaque saut désignant la réception, l'amplification et la retransmission du signal radio par un équipement relais. On note que la destination du signal radio émis par l'équipement source n'est pas nécessairement connue à l'avance de l'équipement source, le signal radio peut en effet être émis à destination d'un équipement particulier, mais il peut également être émis à destination d'un ou de plusieurs équipements, par exemple des équipements vérifiant une condition prédéterminée telle qu'être situés à un nombre de sauts de l'équipement source inférieur ou égal à un nombre déterminé ou dans un rayon géographique donné.

Un tel équipement relais est configuré pour amplifier la puissance totale du signal reçu avant de le réémettre vers un équipement relais suivant. Ainsi la puissance reçue par l'équipement destinataire en provenance du dernier équipement relais est composée de celle du signal utile émis par l'équipement source et d'une puissance non utile due aux interférences subies par le signal à chaque saut et à l'amplification indifférenciée des interférences et du signal utile effectuée par chaque équipement relais. Ces interférences proviennent de l'ensemble des équipements du réseau émettant à la même fréquence que le signal émis.

Un cas d'usage des transmissions multi-sauts concerne des véhicules motorisés, par exemple des voitures, qui roulent en file sur une route. La première voiture transmet des informations portées par

un signal radio à celle qui la suit. Par exemple, il s'agit d'informations relatives au contrôle du véhicule, comme des informations liées à une commande de freinage ou de changement de direction. La deuxième voiture exploite, si cela est opportun, la commande embarquée dans le signal radio qu'elle a reçu, le réamplifie et le retransmet à la voiture suivante dans la file, et ainsi de suite.

Dans ce cas d'usage, on ne connaît pas nécessairement a priori le nombre maximum de voitures possibles susceptibles de recevoir et de retransmettre le signal.

Un inconvénient de ce mode de communication par amplification et retransmission directe est que le signal peut être ré-amplifié et relayé à multiples reprises jusqu'à sa destination. Ces réamplifications successives induisent également une amplification des interférences. Dans ce contexte, il est complexe de prévoir et de quantifier les performances du système et en particulier de garantir un niveau de qualité de service cible tel qu'un débit de transmission cible pour la transmission multi-sauts mise en œuvre entre l'équipement source et l'équipement destinataire.

L'invention vient améliorer la situation.

Notamment, l'invention répond au besoin de garantir qu'un niveau prédéterminé de qualité de service est atteint.

L'invention répond aussi au besoin de contrôler de façon simple les performances d'un système de transmission multi-sauts en termes de qualité de service.

### **Présentation de l'invention**

L'invention répond à ce besoin en proposant un procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais, dit équipement relais courant de ladite pluralité, situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir d'un équipement source ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $i-1$ , un signal radio portant un volume de données émis par ledit équipement source, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts. Ledit procédé comprend :

- l'obtention pour ledit équipement relais courant d'un rapport de puissances courant entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, au niveau dudit équipement relais courant, reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ;
- l'estimation d'un débit de transmission global entre l'équipement source et un équipement destinataire situé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du rapport de puissances courant, de rapports de mesures de puissances précédemment obtenus pour des équipements relais situés entre l'équipement source et ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission ; et

- l'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données d'au moins l'équipement source et/ou undit équipement relais participant à la transmission multi-sauts, lorsque le débit de transmission global estimé diffère d'un débit cible.

L'invention permet de contrôler le débit de transmission d'un volume de données en ajustant au moins un paramètre de transmission de données entre l'équipement source et l'équipement destinataire situé à N sauts de l'équipement source. De la sorte, un débit de transmission cible des données exigé au niveau de l'équipement destinataire peut être garanti pour le volume de données courant ou pour un autre volume de données suivant transmis au sein de la même transmission multi-sauts.

Cet ajustement est appliqué à au moins un équipement de communication participant à la transmission multi-sauts, comme par exemple l'équipement source et/ou au moins un des équipements relais. Lorsque l'ajustement concerne l'équipement source, un avantage est que la modification d'un paramètre de transmission au niveau du seul équipement source impacte toute la chaîne de relais du volume de données. Dans ce cas, elle s'appliquera à la transmission d'un prochain volume de données.

Lorsque l'ajustement concerne un équipement relais, il impacte la transmission du volume de données en cours dès lors qu'il concerne l'équipement relais courant ou un équipement relais suivant qui n'a pas encore retransmis le signal radio en provenance de l'équipement source.

Au niveau de l'équipement relais courant (i. e. au niveau du saut courant i) pour lequel on a reçu le dernier rapport de mesures de puissances, la modification aura un impact sur la partie non encore transmise du volume de données en cours de transmission.

Le paramètre de transmission ajusté peut avantageusement lui ou leur être transmis dans un message d'action. Lorsque le procédé de contrôle est mis en œuvre par l'équipement relais lui-même, il peut directement mettre à jour sa configuration.

Le paramètre de transmission ajusté peut avantageusement être transmis à ou aux équipements concernés dans un message d'action.

Le procédé de contrôle selon l'invention peut être mis en œuvre par l'équipement source lui-même, un des équipements relais ou tout autre équipement de communication du réseau de communication sans fil. S'il s'agit de l'équipement source, il peut directement mettre à jour sa configuration.

Par exemple, ledit au moins un paramètre de transmission comprend une puissance d'émission) du signal radio par l'équipement source ou un équipement relais de ladite pluralité et/ou une valeur de bande passante au niveau de l'équipement source ou d'un équipement relais de ladite pluralité.

Avantageusement, l'ajustement comprend une augmentation d'au moins un dit paramètre de transmission de données, si le débit de transmission global estimé est inférieur au débit de transmission cible et une baisse sinon.

Dans ce cas, le message d'action peut comprendre un champ indiquant une valeur de l'incrément ou du décrement. De façon alternative, une valeur d'incrément ou décrement prédéterminée est connue a priori de chacun des équipements de communications, équipement source et équipements relais, impliqués et il est seulement nécessaire de transmettre si la modification à appliquer est un incrément ou un décrement.

Selon un aspect de l'invention, lorsque le nombre N de sauts auquel est situé l'équipement destinataire est supérieur à i, le procédé comprend une prédiction des rapports de puissances des équipements relais situés entre i+1 et N sauts et l'estimation du débit de transmission global à l'équipement destinataire prend en compte les rapports de puissance prédits.

Lorsque l'ajustement s'applique à au moins un paramètre de transmission d'au moins un équipement relais suivant situé entre i+1 et N sauts, du fait qu'on n'a pas encore reçu de mesures de puissances, on peut par exemple prédire leur rapport de puissances à partir de ceux déjà obtenus des relais précédents. L'avantage de leur faire modifier un ou plusieurs paramètres de communication en avance de phase est que cette modification va s'appliquer à la totalité du volume de données. L'impact de l'ajustement sera donc bien plus important.

Selon encore un autre aspect de l'invention, le débit de transmission global est estimé à partir de l'expression suivante :

$$DG_N = W \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{j=1}^i \left( 1 + \frac{1}{\theta_j} \right)} \right)}}$$

où W désigne une bande passante de transmission entre l'équipement source et l'équipement destinataire ; et

$\theta_j$  est le rapport de puissances d'un équipement relais ERj précédant l'équipement relais courant ERi.

Dans ce mode de réalisation, la bande passante est supposée constante tout au long de la transmission. Un avantage est d'estimer de façon relativement simple un niveau de qualité de service au niveau de l'équipement destinataire, tout en prenant en compte les réamplifications du signal utile à chaque relais et les interférences multiples en particulier lorsque tous les équipements mis en œuvre utilisent une même bande de fréquences.

Selon encore un autre aspect de l'invention, le débit de transmission global est estimé à partir de l'expression suivante :

$$DG_N = \frac{Vol_N}{\sum_{j=1}^N \frac{Vol_j}{W_j \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_j} \right)} \right) - 1}}$$

où  $Vol_N$  est le volume de données reçu par l'équipement destinataire situé à  $N$  sauts de l'équipement source,

$Vol_j$  est le volume de données reçu par l'équipement  $ER_j$ ,

$W_i$  est la bande passante disponible au niveau de l'équipement  $ER_i$

$\theta_i$  est le rapport de puissances d'un équipement relais  $ER_i$ .

Dans ce mode de réalisation, la bande passante varie d'un équipement relais à un autre, ainsi que le volume de données.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre d'un procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts selon l'invention, tel que décrit précédemment, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

L'invention vise également un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel sont enregistrés les programmes d'ordinateur tels que décrits ci-dessus.

Un tel support d'enregistrement peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une clé USB ou un disque dur.

D'autre part, un tel support d'enregistrement peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens, de sorte que le programme d'ordinateur qu'il contient est exécutable à distance. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau par exemple le réseau Internet.

Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé de contrôle précité.

L'invention concerne aussi un dispositif de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais, dit équipement relais courant de ladite pluralité, situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir d'un équipement source ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $i-1$ , un signal radio portant un volume de données émis par ledit équipement source, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts. Ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre :

- l'obtention pour ledit équipement relais courant d'un rapport de puissances courant entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, au niveau dudit équipement relais courant, reçues par ledit équipement relais courant ;

- l'estimation d'un débit de transmission global (entre l'équipement source et un équipement destinataire situé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du rapport de puissances courant, de rapports de mesures de puissances précédemment obtenus pour des équipements relais situés entre l'équipement source et ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission ;

- l'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données d'au moins l'équipement source et/ou undit équipement relais participant à la transmission multi-sauts, lorsque le débit de transmission global estimé diffère d'un débit cible.

Avantageusement, ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre le procédé de contrôle précité, selon ses différents modes de réalisation.

Avantageusement, ledit dispositif est intégré dans un équipement du système, par exemple un équipement relais ou l'équipement source. En alternative, il peut être intégré dans un autre équipement de communication comme par exemple, dans un réseau cellulaire, la station de base à laquelle sont rattachés les équipements relais et l'équipement source.

