

(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 2022/200746 A1**

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

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
*H04W 84/18* (2009.01) *H04W 76/14* (2018.01)  
*H04L 5/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2022/050557
- (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 :  
FR2103138 26 mars 2021 (26.03.2021) FR
- (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).
- (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,  
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.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A MULTI-HOP TRANSMISSION IN A WIRELESS COMMUNICATION NETWORK, METHOD FOR PROCESSING A MULTI-HOP TRANSMISSION, CORRESPONDING DEVICES, 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, SYSTEME ET PROGRAMMES D'ORDINATEUR CORRESPONDANTS

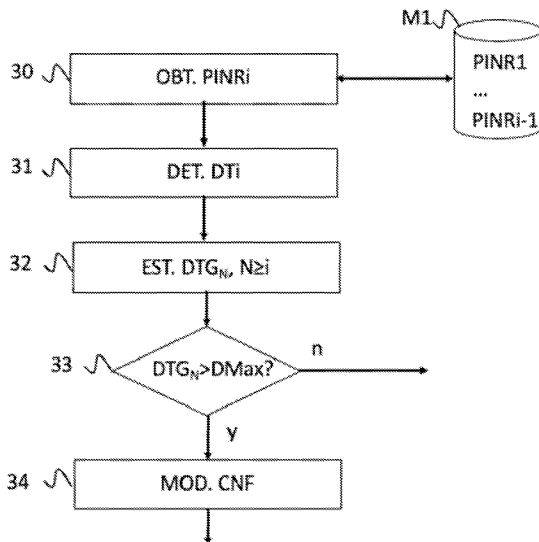


Fig. 3

(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 a wireless communication network, the method being characterised in that it comprises: obtaining (30), for said current relay node (R<sub>i</sub>), a current strength ratio (PINR<sub>i</sub>) between a strength of the radio signal and a noise and interference strength, received and measured by said current relay node; determining (31) a current intermediate transmission delay (DT<sub>i</sub>) of a volume of data transmitted by a source node participating in the multi-hop transmission, between said source node or the preceding relay node and said current relay node, said current intermediate transmission delay (DT<sub>i</sub>) being a function of said obtained current strength ratio, a received data volume and a transmission bandwidth (between the source node or the preceding relay node and said current relay node); estimating (32) an overall transmission delay (DTG<sub>N</sub>) of said data volume from the source node to a final relay node placed at a number N of hops, where N is an integer greater than or equal to i, at least on the basis of the determined current intermediate transmission delay (DT<sub>i</sub>) and at least one previously determined intermediate delay; and, if the estimated overall transmission delay reaches or exceeds a given maximum delay (D<sub>Max</sub>), modifying (34) a multi-hop transmission configuration of said system.

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



WO 2022/200746 A1

**(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))

sans fil, ladite transmission mettant en œuvre une pluralité d'équipements relais d'un réseau de communication sans fil, caractérisé en ce que ledit procédé comprend : l'obtention (30) pour ledit équipement relais courant (Ri) d'un rapport de puissances courant (PINRi) entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, reçues et mesurées par ledit équipement relais courant; la détermination (31) d'un délai de transmission intermédiaire courant (DTi) d'un volume de données émis par un équipement source participant à la transmission multi-sauts, entre ledit équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant, ledit délai intermédiaire courant (DTi) étant fonction dudit rapport de puissances courant obtenu, d'un volume de données reçu et d'une bande passante de transmission (entre l'équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant; l'estimation (32) d'un délai de transmission global (DTG<sub>N</sub>) dudit volume de données de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre N de sauts, avec N entier supérieur ou égal à i, au moins à partir du délai de transmission intermédiaire (DTi) courant déterminé et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé; et si le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné (DMax), la modification (34) d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système.

**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, 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 délai de transmission maximal d'un tel volume de données dans ledit réseau.