Corrélativement, l'invention concerne aussi un procédé de traitement d'une transmission multi-sauts d'un signal radio émis par un équipement source dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais situé à un nombre de sauts  $i$  de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir ledit signal radio dudit équipement source ou d'un équipement relais précédent, de rang  $i-1$ , l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, de rang  $i+1$ . Ledit procédé comprend :

- l'émission à destination d'un dispositif de contrôle d'une puissance du signal radio et d'une puissance de bruit et d'interférences au niveau de l'équipement relais courant, reçues par l'équipement relais courant ;

- la réception en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action dans le réseau de communication sans fil comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données au sein de la transmission multi-sauts ; et

- l'exécution de l'action d'ajustement contenue dans ledit message d'action, lorsqu'elle est destinée audit équipement relais courant.

Avec l'invention, l'équipement relais transmet des mesures de puissance à un dispositif de contrôle qui les exploite pour contrôler qu'au moins un critère de qualité de service est respecté pour la transmission multi-sauts en lui renvoyant si besoin une action à exécuter pour ajuster un ou plusieurs paramètres de la communication.

Selon un autre aspect de l'invention, le message d'action comprenant en outre au moins un nombre de sauts, le procédé comprend :

- l'extraction du au moins un nombre de sauts compris dans ledit message ; et
- la vérification que le nombre de sauts de l'équipement relais courant correspond à un nombre de sauts extrait.

Un avantage est de déterminer si l'équipement relais est visé par le message d'action lorsqu'il est diffusé dans un groupe comprenant plusieurs équipements relais.

L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre d'un procédé de transmission d'une transmission multi-sauts selon l'invention, tel que décrit précédemment, lorsqu'il est exécuté par un processeur.

L'invention vise également un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel sont enregistrés les programmes d'ordinateur tels que décrits ci-dessus.

Un tel support d'enregistrement peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une clé USB ou un disque dur.

D'autre part, un tel support d'enregistrement peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens, de sorte que le programme d'ordinateur qu'il contient est exécutable à distance. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau par exemple le réseau Internet.

Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé de traitement précité.

L'invention concerne aussi un dispositif de traitement d'une transmission multi-sauts d'un signal radio émis par un équipement source dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais situé à un nombre de sauts  $i$  de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir ledit signal radio dudit équipement source ou d'un équipement relais précédent, de rang  $i-1$ , l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, de rang  $i+1$ , caractérisé en ce que ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre :

- l'émission à destination d'un dispositif de contrôle d'une puissance du signal radio et d'une puissance de bruit et d'interférences au niveau de l'équipement relais courant, reçues par l'équipement relais courant ;
- la réception en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action (MA) dans le réseau de communication sans fil comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission au sein de la transmission multi-sauts ;

- l'exécution de l'action contenue dans ledit message d'action, lorsqu'elle est destinée audit équipement relais courant.

Avantageusement, ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre le procédé de traitement précité, selon ses différents modes de réalisation.

Avantageusement, ledit dispositif est intégré dans un équipement relais du système.

Corrélativement, l'invention concerne enfin un système de transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, comprenant un équipement source configuré pour émettre dans ledit réseau un signal radio et une pluralité d'équipement relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre le signal radio émis par l'équipement source.

Ledit système comprend le dispositif de contrôle d'une transmission multi-sauts précité et lesdits équipements relais comprennent le dispositif de traitement de ladite transmission multi-sauts précité.

### **Brève description des figures**

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre de simple exemple illustratif, et non limitatif, en relation avec les figures, parmi lesquelles :

**[Fig 1]** : présente un exemple d'architecture d'un système de transmission multi-sauts mis en œuvre dans un réseau de communication sans fil comprenant, un équipement source, une pluralité d'équipements relais et un dispositif de contrôle de ladite transmission, configuré pour contrôler ladite pluralité d'équipements relais selon l'invention ;

**[Fig 2]** : illustre de façon schématique un exemple d'architecture du dispositif de contrôle d'une transmission multi-sauts mise en œuvre dans un réseau de communication sans fil par ledit système et d'un équipement relais dudit système, intégrant un dispositif de traitement de la transmission multi-sauts, selon un mode de réalisation de l'invention ;

**[Fig 3]** : décrit sous forme d'un logigramme les étapes d'un procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts, selon un exemple de réalisation de l'invention ;

**[Fig 4]** : décrit sous forme d'un logigramme les étapes d'un procédé de traitement d'une transmission multi-sauts par un équipement relais de ladite pluralité, selon un exemple de réalisation de l'invention ;

**[Fig 5]** : décrit un exemple de structure matérielle d'un dispositif de contrôle d'une transmission multi-sauts mise en œuvre dans un réseau de communication sans fil selon l'invention ; et

**[Fig 6]** : décrit un exemple de structure matérielle d'un dispositif de traitement d'une transmission multi-sauts mise en œuvre dans un réseau de communication sans fil, selon l'invention.

### **Description détaillée de l'invention**

Le principe de l'invention consiste à estimer un débit de transmission global d'un signal de données utiles, émis par un équipement source dans un réseau de communication sans fil mettant en œuvre une transmission multi-sauts via un ou plusieurs équipements relais, atteint au niveau d'un équipement destinataire placé à N sauts dudit équipement source. Cette estimation de débit s'appuie sur l'obtention préalable d'au moins un rapport entre une puissance du signal utile reçu par un équipement relais dudit réseau placé à i sauts, avec i inférieur ou égal à N et une puissance d'interférences reçue au niveau de cet équipement relais. Si ce délai de transmission global estimé ne correspond pas à un débit de transmission cible prédéterminé, l'invention propose un ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données au niveau d'au moins un équipement de communication participant à la transmission multi-sauts. A cet effet, on peut s'appuyer par exemple sur un message d'action transmis dans le réseau à destination de ce ou de ces équipements de communication, lui ou leur indiquant une modification à appliquer à au moins un paramètre de transmission de données au sein de la transmission multi-sauts. Les équipements de communication concernés peuvent être tout ou partie de la pluralité d'équipements relais et/ou l'équipement source. Les paramètres de transmission à modifier peuvent par exemple comprendre une puissance d'émission d'un signal de données par l'équipement de communication considéré ou une bande passante d'émission par cet équipement.

L'invention trouve ainsi une application particulièrement intéressante dans la gestion de files de véhicules, au moins partiellement autonomes. Dans ce cas d'usage, chaque véhicule intègre un équipement terminal mobile, configuré pour transmettre aux véhicules situés à proximité des informations relatives aux commandes de contrôle du véhicule, par exemple lors de type changement de direction, freinage, etc. Bien sûr, l'invention n'est pas limitée à cet exemple de cas d'usage, mais pourrait s'appliquer aussi dans d'autres contextes, comme par exemple à un système de machines de production interconnectées dans une usine ou plus généralement à tout système d'objets connectés.

On présente désormais, en relation avec la **figure 1**, un exemple d'architecture d'un système 10 de gestion d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, par exemple radio cellulaire, mettant en œuvre un équipement source ES, par exemple un premier véhicule qui embarque un équipement de communication mobile et émet un signal radio porteur d'un volume Vol de données utiles dans le réseau qui est ensuite au moins en partie relayé par une pluralité d'équipements relais ER1, ER2, ...ERN, par exemple d'autres véhicules embarquant chacun un équipement de communication mobile. Ce volume de données est adressé à un ou plusieurs équipements destinataires, par exemple le dernier véhicule ERN ou bien tous les équipements relais. Dans la suite de la description, on s'attache à décrire plus particulièrement le cas d'un groupe de véhicules en pelotons (pour « platooning », en anglais) ou convoi routier circulant dans un système

routier au moins partiellement automatisé. Dans ce contexte, dit V2X (pour « vehicle to anything »), l'équipement source (ou premier équipement de communication) diffuse, à destination du groupe, des données au travers d'un canal de communication « sidelink » ou SL selon les spécifications du 3GPP RAN. Les messages diffusés sont par exemple de type CAM (pour « Cooperative Awareness Message », en anglais).

Selon cette technologie, les équipements de communication d'un même groupe de véhicules sont attachés à une même station de base et font partie d'un même groupe de diffusion, c'est-à-dire que les messages ou volumes de données sont destinés à une même adresse de groupe. Dans l'exemple de la figure 1, le groupe de véhicules comprend l'équipement source ES, les équipements relais ER1, ER2, ER3...ERN. Grâce à la communication V2X les véhicules du peloton peuvent accélérer ou freiner à l'unisson.

La station de base transmet aux équipements du groupe les ressources temps fréquences à utiliser pour diffuser ces messages. Elle leur transmet aussi d'autres informations utiles pour mettre en œuvre la transmission multi-sauts.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée à cet exemple de réalisation, mais s'applique à toute transmission multi-sauts entre un équipement source et un équipement destinataire par l'intermédiaire d'une pluralité d'équipements relais. Par simplicité, on suppose ici que tous les équipements impliqués sont rattachés à la même station de base.

On suppose aussi que tous les équipements de communication impliqués dans la transmission multi-sauts utilisent une même bande de fréquences, par exemple égale à 10MHz. Bien entendu, cette valeur n'est donnée qu'à titre illustratif et n'est pas limitative de l'invention.

L'invention s'applique également à tout réseau de communication sans fil, non cellulaire, tel que par exemple un réseau Wi-Fi, géré par une passerelle résidentielle ou professionnelle. Dans ce cas, les équipements de communication mis en œuvre dans la transmission multi-sauts obtiennent les informations nécessaires à la mise en œuvre de cette communication directe de la passerelle. Elle s'applique plus généralement à tout type de réseau, tel qu'un réseau satellite ou encore un réseau adhoc d'objets connectés, par exemple de type LoRa ou Sigfox (marques déposées).

Comme illustré par la figure 1, le système 10 selon l'invention comprend l'équipement source ES, la pluralité d'équipements relais ER1-ERN et un autre équipement de communication EC, configuré pour contrôler le traitement de la transmission multi-sauts par la pluralité d'équipements relais ER1-ERN selon l'invention. Il s'agit par exemple de la station de base BS, de l'équipement source ES, d'un des équipements relais de la pluralité ou encore d'un autre équipement de communication EC rattaché par exemple lui aussi à la station de base BS.

La figure 2 présente un exemple d'architecture de l'équipement de communication EC selon un mode de réalisation de l'invention. Selon cet exemple, l'équipement de communication EC comprend un dispositif 100 de contrôle de la pluralité d'équipements relais ER1-ER<sub>N</sub> selon l'invention. Ce dispositif comprend au moins un module OBT. PIN<sub>Ri</sub> d'obtention d'un rapport de puissances courant à partir de puissances mesurées et reçues d'au moins un équipement relais ER<sub>i</sub>, dit relais courant, de ladite pluralité, placé à *i* sauts de l'équipement source, avec *i* non nul. Par convention, on considère dans la suite que le signal radio émis par l'équipement source est relayé dans l'ordre des indices des équipements relais ER<sub>i</sub>. Ces mesures de puissance comprennent une mesure de puissance P<sub>ui</sub> du signal radio reçu par ledit équipement relais ER<sub>i</sub> et une mesure de puissance P<sub>li</sub> de bruit et d'interférences reçus au niveau de l'équipement relais ER<sub>i</sub> courant. Le dispositif 100 comprend aussi un module EST. DGN d'estimation d'un débit de transmission global dudit signal radio émis par l'équipement source à un équipement destinataire placé à N sauts, avec N entier supérieur ou égal à *i*, au moins à partir du rapport de puissances courant et de rapports de puissances obtenus pour des équipements relais précédents, et un module MOD. CNF d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données, configuré pour être mis en œuvre lorsque le débit de transmission global estimé diffère d'un débit de transmission cible attendu ou souhaité.

Le signal radio émis par l'équipement source est porteur d'un volume de données utiles Vol. Les équipements relais ER1-ERN peuvent relayer tout ou partie de ce volume. On distinguera dans la suite le cas d'un volume Vol constant d'un volume de données utiles qui évolue tout au long de la transmission multi-sauts au fur et à mesure des relais successifs.

Avantageusement le dispositif comprend un module PRED PIN<sub>Ri+1</sub> de prédiction de rapports de puissances d'équipements relais situés à des nombres de sauts supérieur à celui de l'équipement relais courant et un module de transmission TRNS. MA d'un message d'action comprenant une action d'ajustement dudit au moins un paramètre de transmission.

Alternativement, le dispositif 100 peut être indépendant de l'équipement de communication EC, mais connecté à celui-ci par une liaison quelconque filaire ou non.

Avantageusement, le dispositif 100 comprend au moins un module TX/RX d'émission et réception de signaux dans le réseau de communication et un module M1 de stockage de données. Alternativement il utilise le module de transmission/réception et/ou le module de stockage de l'équipement de communication dans lequel il est intégré.

La mémoire non volatile M1 comprend avantageusement les rapports de puissance obtenus pour les équipements relais impliqués dans la transmission multi-sauts.

Le dispositif 100 met ainsi en œuvre le procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts mise en œuvre par une pluralité d'équipements relais au sein d'un réseau de communication sans fil selon l'invention qui sera détaillé ci-après en relation avec la figure 3.

La figure 2 présente aussi un exemple d'architecture d'un équipement relais ERi selon un mode de réalisation de l'invention. Selon cet exemple, l'équipement relais ERi comprend un dispositif 200 de traitement d'une transmission multi-sauts au sein de laquelle un signal radio porteur d'un volume de données est émis par un équipement source et reçu de cet équipement source ou d'un équipement relais précédent par ledit équipement relais ERi. Le dispositif 200 comprend un module TRNS PUi, Pli, de transmission d'une puissance du signal radio et d'une puissance des interférences et du bruit au niveau de cet équipement relais, reçues et mesurées par l'équipement relais ERi, à un dispositif de contrôle 100 tel que décrit précédemment, et un module de réception REC. MA d'un message d'action comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données en provenance du dispositif de contrôle 100 qui vient d'être décrit.

Avantageusement, le dispositif 200 comprend aussi un module EXT. NS d'extraction d'au moins un nombre de sauts compris dans ledit message d'action et un module CHK. NS de vérification que l'action d'ajustement lui est destinée à partir du nombre de sauts extrait.

Alternativement, le dispositif 200 peut être indépendant de l'équipement relais ERi, mais connecté à celui-ci par une liaison quelconque, filaire ou non.

Avantageusement, le dispositif 200 comprend aussi un module TX/RX de réception, d'amplification et de transmission d'informations dans le réseau de communications sans fil et un module M2 de stockage de données, par exemple une mémoire non volatile.

La mémoire non volatile M2 comprend avantageusement les mesures de puissances, l'action d'ajustement et le ou les nombres de sauts NS reçus dans le message d'action.

Le dispositif 200 met ainsi en œuvre le procédé de traitement d'un signal de données selon l'invention qui sera détaillé ci-après en relation avec la figure 4.

On présente désormais, en relation avec la figure 3, sous une forme de logigramme, un exemple de mise en œuvre d'un procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans le réseau de communication sans fil de la figure 1. On suppose que l'équipement source ES a émis un signal radio porteur d'un volume Vol de données utiles à destination d'au moins un équipement destinataire ED. Le signal est d'abord reçu par un premier équipement relais ER1, qui l'amplifie et retransmet tout ou partie des données du volume de données dans le réseau, éventuellement complété par d'autres données ajoutées par l'équipement relais. Le signal radio retransmis est reçu par un deuxième équipement relais ER2 qui procède de façon similaire à ce qui vient d'être décrit pour l'équipement relais ER1, puis etc., jusqu'à l'équipement destinataire ED. On suppose ici que l'équipement destinataire ED est situé à N sauts, avec N entier supérieur ou égal à 2, autrement dit,  $ED=ERN$  selon les notations introduites précédemment.

Par ailleurs, par souci de simplification dans la suite de la description, on considère que le même volume  $Vol$  de données utiles est transmis depuis l'équipement source ES jusqu'à l'équipement destinataire ED et relayé par chacun des équipements relais impliqués dans la transmission multi-sauts. Toutefois l'invention s'applique également quand tout ou partie seulement du volume de données  $Vol$  émis par l'équipement source ES est relayé, éventuellement complété par d'autres données ajoutées par un ou plusieurs équipements relais impliqués dans la transmission multi-sauts. Le procédé de contrôle selon l'invention qui va maintenant être décrit est par exemple mis en œuvre par le dispositif de contrôle 100 intégré à l'équipement de communication EC. On considère en particulier un équipement relais courant  $ER_i$  qui vient de recevoir le signal radio porteur du volume  $Vol$  de données d'un équipement relais  $ER_{i-1}$  précédent. On suppose que cet équipement relais  $ER_i$  de même que tous les autres équipements de communication (autres équipements relais, équipement source et équipement destinataire) mis en œuvre dans la transmission multi-sauts ont été préalablement informés par la station de base BS de l'adresse du dispositif de contrôle 100. En alternative, les équipements de communication participant à la transmission multi-sauts transmettent des informations à la station de base BS qui les retransmet au dispositif de contrôle dont elle connaît l'adresse réseau.

En 30, une mesure de puissance  $P_{Ui}$  du signal radio reçu par l'équipement relais courant  $ER_i$  et une mesure de puissance  $P_{li}$  des interférences et du bruit au niveau de cet équipement relais  $ER_i$  sont reçues par le dispositif de contrôle 100 par exemple par l'intermédiaire de canaux communs ou de canaux de trafic. Selon une première option, elles ont été transmises par l'équipement relais  $ER_i$  au dispositif de contrôle 100 selon un mode de transmission multi-sauts ou bien elles ont été adressées par l'équipement relais  $ER_i$  à la station de base BS pour retransmission au dispositif de contrôle 100.

Un rapport entre ces deux puissances  $PINR_i = P_{Ui}/P_{li}$  est calculé. En alternative, le rapport  $PINR_i$  en question est directement reçu de l'équipement relais  $ER_i$ .

En 31, le rapport de puissances courant  $PINR_i$  est utilisé pour estimer un débit de transmission global  $DG_N$  du volume de données depuis l'équipement source ES jusqu'à l'équipement destinataire situé à  $N$  sauts de l'équipement source. Cette estimation est aussi fonction de la bande passante disponible pour la transmission multi-sauts et de rapports de puissances  $PINR_1$  à  $PINR_{i-1}$  obtenus pour les sauts précédents entre l'équipement source ES et l'équipement relais courant  $ER_i$ . Par exemple, ces rapports de puissance  $PINR_1$ - $PINR_N$  sont stockés en mémoire.

Selon un premier exemple de réalisation, on suppose que la bande passante  $W$  est la même au niveau de l'équipement source ES et de chacun des équipements relais  $ER_1$  à  $ER_N$ .

Avantageusement, le débit de transmission global  $DG_N$  est alors estimé à partir de l'expression suivante :

$$DG_N = W \cdot \frac{1}{\sum_{j=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_j} \right) - 1} \right)}} \quad (1)$$

où  $W$  est la bande passante disponible pour la transmission multi-sauts entre l'équipement source et l'équipement relais destinataire situé à  $N$  sauts et au niveau de chaque équipement relais  $ER_i$ , et  $\theta_i$  correspond au rapport de puissances  $PNR_i$  au niveau de l'équipement relais  $ER_i$ .

$\theta_i$  représente plus précisément le rapport entre :

- la puissance  $P_{ui}$  reçue par le relais  $ER_i$  en provenance du relais  $ER_{i-1}$ , et
- la puissance  $P_{li}$  interférente totale reçue par le relais  $ER_i$  en provenance d'autres entités du système 10, à laquelle s'ajoute le bruit thermique.

Il s'exprime aussi comme suit :

$$\theta_i = \frac{P_{e_{i-1}} g_{i-1}}{P_{oth} + N_{th}} = \frac{Q_i}{P_{oth} + N_{th}} \quad (2)$$

où :

$P_{e_{i-1}}$  est la puissance d'émission du relais  $R_{i-1}$  (ou l'équipement source ES si  $i=1$ )  
 $g_{i-1}$  désigne le gain dû à la propagation entre le relais  $ER_i$  et le relais  $ER_{i-1}$  (ou l'équipement source ES et le 1<sup>er</sup> relais si  $i=1$ ) ;

$Q_i = P_{e_{i-1}} g_{i-1}$  désigne la puissance reçue par le relais  $ER_i$  en provenance du relais  $ER_{i-1}$  (ou l'équipement source ES et le 1<sup>er</sup> relais si  $i=1$ ) ;

$P_{other} + N_{th}$  désigne la puissance interférente totale reçue par le relai  $i$  en provenance des autres entités du système (dont les stations de base du réseau), à laquelle s'ajoute le bruit thermique, et

$P_{e_{i-1}} g_{i-1} + P_{other} + N_{th}$  désigne la puissance totale reçue par le relais  $ER_i$ .