**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 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.

Or, il se peut que les informations émises par l'équipement source et véhiculées par le signal radio aient une durée de validité limitée : par exemple, on peut envisager que des informations relatives au contrôle d'un véhicule qui roule sur une route telle qu'une commande de freinage deviennent obsolètes après quelques secondes ou à l'issue de l'événement ayant déclenché le contrôle du véhicule, comme notamment lorsqu'un embouteillage ayant déclenché la commande de freinage est résorbé. Certains équipements relais peuvent donc recevoir des informations émises par l'équipement source qui ne sont plus pertinentes et qu'il n'est plus utile de traiter localement et/ou de retransmettre.

Un autre cas d'usage peut être de sélectionner une route depuis un équipement (ou nœud) source d'un réseau adhoc vers un équipement (ou nœud) destinataire déterminé de ce réseau pour lui transmettre des informations (par exemple une commande telle qu'évoquée précédemment ou tout autre type d'informations). Comme dans le cas d'usage précédent, des contraintes temporelles peuvent s'imposer. Par exemple les informations transmises peuvent être de durée limitée, ou pour des raisons de performance et d'expérience utilisateur, il peut être souhaitable que les informations parviennent à l'équipement destinataire le plus rapidement possible via le réseau adhoc, ou encore via un nombre d'équipements relais limité.

Le principe de fonctionnement des transmissions multi-sauts rend toutefois complexe la détermination du délai de transmission global du signal radio depuis un équipement source jusqu'à un équipement destinataire particulier, du fait notamment que les interférences reçues au niveau de chaque équipement relais sont amplifiées en même temps que le signal utile.

L'invention vient améliorer la situation.

Notamment, l'invention répond au besoin de garantir qu'une contrainte de délai de transmission d'informations entre l'équipement source et un équipement destinataire, que celui-ci soit identifié a priori ou non, est satisfaite.

### **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 étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source.

Ledit procédé comprend, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :

- 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, reçues par ledit équipement relais courant ;
- la détermination d'un délai de transmission intermédiaire courant de données utiles portées par ledit signal radio entre ledit équipement source ou un équipement relais précédent placé à  $i-1$  sauts et ledit équipement relais courant, ledit délai intermédiaire courant étant fonction dudit rapport de puissances courant obtenu, d'un volume des données utiles reçu par ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission de ce volume entre l'équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant;
- l'estimation d'un délai de transmission global du signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du délai de transmission intermédiaire courant déterminé et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé pour un équipement relais situé à  $i-1$  sauts ou moins de l'équipement source ; et
- si le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné, la modification d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système.

Ainsi, l'invention propose une approche tout-à-fait nouvelle et inventive de la gestion d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, qui consiste à estimer pendant la transmission de données utiles émises par un équipement source participant à cette transmission, un délai de transmission global de ces données jusqu'à un équipement relais placé à  $N$  sauts de l'équipement source, au moins à partir d'informations de puissances reçues des équipements relais qui ont déjà relayé le signal radio reçu. Selon l'invention, lorsque le délai estimé dépasse un délai maximal autorisé, la configuration de transmission multi-sauts du système est modifiée. Une telle modification de configuration peut concerner des paramètres de sélection d'une route ou la sélection d'une nouvelle route vers un équipement destinataire parmi une pluralité de routes, de nouvelles règles définissant les conditions de retransmission de tout ou partie du volume de données utiles reçu par un équipement relais, par exemple en fonction d'un nombre de sauts le séparant de l'équipement source, l'arrêt de la retransmission au-delà d'un équipement relais situé à un nombre de sauts donné, etc. Elle peut être appliquée immédiatement à la transmission en cours ou à une transmission d'un prochain volume de données par le système de communication. Elle peut être transmise dans un message d'action spécifique ou intégrée au prochain volume de données émis par l'équipement source. Elle peut concerner un ou plusieurs équipements de communication du système.

De la sorte, l'invention permet de contrôler que les équipements relais du système de transmission multi-saut satisfont une contrainte de délai prédéterminée.