A ce stade, plusieurs cas sont envisagés.

On rappelle qu'on fait ici l'hypothèse que le volume de données  $Vol$  est transmis en l'état par le système 10 et que la bande passante  $W$  est constante tout au long de la transmission multi-sauts.

Selon une première option, on considère le cas où  $N$  est égal à  $i$ . Autrement dit, l'équipement relais courant  $ER_i$  est l'équipement relais destinataire situé à  $N$  sauts. Il s'agit d'un mode de réalisation dit « au fil de l'eau », selon lequel le débit de transmission est estimé au fur et à mesure de la retransmission du volume de données par les équipements relais successifs au sein de la transmission multi-sauts.

Le dispositif de contrôle a donc d'ores et déjà reçu les rapports de puissance  $PINR_i = \theta_i$  de tous les équipements relais qui ont relayé le signal radio porteur du volume de données  $Vol$  jusqu'à l'équipement relais destinataire situé à  $N$  sauts.

Selon une deuxième option,  $N$  est strictement supérieur à  $i$ . Il s'agit d'un mode de contrôle par anticipation. Le dispositif de contrôle 100 n'a donc pas encore reçu de mesures de puissance des

équipements relais  $ER_{i+1}$  à  $ER_N$ . Il ne peut donc pas calculer les rapports de puissances  $PIN_{i+1}$  à  $PIN_N$  dont il a besoin pour estimer le délai de transmission global  $DG_N$ , comme le montre l'équation 1.

Avantageusement, selon cette deuxième option, l'invention met en œuvre une prédiction de ces rapports de puissance non encore disponibles. Par exemple, ils sont prédits à partir du rapport de puissance obtenu pour l'équipement relais courant  $ER_i$ , par exemple en considérant que  $\theta_N = \theta_{N-1} = \dots = \theta_{i+1} = \theta_i$ . On note que cette hypothèse est tout-à-fait réaliste. En effet, une configuration initiale d'équipements de communication, tels que des terminaux mobiles, peut être d'appliquer une amplification telle que cette hypothèse soit vérifiée.

En variante, une moyenne des rapports de puissance obtenus pour les équipements relais courant et précédents est calculée et utilisée pour prédire  $\theta_{i+1}$  à  $\theta_N$ .

Selon un deuxième exemple de réalisation, on suppose que le volume de données  $Vol$  est transmis en l'état, mais que la bande passante  $W_i$  varie selon les équipements de communication impliqués dans la transmission multi-sauts. Dans ce cas, on estime le débit de transmission global au niveau de l'équipement relais situé à  $N$  sauts comme suit :

$$DG_N = \frac{1}{\sum_{j=1}^N \frac{1}{W_j \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)}} \quad (3)$$

Ainsi, le débit de transmission global  $DG_N$  au niveau de l'équipement relais situé à  $N$  sauts dépend de la bande passante  $W_i$  disponible et des rapports de puissances  $\theta_i$  au niveau de chaque relais  $ER_i$ .

On comprend que selon ce deuxième exemple, le dispositif de contrôle 100 a besoin de connaître la bande passante  $W_i$  propre à chaque équipement relais  $ER_i$ . Par exemple, elle est reçue de l'équipement relais  $ER_i$  en 30.

Selon un troisième mode de réalisation, on considère maintenant le cas plus général d'un équipement relais  $ER_i$  qui ne retransmet pas forcément le volume  $Vol$  en l'état, mais un volume  $Vol_i$  dérivé du volume  $Vol$  (par exemple un volume  $Vol_i$  constitué de tout ou partie du volume  $Vol$ , ou de tout ou partie de ce volume  $Vol$  complété par d'autres données) et celui d'une bande passante disponible qui varie d'un équipement relais à un autre (par exemple on a  $W_i$  au niveau de l'équipement relais  $ER_i$ ), l'équation (1) devient :

$$DG_N = \frac{Vol_N}{\sum_{j=1}^N \frac{Vol_j}{W_j \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)}} \quad (1bis)$$

où  $Vol_j$  est le volume de données reçu par l'équipement relais  $ER_j$  et  $Vol_1$  est le volume de données  $Vol$  émis par l'équipement source,

$Vol_N$  le volume de données reçu par l'équipement destinataire situé à  $N$  sauts de l'équipement source.

On note que dans l'hypothèse où le volume de données Vol,  $Voli$  évolue au cours de la transmission multi-sauts, le dispositif 100 reçoit aussi de l'équipement relais  $ERi$ , avec  $i$  supérieur ou égal à 2, une information relative au volume de données  $Voli$  reçu de l'équipement relais précédent.

De même, si la bande passante  $Wi$  varie avec l'équipement relais  $ERi$ , le dispositif 100 reçoit de l'équipement relais  $ERi$  une information relative à sa bande passante  $Wi$ .

En 32, le débit de transmission global estimé est comparé à un débit cible TD, attendu au niveau de l'équipement destinataire. Par exemple, ce débit cible prédéterminé pour répondre à des contraintes de qualité de service, a été transmis à chaque équipement relais  $ER1-ERN$  par la station de base BS. Ce débit cible peut être dépendant ou non d'un nombre de sauts qui sépare l'équipement relais considéré de l'équipement source ES. Par simplicité, dans la suite, on considère une seule valeur de débit cible TD, par exemple de l'ordre d'1 Mbit/s.

En 33, le résultat de la comparaison est examiné. Si le débit global estimé correspond à une marge d'erreur près au débit cible, aucun ajustement de paramètre de transmission n'est décidé. Au contraire, si le débit global estimé ne correspond pas au débit cible, l'ajustement d'au moins un paramètre de la transmission est décidé pour au moins un équipement de communication participant à la transmission en cours, c'est-à-dire de l'équipement source et/ou d'un ou plusieurs équipements relais  $ERi$ .

En ce qui concerne le ou les paramètres de transmission, il s'agit de paramètres qui ont un impact sur ce débit de transmission global  $DG_N$ , comme par exemple les puissances d'émission du signal radio et/ou la bande passante de transmission  $W, Wi$  ou encore le gain d'antenne angulaire au niveau d'un ou plusieurs équipements de communication participant. En effet, la puissance d'émission du signal radio porteur du volume de données par l'équipement source et/ou un équipement relais aura un impact sur la puissance de réception de ce signal radio par l'équipement relais suivant. Il en est de même pour la bande passante  $Wi$ .

Selon une première option, l'action de modification décidée concerne la puissance d'émission  $Pe$  au niveau d'au moins un équipement de communication participant.

Si le débit de transmission global estimé est inférieur au débit cible, la décision est d'augmenter la puissance d'émission  $Pe$  d'au moins un de ces équipements de communication d'une valeur d'incrément prédéterminée  $Plnc$ . Par exemple, pour des puissances d'émission radio de l'ordre de 40 W, i. e. de 46 dBm, on choisit une valeur d'incrément  $Plnc=1mW$  i. e. 0dBm.

Au contraire, si le débit de transmission global  $DG_N$  est supérieur au débit cible TD, la décision est de diminuer la puissance d'émission de cette valeur d'incrément.

Selon une deuxième option, le paramètre de transmission objet de la modification est la bande passante  $Wi$ . De la même manière, si le débit de transmission global estimé est inférieur au débit cible, la décision est d'augmenter la bande passante d'émission  $Wi$  d'au moins un de ces équipements de

communication d'une valeur d'incrément prédéterminée  $W_{Inc}$ . Par exemple, pour des bandes passantes d'émission  $W_i$  de l'ordre de 10 MHz, la valeur d'incrément  $W_{Inc}$  est choisie égale à 1 MHz. Au contraire, si le débit de transmission global  $DG_N$  est supérieur au débit cible TD, la décision est de diminuer la bande passante d'émission de cette même valeur d'incrément.

Dans ce cas, on suppose que le dispositif de contrôle stocke en mémoire la valeur modifiée de la bande passante pour chacun des équipements de communication concernés. De la sorte, il disposera de la nouvelle valeur de bande passante pour ces équipements lors de sa prochaine estimation de débit de transmission global. En alternative, il obtient la valeur courante de la bande passante  $W_i$  de l'équipement relais courant en 30, en même temps que les mesures de puissance  $P_i$  et PIB.

Selon une troisième option, la modification décidée concerne à la fois la puissance d'émission  $P_{e_i}$  et la bande passante  $W_i$  de l'équipement source ou d'un ou plusieurs équipements relais ERI.

Par exemple, dans le cas où le débit global estimé est inférieur au débit cible, on peut choisir d'augmenter la puissance d'émission et/ou la bande passante de l'équipement relais qui possède le rapport de puissances  $PINR_i$  le plus faible parmi les équipements relais participant à la transmission, ce qui aura pour effet d'augmenter le débit global de la transmission au niveau de l'équipement situé à N sauts.

En 34, un message d'action MA comprenant l'action décidée en 33 est transmise à un ou plusieurs équipements de communication impliqués dans la communication en cours.

Plusieurs cas sont envisagés :

Selon une première stratégie, l'équipement de communication destinataire du message d'action MA est l'équipement source ES. Il en résulte que l'impact de la modification demandée ne se fera sentir que lors de la transmission d'un prochain volume de données Vol' au sein de la même transmission multi-sauts.

Selon une deuxième stratégie, les équipements de communication destinataires du message d'action MA sont un ou plusieurs équipements relais. Dans le cas où on a choisi N égal à i, c'est-à-dire une stratégie de contrôle au fil de l'eau, le dispositif de contrôle connaît les rapports de puissance  $PINR_i$  et éventuellement les bandes passantes d'émission  $W_i$  de tous les équipements relais mis en œuvre dans la retransmission du volume de données jusqu'au relais N. Il peut donc décider de modifier un ou plusieurs de leurs paramètres de transmission en vue de la transmission d'un prochain volume de données Vol'. En effet, connaissant les rapports de puissances  $PINR_i$  de chacun des équipements relais participant à la transmission, le dispositif de contrôle peut déterminer l'impact sur le débit global de transmission de chacun des relais correspondants et modifier leur puissance d'émission et/ou leur bande passante afin d'atteindre le débit cible au niveau de l'équipement destinataire.

Bien sûr, la première et la deuxième stratégies peuvent être combinées pour une action à plus fort impact.

Dans le cas où  $N$  est strictement supérieur à  $i$ , c'est-à-dire une stratégie de contrôle par anticipation, le dispositif de contrôle 100 ne connaît que les rapports de puissance de l'équipement relais  $ER_i$  et des équipements relais précédents  $E1-ER_{i-1}$ . Pour estimer le débit de transmission global  $DG_N$  à  $N$  sauts, il a prédit en 31 les rapports de puissance des équipements relais suivants qui ne lui ont encore transmis aucune mesure de puissance.

Plusieurs options sont alors envisagées :

- selon une première option, le message d'action est adressé aux équipements relais courant  $ER_i$  et précédents  $ER1-ER_{i-1}$  et éventuellement l'équipement source  $ES$ , afin que la modification impacte le débit de transmission d'un prochain volume de données  $Vol'$  ;
- selon une deuxième option, le message d'action est adressé aux équipements relais suivants  $ER_{i+1}$  à  $ER_N-1$ , afin d'agir à bref délai sur la transmission du volume de données  $Vol$  en cours. Toutefois, pour ces équipements suivants, le dispositif de contrôle s'appuie au mieux sur des rapports de puissance et ou des valeurs de bande passante obtenus pour une transmission précédente et stockés en mémoire pour ces équipements de communication voire sur des hypothèses similaires à celles faites pour prédire ces rapports de puissance en 31.

Le message d'action  $MA$  est transmis aux équipements destinataires soit selon un mode de transmission directe et multi-sauts, soit via la station de base  $BS$ .

Dans l'exemple de réalisation selon lequel une adresse de groupe est utilisée, le message d'action  $MA$  est diffusé à l'adresse de groupe. Dans ce cas, le message d'action précise en plus de l'action à accomplir, le ou les numéros de saut des équipements relais concernés. Pour l'équipement source, le numéro de saut est par exemple choisi égal à zéro.

On présente maintenant, en relation avec la figure 4, sous une forme de logigramme, un exemple de mise en œuvre d'un procédé de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil.

Avantageusement, le procédé est mis en œuvre par le dispositif de traitement 200 de la figure 2, qui est intégré au sein d'un équipement relais  $ER_i$  configuré pour recevoir d'un équipement source  $ES$  ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $i-1$ , un signal radio portant un volume de données émis par ledit équipement source  $ES$ , l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts.

En 40, le dispositif 200 obtient au moins une mesure de puissance  $P_i$  du signal radio reçu par l'équipement relais  $ER_i$  et une mesure de puissance  $PIB_i$  de bruit et d'interférences reçus par l'équipement relais courant  $ER_i$ .

En 41, il transmet au moins ces mesures au dispositif de contrôle 100. Comme précédemment évoqué, on suppose qu'il connaît une adresse réseau de ce dispositif 100 ou de l'équipement de communication EC dans lequel il est intégré, par exemple parce qu'il l'a reçu de la station de base BS à laquelle il est rattaché. En variante, il transmet ces mesures à la station de base BS qui se charge de les retransmettre au dispositif de contrôle 100.

Selon un autre exemple de réalisation, l'équipement relais  $ER_i$  transmet aussi une valeur de bande passante de transmission  $W_i$ . Comme précédemment évoqué en relation avec la figure 3, cette information est en effet nécessaire au dispositif de contrôle 100 selon l'invention, lorsque les différents équipements relais  $ER_i$  et éventuellement l'équipement source utilisent des bandes passantes distinctes.

En 43, le dispositif de traitement 200 reçoit en provenance du dispositif de contrôle 100 un message d'action MA comprenant au moins une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données au sein de la transmission multi-sauts.

Selon une première option, le au moins un paramètre à ajuster comprend une puissance d'émission  $P_e$  au niveau de l'équipement relais  $ER_i$ .

L'ajustement peut consister à augmenter ou à diminuer cette puissance d'émission  $P_e$ . Avantagusement, l'instruction comprend une valeur d'incrément ou de décrétement prédéterminée  $PI_{nc}$ . En variante, la valeur d'incrément ou de décrétement est prédéterminée et connue à l'avance de l'équipement relais  $ER_i$ . Dans ce cas, l'action indique seulement s'il s'agit d'un incrément ou d'un décrétement.

Selon une deuxième option, l'ajustement concerne la bande passante  $W, W_i$  de l'équipement relais  $ER_i$  et peut consister en une augmentation ou une diminution, par exemple d'une valeur d'incrément ou de décrétement, prédéterminée ou non.

Bien sûr, l'action peut combiner les deux options précédentes.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, le message d'action MA est adressé à un groupe d'équipements de communication attachés à la station de base BS. Dans ce cas, il s'agit pour l'équipement relais  $ER_i$  de déterminer si le message MA qu'il a reçu en tant que membre du groupe lui est spécifiquement destiné ou non.

Pour ce faire, on suppose que le message d'action comprend aussi une information relative au(x) nombre de sauts des équipements relais du groupe concernés par l'action à exécuter.

Le procédé met alors en œuvre en 44 une extraction du ou des nombres de sauts compris dans le message MA et les vérifie en 45 s'il correspond à son nombre de sauts  $i$  courant. En cas de non correspondance, il décide en 47 de ne pas exécuter l'action.

Si l'un des nombre extrait correspond à son nombre de sauts courant, il exécute en 46 l'action demandée par le dispositif de contrôle 100, en mettant à jour sa configuration.

Avantageusement il stocke en mémoire la valeur ajustée du ou des paramètres de transmission.

En variante, un message d'action spécifique est adressé à chaque équipement de communication participant à la transmission multi-sauts pour lequel un ajustement d'un paramètre de transmission a été décidé.

On présente maintenant, en relation avec la figure 5, un autre exemple de structure matérielle d'un dispositif 100 de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil selon l'invention, comprenant, comme illustré la figure 2, au moins un module d'obtention, un module d'estimation et un module d'ajustement.

Le terme « module » peut correspondre aussi bien à un composant logiciel qu'à un composant matériel ou un ensemble de composants matériels et logiciels, un composant logiciel correspondant lui-même à un ou plusieurs programmes ou sous-programmes d'ordinateur ou de manière plus générale à tout élément d'un programme apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions.

Plus généralement, un tel dispositif 100 comprend une mémoire vive 103 (par exemple une mémoire RAM), une unité de traitement 102 équipée par exemple d'un processeur, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg1, représentatif des modules d'obtention, estimation, et ajustement, stocké dans une mémoire morte 101 (par exemple une mémoire ROM ou un disque dur). A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur sont par exemple chargées dans la mémoire vive 103 avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 102. La mémoire vive 103 peut aussi comprendre les rapports de puissance obtenus des équipements relais précédents, le cas échéant leurs valeurs de bande passante  $W$ ,  $W_i$  et les débits de transmission précédemment estimés.

La figure 5 illustre seulement une manière particulière, parmi plusieurs possibles, de réaliser le dispositif 100 afin qu'il effectue les étapes du procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil tel que détaillé ci-dessus, en relation avec la figure 3 dans ses différents modes de réalisation. En effet, ces étapes peuvent être réalisées indifféremment sur une machine de calcul reprogrammable (un ordinateur PC, un processeur DSP ou un microcontrôleur) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).

Dans le cas où le dispositif 100 est réalisé avec une machine de calcul reprogrammable, le programme correspondant (c'est-à-dire la séquence d'instructions) pourra être stocké dans un médium de stockage amovible (tel que par exemple une carte SD, une clé USB, un CD-ROM ou un DVD-ROM) ou non, ce médium de stockage étant lisible partiellement ou totalement par un ordinateur ou un processeur.

Les différents modes de réalisation ont été décrits ci-avant en relation avec un dispositif 100 intégré dans un équipement de communication du réseau, par exemple l'équipement source ES, la station de base BS, un des équipements relais ERi, ou encore un autre équipement de communication EC par exemple rattaché à la même station de base. Bien sûr, le dispositif 100 peut aussi être indépendant de l'équipement de communication en question et connecté à lui par une liaison quelconque.

On présente aussi, en relation avec la figure 6, un autre exemple de structure matérielle d'un dispositif 200 de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil selon l'invention, comprenant, comme illustré par l'exemple de la figure 2, au moins un module de transmission de puissances mesurées par un équipement relais dudit réseau et un module de réception d'un message d'action comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission.

Avantageusement, le dispositif comprend en outre un module d'extraction d'au moins un nombre de sauts reçu dans ledit message, un module de vérification que l'action lui est destinée et un module d'exécution de l'action configuré pour exécuter ou non l'action en fonction du résultat de la vérification.

Le terme « module » peut correspondre aussi bien à un composant logiciel qu'à un composant matériel ou un ensemble de composants matériels et logiciels, un composant logiciel correspondant lui-même à un ou plusieurs programmes ou sous-programmes d'ordinateur ou de manière plus générale à tout élément d'un programme apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions.

Plus généralement, un tel dispositif 200 comprend une mémoire vive 203 (par exemple une mémoire RAM), une unité de traitement 202 équipée par exemple d'un processeur, et pilotée par un programme d'ordinateur Pg2, représentatif des modules de transmission réception et exécution, stocké dans une mémoire morte 201 (par exemple une mémoire ROM ou un disque dur). A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur sont par exemple chargées dans la mémoire vive 203 avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 202.

La figure 6 illustre seulement une manière particulière, parmi plusieurs possibles, de réaliser le dispositif 200 afin qu'il effectue les étapes du procédé de traitement d'une transmission multi-sauts tel que détaillé ci-dessus, en relation avec la figure 4 dans ses différents modes de réalisation. En effet, ces étapes peuvent être réalisées indifféremment sur une machine de calcul reprogrammable (un

ordinateur PC, un processeur DSP ou un microcontrôleur) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).