Selon un aspect de l'invention, l'estimation du délai de transmission global dudit signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre  $N$  de sauts est mise en œuvre une fois que les rapports de puissance ont été obtenus et les délais de transmission intermédiaires ont été déterminés pour la pluralité d'équipements relais participant à la transmission et la configuration sélectionnée est mise en application pour la transmission d'un prochain signal radio par l'équipement source.

Selon ce mode de réalisation, on estime en amont le délai de transmission global d'un volume de données précédent ou pilote jusqu'à un destinataire situé à  $N$  sauts et on vérifie qu'une contrainte de délai maximal est satisfaite. Si ce n'est pas le cas, la configuration d'au moins un équipement de communication participant à la transmission est modifiée. Par exemple, c'est l'équipement source qui doit modifier sa configuration de sélection de routes, de sorte que la route choisie pour acheminer le prochain volume de données soit plus rapide et, par exemple, comprenne un nombre plus faible d'équipements relais.

Selon un autre aspect de l'invention, l'estimation du délai de transmission global dudit signal radio de l'équipement source à un équipement relais final situé à un nombre  $N$  de sauts est mise en œuvre suite à l'obtention du rapport de puissances et la détermination du délai de transmission intermédiaire pour l'équipement relais courant, et la modification de la configuration comprend l'envoi d'un message d'action comprenant au moins la configuration modifiée et un ordre de mise en application de ladite configuration par au moins un équipement relais situé à  $i+1$  sauts et plus de l'équipement source.

Selon cet autre mode de réalisation, on estime à la volée le délai de transmission global du volume de données émis par l'équipement source, pendant sa transmission. Le contrôle de la transmission s'exerce en commandant à un ou plusieurs équipements relais situés en aval de modifier immédiatement leur configuration de transmission multi-sauts. Par exemple, la modification concerne une ou plusieurs règles relatives à un traitement des données reçu avant sa retransmission. Par exemple, le traitement appliqué comprend une sélection d'une partie des données ou une compression des données reçues. La modification peut concerner en variante l'arrêt ou la désactivation de la retransmission par les équipements relais situés en aval ou à partir d'un nombre de sauts donné.

Avantageusement, lorsque  $N$  est supérieur à  $i$ , ledit procédé comprend la prédiction d'au moins un délai intermédiaire pour au moins un équipement relais suivant, placé entre  $i+1$  et  $N$  sauts, au moins à partir du rapport de puissances courant ou d'un rapport de puissances stocké en mémoire pour ledit

équipement relais suivant, et l'estimation du délai de transmission global prend en compte les délais intermédiaires prédits.

Pour estimer à la volée un délai de transmission global de tout ou partie d'un volume de données jusqu'à un équipement relais situé plus en aval, c'est-à-dire à un nombre de sauts de l'équipement source supérieur à celui de l'équipement relais courant, on ne dispose pas de tous les délais de transmission intermédiaires nécessaires. Face à ce problème, l'invention propose de faire l'hypothèse réaliste que des rapports de puissance déjà obtenus pour le volume de données en cours de transmission ou pour un volume de données précédemment transmis, permettent de prédire les rapports de puissance des équipements relais suivants qui n'ont pas encore été obtenus. Un avantage est de pouvoir déterminer avec anticipation si les équipements relais à  $i+1$  sauts et plus peuvent relayer les données jusqu'au relais situé à  $N$  sauts de l'équipement source sans dépasser le délai de transmission maximal autorisé et, si ce n'est pas le cas, de modifier à temps, c'est-à-dire avant que le premier d'entre eux ne commence à recevoir, amplifier et relayer les données en question, leur configuration de transmission multi-sauts.