Dans le cas où le dispositif 200 est réalisé avec une machine de calcul reprogrammable, le programme correspondant (c'est-à-dire la séquence d'instructions) pourra être stocké dans un médium de stockage amovible (tel que par exemple une carte SD, une clé USB, un CD-ROM ou un DVD-ROM) ou non, ce médium de stockage étant lisible partiellement ou totalement par un ordinateur ou un processeur.

Les différents modes de réalisation ont été décrits ci-avant en relation avec un dispositif 200 intégré dans un équipement relais ERi. Bien sûr, le dispositif 200 peut aussi être indépendant de l'équipement relais ERi en question et connecté à lui par une liaison quelconque.

L'invention qui vient d'être décrite dans ses différents modes de réalisation présente de nombreux avantages. De façon générale, elle s'applique à un groupe d'objets connectés dans un réseau de communication sans fil, comme par exemple une file de véhicules, qui se transmettent des informations de proche en proche selon un mode de communication directe et multi-sauts ou des machines d'une même chaîne de production.

L'invention permet en effet d'estimer un débit de transmission global des données émises par le premier objet connecté jusqu'à un dernier objet connecté sans nécessiter de calcul de proche en proche, et d'exploiter cette estimation pour contrôler et garantir un niveau de qualité de service prédéterminé entre les objets connectés, quel que soit le nombre de relais impliqué dans la transmission multi-sauts.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais, dit équipement relais courant de ladite pluralité, situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir d'un équipement source ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $i-1$ , un signal radio portant un volume de données (Vol) émis par ledit équipement source, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts, caractérisé en ce que ledit procédé comprend :
  - l'obtention (30) pour ledit équipement relais courant (ERi) d'un rapport de puissances courant (PINRi,  $\theta_i$ ) entre une puissance (Pui) du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences (Pli), au niveau dudit équipement relais courant (ERi), reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ;
  - l'estimation (31) d'un débit de transmission global (DGN) entre l'équipement source et un équipement destinataire (ED) situé à un nombre N de sauts, avec N entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du rapport de puissances courant, de rapports de mesures de puissances précédemment obtenus pour des équipements relais situés entre l'équipement source et ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission (W, Wi); et
  - l'ajustement (34) d'au moins un paramètre de transmission de données d'au moins l'équipement source et/ou un dit équipement relais participant à la transmission multi-sauts, lorsque le débit de transmission global estimé diffère (33) d'un débit cible (TD).
2. Procédé de contrôle selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, lorsque le nombre N de sauts auquel est situé l'équipement destinataire est supérieur à  $i$ , le procédé comprend une prédiction des rapports de puissances (PINRi,  $\theta_i$ ) des équipements relais situés entre  $i+1$  et N sauts et en ce que l'estimation du débit de transmission global à l'équipement destinataire prend en compte les rapports de puissance prédits.
3. Procédé de contrôle selon l'une des revendications précédentes, caractérisé, en ce que le débit de transmission global (DGN) est estimé à partir de l'expression suivante :

$$DG_N = W \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{j=1}^i \left( 1 + \frac{1}{\theta_j} \right)} \right)}}$$

où  $W$  désigne une bande passante de transmission entre l'équipement source et l'équipement destinataire ;

$\theta_j$  est le rapport de puissances d'un équipement relais ERj précédant l'équipement relais courant ERi.

4. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé, en ce que le débit de transmission global (DGN) est estimé à partir de l'expression suivante :

$$DGN = \frac{Vol_N}{\sum_{j=1}^N \frac{Vol_j}{W_j \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)}}$$

où  $Vol_N$  est le volume de données reçu par l'équipement destinataire situé à N sauts de l'équipement source,

$Vol_j$  est le volume de données reçu par l'équipement ERj,  $W_i$  est la bande passante disponible au niveau de l'équipement ERi, et  $\theta_i$  est le rapport de puissances d'un équipement relais ERi.

5. Procédé de traitement d'une transmission multi-sauts d'un signal radio émis par un équipement source (ES) dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais (ERi) dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais situé à un nombre de sauts i de l'équipement source, avec i entier non nul, étant configuré pour recevoir ledit signal radio dudit équipement source ou d'un équipement relais précédent, de rang i-1, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, de rang i+1, caractérisé en ce que ledit procédé comprend :
- l'émission (42) à destination d'un dispositif de contrôle (100) d'une puissance du signal radio et d'une puissance de bruit et d'interférences au niveau de l'équipement relais courant, reçues et mesurées par l'équipement relais courant ;
  - la réception (43) en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action (MA) dans le réseau de communication sans fil comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission de données au sein de la transmission multi-sauts et au moins un nombre de sauts ;
  - la vérification que l'action d'ajustement est destinée audit équipement relais courant, comprenant la vérification que le nombre de sauts de l'équipement relais courant correspond à au moins undit nombre de sauts compris dans ledit message d'action ; et
  - l'exécution (47) de l'action d'ajustement contenue dans ledit message d'action, lorsqu'elle est destinée audit équipement relais courant.
6. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

7. Dispositif (100) de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais, dit équipement relais courant de ladite pluralité, situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir d'un équipement source ou d'un équipement relais précédent situé au saut  $i-1$ , un signal radio portant un volume de données (Vol) émis par ledit équipement source, l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, placé  $i+1$  sauts, caractérisé en ce que ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre :
- l'obtention (OBT. PUi, Pli) pour ledit équipement relais courant (ERi) d'un rapport de puissances courant ( $PINRi, \theta_i$ ) entre une puissance ( $Pi$ ) du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences (PIB), au niveau dudit équipement relais courant (ERi), reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ;
  - l'estimation (EST. DGN) d'un débit de transmission global ( $DG_N$ ) entre l'équipement source et un équipement destinataire (ED) situé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du rapport de puissances courant, de rapports de mesures de puissances précédemment obtenus pour des équipements relais situés entre l'équipement source et ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission ( $W, Wi$ ) ;
  - l'ajustement (ADJ. PAR) d'au moins un paramètre de transmission de données d'au moins l'équipement source et/ou un dit équipement relais participant à la transmission multi-sauts, lorsque le débit de transmission global estimé diffère (33) d'un débit cible (TD).
8. Dispositif (200) de traitement d'une transmission multi-sauts d'un signal radio émis par un équipement source (ES) dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais (ERi) dudit réseau de communication sans fil, un équipement relais situé à un nombre de sauts  $i$  de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul, étant configuré pour recevoir ledit signal radio dudit équipement source ou d'un équipement relais précédent, de rang  $i-1$ , l'amplifier et le retransmettre à un équipement relais suivant, de rang  $i+1$ , caractérisé en ce que ledit dispositif est configuré pour mettre en oeuvre :
- l'émission (TRNS. PUi, Pli) à destination d'un dispositif de contrôle (100) d'une puissance du signal radio et d'une puissance de bruit et d'interférences au niveau de l'équipement relais courant, reçues et mesurées par l'équipement relais courant ;
  - la réception (REC. MA) en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action (MA) dans le réseau de communication sans fil comprenant une action d'ajustement d'au moins un paramètre de transmission au sein de la transmission multi-sauts et au moins un nombre de sauts ;

- la vérification que l'action d'ajustement est destinée audit équipement relais courant, comprenant la vérification que le nombre de sauts de l'équipement relais courant correspond à au moins undit nombre de sauts compris dans ledit message d'action ; et
  - l'exécution (EXC. A) de l'action contenue dans ledit message d'action, lorsqu'elle est destinée audit équipement relais courant.
9. Système (10) de transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, comprenant un équipement source (ES) configuré pour émettre dans ledit réseau un signal radio et une pluralité d'équipement relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre le signal radio émis par l'équipement source, caractérisé en ce que le système comprend un dispositif de contrôle (100) d'une transmission multi-sauts conforme à la revendication 7 et en ce que lesdits équipements relais (ERi) comprennent un dispositif (200) de traitement de ladite transmission multi-sauts conforme à la revendication 8.
  10. Système (10) selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de contrôle (100) est intégré dans l'équipement source (ES).
  11. Système (10) selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de contrôle (100) est intégré à un équipement relais de ladite pluralité.

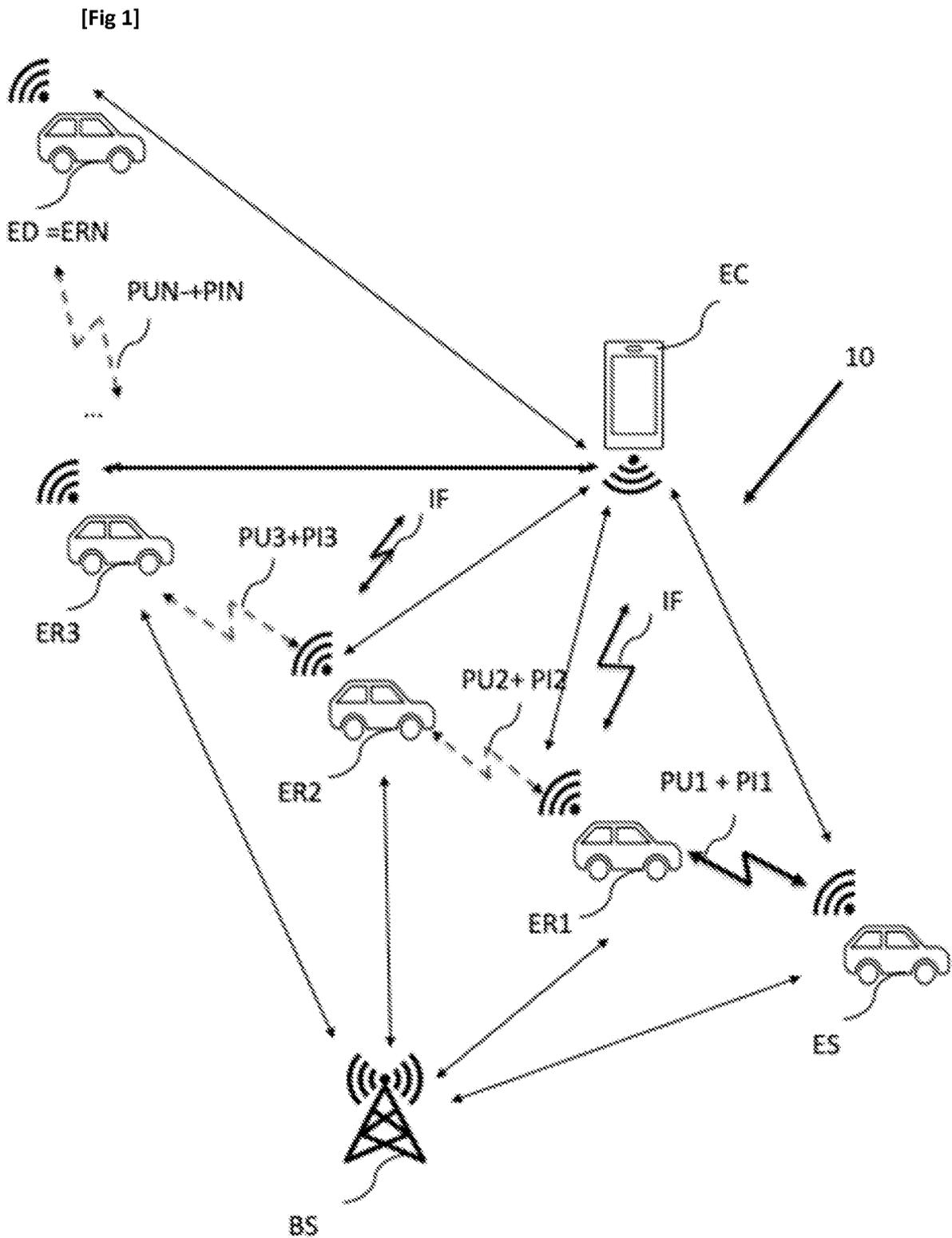


Fig. 1

[Fig 2]

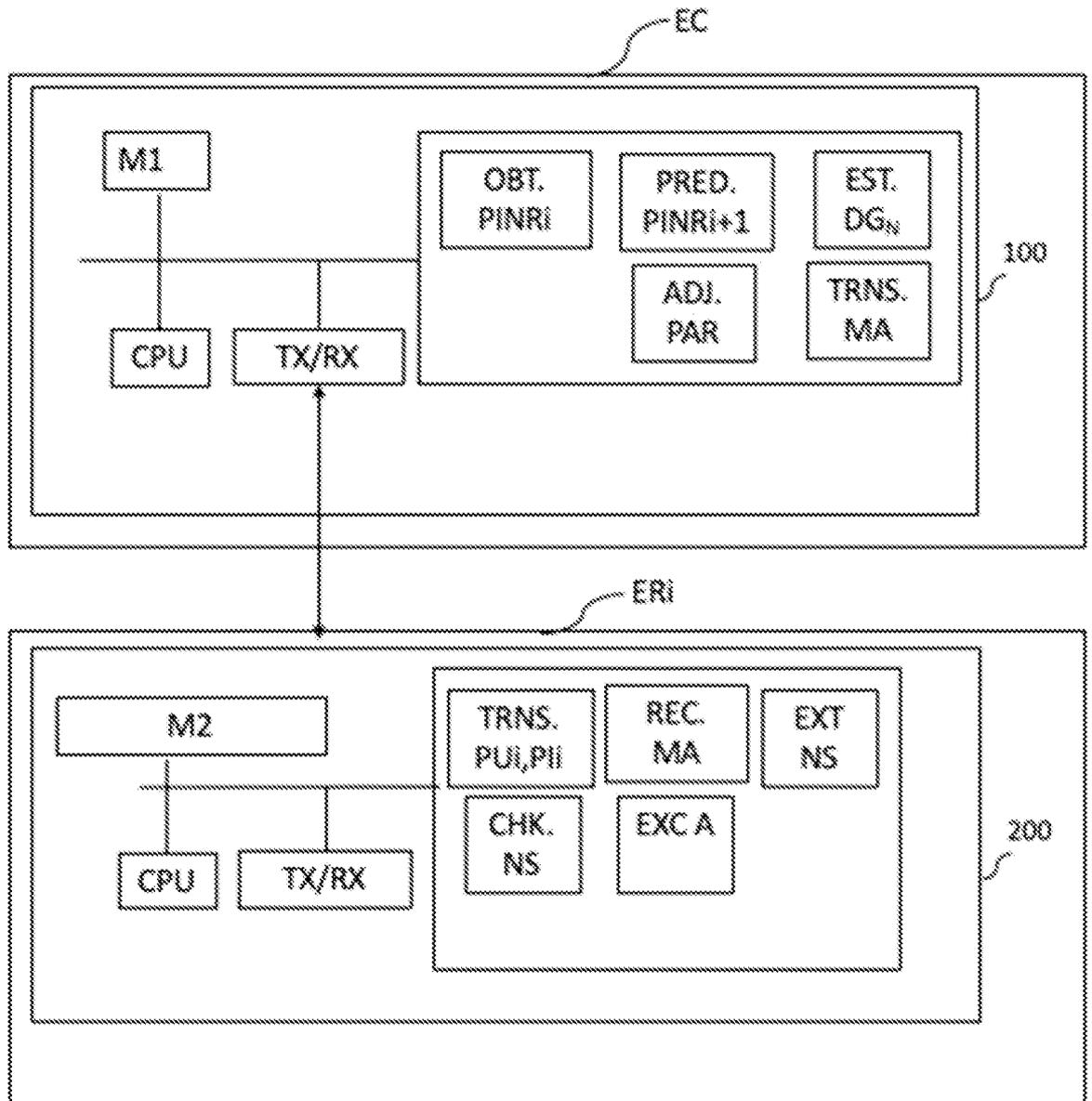


Fig. 2

[Fig 3]

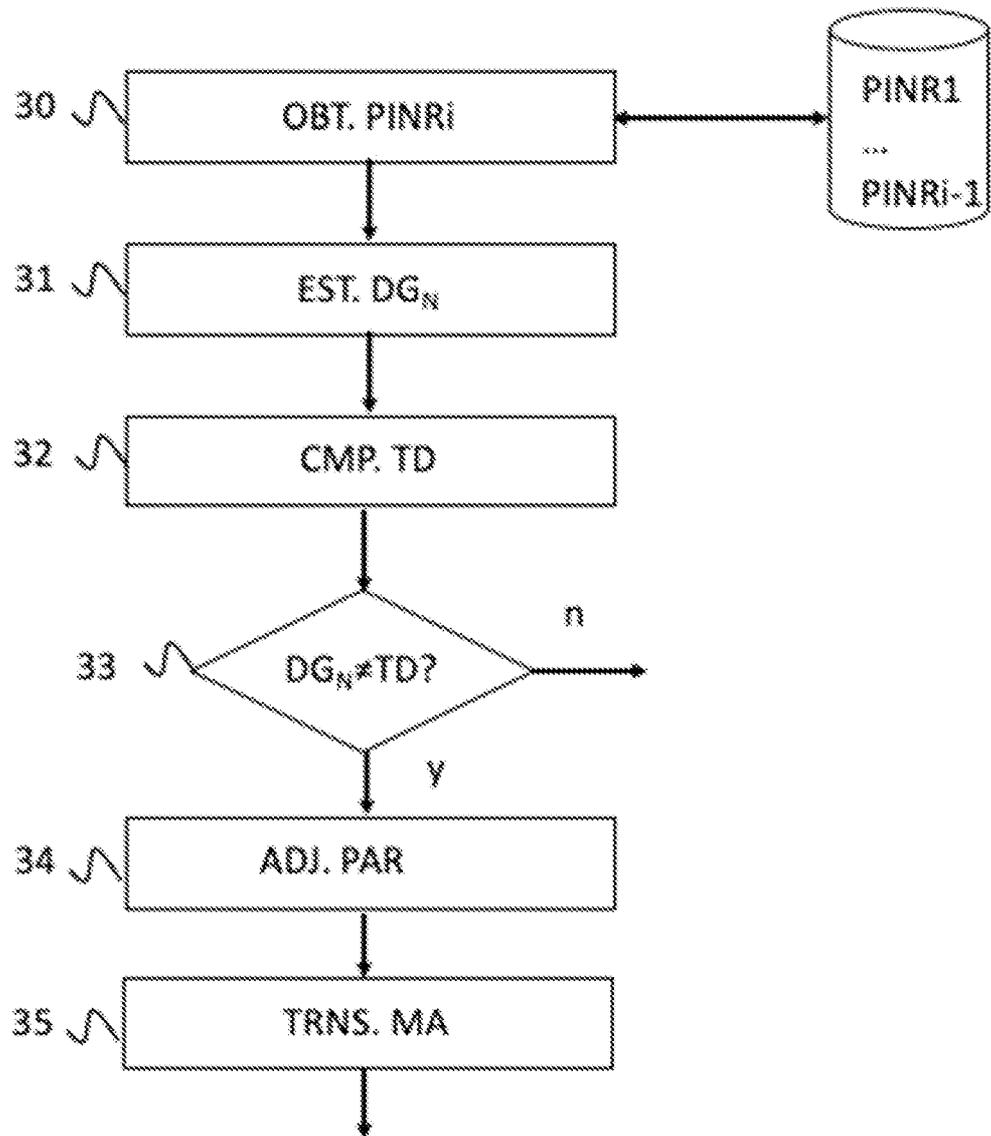
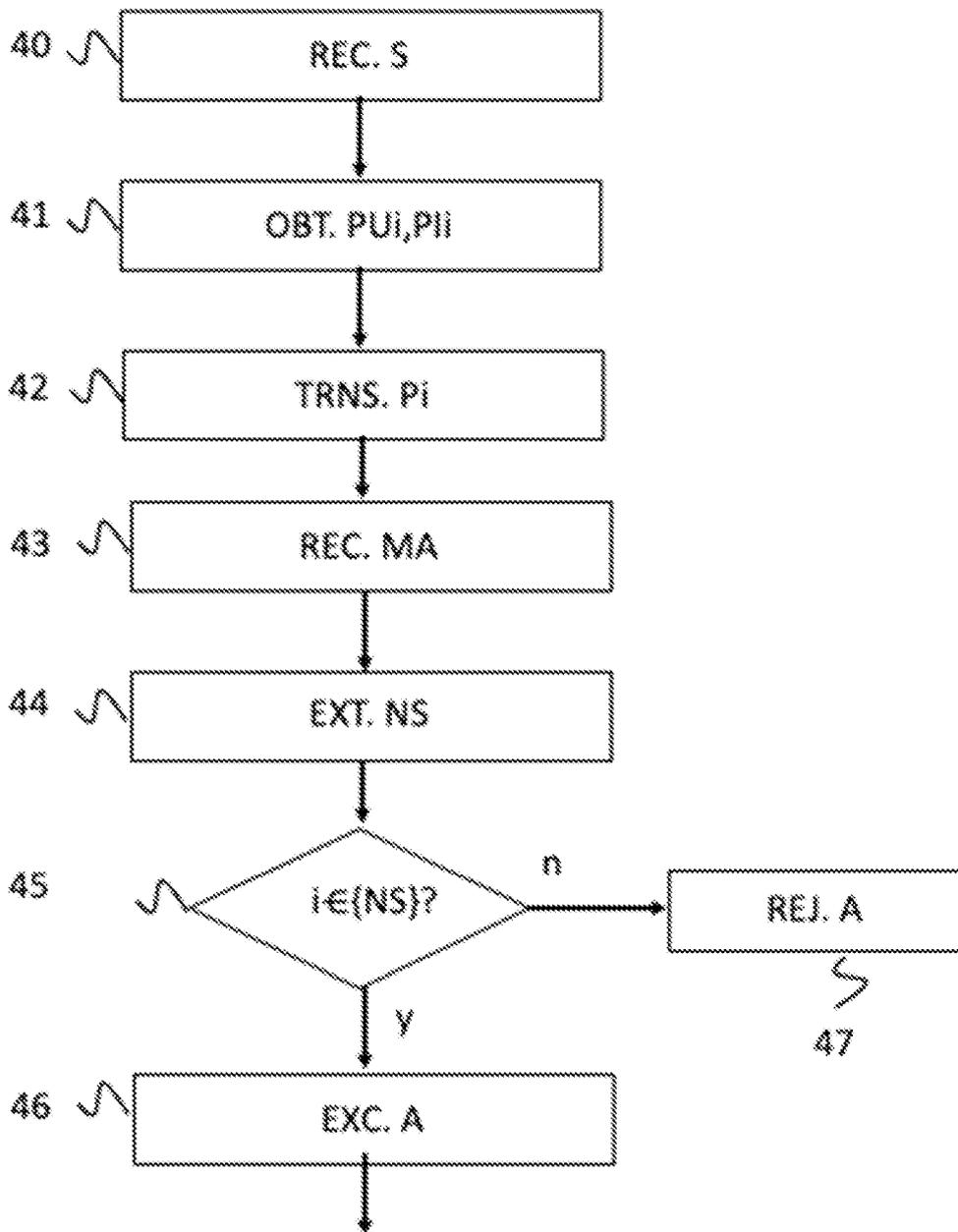
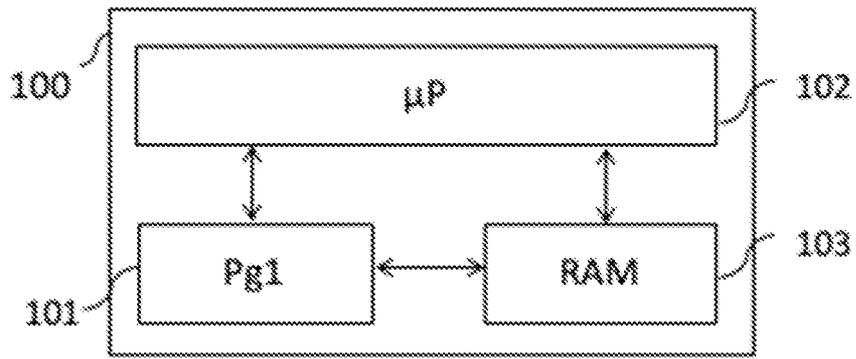