Avantageusement, le procédé comprend la détermination d'un nombre maximal de relais correspondant à une valeur maximale du nombre de sauts  $N$  auquel est situé l'équipement relais final, telle qu'une condition prédéterminée est satisfaite, ladite condition étant que le délai de transmission global estimé pour un nombre de sauts  $N$  égal au nombre de relais maximal  $N_{Max}$  n'atteint pas le délai maximal et le délai de transmission global estimé pour un nombre de sauts égal à  $N_{Max}+1$  atteint ou dépasse ledit délai maximal ; et

- la configuration modifiée comprend le nombre maximal de relais et une règle de désactivation de la retransmission du signal radio reçu de l'équipement source pour un équipement relais situé à un nombre de saut supérieur ou égal audit nombre maximal de relais.

De la sorte, les équipements relais situés à un nombre de saut supérieur ou égal au nombre  $N_{Max}$  sont reconfigurés pour désactiver la retransmission du signal de données provenant de l'équipement source, ce qui permet de garantir le respect de la contrainte sur le délai de transmission maximal autorisé.

Selon un autre aspect de l'invention, les équipements relais de ladite pluralité émettent sur une même bande de fréquences et l'estimation du délai de transmission global comprend une sommation des délais de transmission intermédiaires entre les équipements relais placés à  $N$  sauts et moins de l'équipement source.

Avantageusement, le délai de transmission global est exprimé comme suit :

$$DTG = \sum_{i=1}^N \frac{Vol_i}{W_i} \frac{1}{\log_2(1 + SINR_i)}$$

où  $Voli$  désigne le volume de données utiles reçu par l'équipement relais courant ( $ERi$ );  $Wi$  la bande passante de transmission disponible au niveau de l'équipement relais courant ( $ERi$ );  $N$  le nombre de sauts auquel est placé l'équipement relais final; et  $SINRi$  représente le rapport signal sur interférences + bruit au niveau de l'équipement relais placé à  $i$  sauts pour le signal radio reçu de l'équipement relais précédent ( $ERi-1$ ).

Selon encore un autre aspect de l'invention, la détermination du nombre maximal de relais comprend l'itération d'une étape d'incrémenter du nombre de sauts  $N$  d'une unité, de l'étape d'estimation d'un délai de transmission global pour l'équipement relais final, tant que la condition prédéterminée n'est pas satisfaite.

Le nombre maximal de relais est obtenu numériquement à l'aide d'un algorithme simple et facile à exécuter par ordinateur. Bien entendu, d'autres algorithmes peuvent être envisagés.

Selon un autre aspect de l'invention, pour  $i$  égal à 1, les délais de transmission intermédiaires des équipements relais situés à 2 sauts et plus de l'équipement source sont prédits comme égaux au rapport de puissance courant et le délai de transmission global jusqu'à un équipement relais final placé à  $N$  sauts est calculé à partir d'un rapport signal sur bruit au niveau de l'équipement relais placé à  $i$  sauts défini comme suit :

$$DTG = \sum_{i=1}^N \frac{Voli}{Wi} \frac{1}{\log_2(1+SINRi)},$$

où  $SINRi = \frac{1}{\zeta^{i-1}}$ ,

$Voli$  est le volume de données reçu par l'équipement relais courant,  $Wi$  est la bande passante de transmission au niveau de l'équipement relais courant, et

$$\zeta = 1 + \frac{1}{\theta}$$

où  $\theta$  est le rapport de puissances obtenu par l'équipement relais placé à un saut de l'équipement source.

Selon ce mode de réalisation, le contrôle de la transmission est réalisé pendant la transmission du volume de données courant, mais dès la réception des puissances mesurées par le premier équipement relais, en supposant que tous les équipements relais suivants ont le même rapport de puissances que lui. Un avantage est de permettre un calcul relativement simple et rapide du délai de transmission global  $DTG_N$  jusqu'à l'équipement relais final de rang  $N$ .