Fig. 3

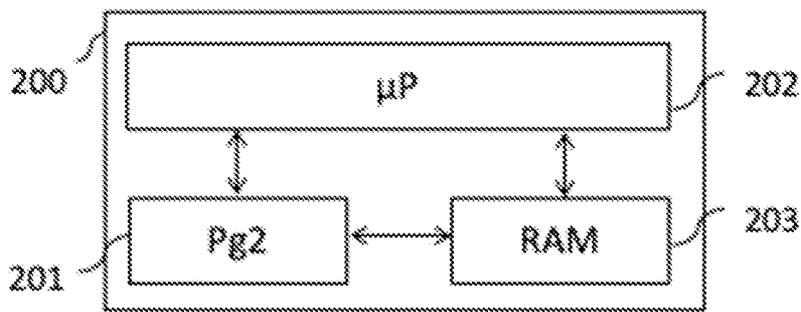
[Fig 4]



[Fig 5]



[Fig 6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2022/050556**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H04W 52/26</i> (2009.01)i; <i>H04W 72/04</i> (2009.01)i; <i>H04L 5/00</i> (2006.01)n; <i>H04W 76/14</i> (2018.01)n; <i>H04W 84/04</i> (2009.01)n; <i>H04W 84/18</i> (2009.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W; H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2514247 B1 (QUALCOMM INC [US]) 16 April 2014 (2014-04-16)	5,6,8
Y	paragraph [0020] - paragraph [0046]; figures 1-8	1-4,7,9-11
Y	US 2018302832 A1 (HUANG XIAOLONG [US] ET AL) 18 October 2018 (2018-10-18) abstract paragraph [0045] - paragraph [0069]; figures 1-4	1-4,7,9-11
Y	US 2014092745 A1 (HUI DENNIS [US] ET AL) 03 April 2014 (2014-04-03) paragraph [0032] - paragraph [0054]; figures 3-5B	11
Y	FR 3090261 A1 (ORANGE [FR]) 19 June 2020 (2020-06-19) paragraph [0042] - paragraph [0050]	3,4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>07 July 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 July 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Kyritsi, Persefoni</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2022/050556**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2514247	B1	16 April 2014	CN	102656927	A	05 September 2012
				EP	2514247	A2	24 October 2012
				JP	5607178	B2	15 October 2014
				JP	2013515398	A	02 May 2013
				KR	20120112601	A	11 October 2012
				TW	201141279	A	16 November 2011
				US	2011149769	A1	23 June 2011
				WO	2011075704	A2	23 June 2011
				<hr/>			
US	2018302832	A1	18 October 2018	TW	201842812	A	01 December 2018
				US	2018302832	A1	18 October 2018
				WO	2018194930	A1	25 October 2018
<hr/>							
US	2014092745	A1	03 April 2014	CN	104813621	A	29 July 2015
				EP	2901638	A2	05 August 2015
				JP	2015530844	A	15 October 2015
				KR	20150063107	A	08 June 2015
				US	2014092745	A1	03 April 2014
				WO	2014049576	A2	03 April 2014
<hr/>							
FR	3090261	A1	19 June 2020	NONE			
<hr/>							

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
**PCT/FR2022/050556**

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> <b>INV. H04W52/26 H04W72/04</b> <b>ADD. H04L5/00 H04W76/14 H04W84/04 H04W84/18</b>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) <b>H04W H04L</b>		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
<b>X</b>	<b>EP 2 514 247 B1 (QUALCOMM INC [US])</b> <b>16 avril 2014 (2014-04-16)</b>	<b>5, 6, 8</b>
<b>Y</b>	<b>alinéa [0020] - alinéa [0046]; figures 1-8</b>  <b>-----</b>	<b>1-4, 7,</b> <b>9-11</b>
<b>Y</b>	<b>US 2018/302832 A1 (HUANG XIAOLONG [US] ET AL) 18 octobre 2018 (2018-10-18)</b> <b>abrégé</b> <b>alinéa [0045] - alinéa [0069]; figures 1-4</b>  <b>-----</b>	<b>1-4, 7,</b> <b>9-11</b>
<b>Y</b>	<b>US 2014/092745 A1 (HUI DENNIS [US] ET AL) 3 avril 2014 (2014-04-03)</b> <b>alinéa [0032] - alinéa [0054]; figures 3-5B</b>  <b>-----</b>	<b>11</b>
<b>Y</b>	<b>FR 3 090 261 A1 (ORANGE [FR]) 19 juin 2020 (2020-06-19)</b> <b>alinéa [0042] - alinéa [0050]</b>  <b>-----</b>	<b>3, 4</b>
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément	
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)	"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
<b>7 juillet 2022</b>	<b>15/07/2022</b>	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  <b>Kyritsi, Persefoni</b>	

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

**PCT/FR2022/050556**

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>EP 2514247</b>	<b>B1</b>	<b>16-04-2014</b>	<b>CN 102656927 A</b>	<b>05-09-2012</b>
			<b>EP 2514247 A2</b>	<b>24-10-2012</b>
			<b>JP 5607178 B2</b>	<b>15-10-2014</b>
			<b>JP 2013515398 A</b>	<b>02-05-2013</b>
			<b>KR 20120112601 A</b>	<b>11-10-2012</b>
			<b>TW 201141279 A</b>	<b>16-11-2011</b>
			<b>US 2011149769 A1</b>	<b>23-06-2011</b>
			<b>WO 2011075704 A2</b>	<b>23-06-2011</b>
-----				
<b>US 2018302832</b>	<b>A1</b>	<b>18-10-2018</b>	<b>TW 201842812 A</b>	<b>01-12-2018</b>
			<b>US 2018302832 A1</b>	<b>18-10-2018</b>
			<b>WO 2018194930 A1</b>	<b>25-10-2018</b>
-----				
<b>US 2014092745</b>	<b>A1</b>	<b>03-04-2014</b>	<b>CN 104813621 A</b>	<b>29-07-2015</b>
			<b>EP 2901638 A2</b>	<b>05-08-2015</b>
			<b>JP 2015530844 A</b>	<b>15-10-2015</b>
			<b>KR 20150063107 A</b>	<b>08-06-2015</b>
			<b>US 2014092745 A1</b>	<b>03-04-2014</b>
			<b>WO 2014049576 A2</b>	<b>03-04-2014</b>
-----				
<b>FR 3090261</b>	<b>A1</b>	<b>19-06-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				