Selon encore un autre aspect de l'invention, le délai de transmission global est estimé comme le délai de transmission intermédiaire de l'équipement relais ayant la valeur maximale et en ce que le nombre maximal autorisé est calculé comme suit :

$$N_{Max} = \left\lfloor \frac{a - \log_2(2^a - 1)}{\log_2(\xi)} \right\rfloor$$

avec  $a$  défini par la formule suivante :  $a = \frac{Vol}{WD_{max}}$ ,

[ ] désigne la partie entière, où  $D_{max}$  représente la valeur maximale du délai de transmission global,  $Vol$  le volume de données utiles portées par le signal radio émis par l'équipement source et relayé par les équipements relais, et  $W$  la bande passante de transmission disponible pour la transmission multi-sauts.

Un avantage est d'obtenir une expression analytique relativement simple du nombre de sauts maximal autorisé. Cette expression du délai de transmission global est notamment applicable lorsque les équipements relais du système émettent sur des bandes de fréquences distinctes en half-duplex ou bien lorsqu'ils partagent la même bande de fréquences mais émettent et reçoivent en simultané (full-duplex).

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 étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source.

Ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :

- 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, reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ;
- la détermination d'un délai de transmission intermédiaire courant de données utiles portées par ledit signal radio entre ledit équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant, ledit délai intermédiaire courant étant fonction dudit rapport de puissances courant obtenu, d'un volume des données utiles reçu par ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission de ce volume entre l'équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant ;
- l'estimation d'un délai de transmission global du signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre N de sauts, avec N entier supérieur ou égal à 1, au moins à partir du délai de transmission intermédiaire courant déterminé et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé ;
- si le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné, la modification d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système.

Avantageusement, ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre le procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts précité, selon ses différents modes de réalisation.

Avantageusement, ledit dispositif peut être intégré dans un équipement du réseau de communication. Il s'agit par exemple de l'équipement source ou d'un équipement relais du système. Il peut s'agir aussi d'un autre équipement de communication du réseau, comme par exemple une station de base à laquelle sont attachés les équipements du système.

Corrélativement, l'invention concerne un procédé de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source.

Ledit procédé comprend, pour un équipement relais du système dit courant, placé à i sauts de l'équipement source, avec i entier non nul :

- l'émission à destination d'un dispositif de contrôle du réseau de communication sans fil d'au moins une puissance d'un signal radio et une puissance de bruit et d'interférences reçues par ledit équipement relais courant ; et
- la réception en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action comprenant au moins une modification de configuration de transmission multi-sauts dudit système et un ordre de mise en application de ladite modification.

Avec l'invention, l'équipement relais situé à i sauts de l'équipement source pour la transmission d'un volume de données émis par l'équipement source jusqu'à un équipement destinataire, est configuré

pour modifier sa configuration de transmission multi-sauts conformément aux instructions du dispositif de contrôle.

Selon un aspect de l'invention, ladite configuration modifiée comprend au moins un nombre de relais maximal supérieur ou égal à  $i$  et une interdiction de retransmettre le signal radio reçu de l'équipement source et l'ordre de mise en application est destiné aux équipements relais situés à un nombre de sauts supérieur ou égal audit nombre maximal de relais.

L'avantage de ce mode de réalisation est de limiter le nombre de sauts autorisé au sein du système pour retransmettre les données de l'équipement source, à un nombre maximal déterminé pour garantir la contrainte de délai maximal.

Selon un autre aspect de l'invention, le procédé comprend la décision d'exécuter l'ordre de mise en application compris dans le message lors que le nombre de sauts  $i$  de l'équipement relais au nombre  $N$  reçu est supérieur ou égal au nombre  $N$  reçu.

Un avantage est que lorsque le message d'action est destiné à une adresse de groupe, l'équipement relais détermine s'il doit accomplir l'action comprise dans le message en comparant le nombre de sauts  $i$  qui le sépare de l'équipement source au nombre de relais maximal  $N_{Max}$  indiqué dans le message d'action.

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 traitement 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 de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système

comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais du réseau de communication sans fil, configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source.

Ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :

- l'émission à destination d'un dispositif de contrôle du réseau de communication sans fil d'au moins une puissance d'un signal radio et une puissance de bruit et d'interférences reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ; et

la réception en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action comprenant au moins une modification d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système et un ordre de mise en application de ladite modification.

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 aussi un équipement relais d'un réseau de communication sans fil, configuré pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par un équipement source et reçu de l'équipement source ou d'un équipement relais précédent, ledit équipement relais comprenant le dispositif de traitement précité.

L'invention concerne aussi un équipement source dans un réseau de communication sans fil, ledit équipement source étant configuré pour émettre dans ledit réseau de communication un signal radio et comprenant le dispositif de contrôle précité.

L'invention concerne également un équipement de communication dans un réseau de communication sans fil comprenant le dispositif de contrôle précité.

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, le système comprenant le dispositif de contrôle précité et lesdits équipements relais comprenant le dispositif de traitement 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 mise 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 3] : 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 délai de transmission global d'un signal de données par une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source, et à vérifier que ce délai de transmission global est inférieur ou égal à un délai maximal autorisé. Une telle estimation s'appuie sur au moins un rapport de puissances entre une puissance d'un signal radio et une puissance d'interférences et de bruit reçus par un équipement relais du système, ledit équipement relais étant situé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  inférieur ou égal à  $N$  et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé pour un équipement relais situé à  $i-1$  sauts ou moins de l'équipement source.

Lorsque le délai global de transmission estime atteint ou dépasse un délai maximal, une modification de la configuration de transmission multi-sauts du système est décidée et mise en application, par exemple en envoyant un message d'action aux équipements de communication concernés, qui peuvent être l'équipement source lui-même et/ou un ou plusieurs équipements relais du système.

Cette configuration modifiée peut s'appliquer à la transmission du signal radio en cours ou à celle d'un prochain signal radio.

La modification de configuration définit de nouvelles règles ou paramètres de traitement d'un volume de données à transmettre ou à retransmettre par ces équipements de communication. Il s'agit par

exemple de nouvelles règles ou paramètres de sélection d'une route pour acheminer le volume de données utile jusqu'à un ou plusieurs équipements destinataires. Elle peut aussi définir des règles de traitement du volume de données utiles par un équipement relais, comprenant par exemple une compression de telles données ou une suppression de données destinées spécifiquement à l'équipement relais courant, conduisant à la retransmission d'un sous-volume du volume de données reçu. Si les données comprennent des commandes, ces règles de traitement peuvent définir une conversion en des commandes plus basiques et donc plus économes en ressources de transmission.

La modification de configuration peut aussi définir un nombre de relais maximal et des règles de traitement relatives à ce nombre de relais maximal, comme par exemple une interdiction de retransmettre les données reçues lorsque ce nombre de relais est atteint ou dépassé ou encore la recherche d'une route comprenant un nombre de relais inférieur ou égal à ce nombre maximal.

L'invention trouve 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 porteur d'un volume de données utiles Vol dans le réseau qui est ensuite relayé par une pluralité d'équipements relais ER1-ERN, par exemple d'autres véhicules embarquant chacun un équipement de communication mobile.

On suppose par exemple que tous les équipements de communication mobile de ces véhicules sont attachés à une même station de base BS.

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 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 lui aussi à la station de base BS.

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 échangés 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, comme par exemple l'adresse réseau d'un équipement communication intégrant un dispositif de contrôle selon l'invention.

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

Dans le mode de réalisation décrit ici, 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 communication 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).

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 d'une transmission multi-sauts selon l'invention. Ce dispositif comprend au

moins un module OBT. PUI, Pli d'obtention d'au moins un équipement relais ERi, dit relais courant, de ladite pluralité ER1-ERN, situé à i sauts de l'équipement source ES, avec i non nul, un rapport de puissances courant PINRi entre une puissance PUI du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences Pli, reçues et mesurées par ledit équipement relais, un module DET. DTi de détermination d'un délai de transmission intermédiaire DTi du volume de données entre ledit équipement source ou l'équipement relais précédent ERi-1 placé à i-1 sauts de l'équipement source ES et ledit équipement relais courant ERi, un module EST. DTGN d'estimation d'un délai de transmission global DTGN dudit volume de données de l'équipement source à un équipement relais placé à N sauts, avec N entier supérieur ou égal à i, au moins à partir du délai de transmission intermédiaire (DTi) courant déterminé et des délais intermédiaires précédemment déterminés; et un module de modification MOD. CNF d'une configuration de transmission multi-sauts du système 10, configuré pour être mis en œuvre lorsque le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné (par exemple dépasse un délai maximal autorisé pour la transmission multi-sauts).

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

Avantageusement, le dispositif 100 comprend un module de prédiction PRED. DTi d'au moins un délai intermédiaire pour au moins un équipement relais suivant par rapport à l'équipement relais courant ERi, cet équipement relais suivant étant placé entre i+1 et N sauts. Le module de prédiction PRED.DTi est configuré pour prédire le délai intermédiaire au moins à partir du rapport de puissances courant PINRi. Le dispositif 100 comprend également, dans un mode particulier de réalisation, un module DET. NMax de détermination d'un nombre maximal de relais correspondant à une valeur maximale NMax du nombre de sauts N auquel est situé l'équipement relais final, telle que le délai de transmission global DTGN estimé pour un nombre de sauts N égal au nombre maximal NMax est inférieur ou égal audit délai de transmission global maximal donné DMax et le délai de transmission global DTGN estimé pour un nombre de sauts N égal à NMax +1 est supérieur audit délai de transmission global maximal donné DMax.

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 EC dans lequel il est intégré.

La mémoire non volatile M1 comprend avantageusement les rapports de puissance reçus des équipements relais précédents et les délais de transmission intermédiaires déterminés pour ces équipements relais précédents.

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.

Dans la suite de la description, on suppose que ce dispositif 100 connaît les équipements relais participant à la communication. Par exemple, il a reçu des informations sur ces équipements relais dans des messages envoyés par l'intermédiaire de canaux de trafic ou de canaux communs.

La figure 2 présente aussi un exemple d'architecture d'un équipement relais ERi selon un mode de réalisation de l'invention. L'équipement relais ERi est situé à i sauts de l'équipement source ES, avec i non nul. Selon cet exemple, l'équipement relais ERi comprend un dispositif 200 de traitement d'une transmission multi-sauts, au sein de laquelle l'équipement source ES a émis un signal radio porteur d'un volume de données utiles. Un signal radio porteur de tout ou partie de ce volume de données utiles est reçu par l'équipement relais ERi de cet équipement source ou d'un équipement relais précédent ERi-1 situé à un nombre de sauts i-1 de l'équipement source.

Le dispositif de traitement 200 intégré dans cet équipement relais ERi comprend au moins un module de transmission TRNS. PUi, Pli d'une puissance du signal de données et une puissance de bruit et d'interférences qu'il a reçues et mesurées, à un dispositif de contrôle 100 tel que décrit précédemment, et recevoir REC. MA un message d'action comprenant une modification de configuration transmission multi-sauts et un ordre de mise en application de cette modification.

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 de traitement 200 comprend en outre un module STR. MOD de stockage de la modification de configuration reçue et un module DEC. de décision de mettre en application la modification de configuration comprise dans le message, lorsqu'elle est destinée à l'équipement relais ERi.

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

Le dispositif 200 met ainsi en œuvre le procédé de traitement d'une transmission multi-sauts 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 un réseau de communication sans fil selon l'invention. Un équipement source ES a émis, dans le cadre de cette transmission, un signal portant un volume Vol de données utiles dans le réseau. Par souci de simplification, pour mieux comprendre l'invention, on fera, dans la suite de la description, l'hypothèse

que ce même volume Vol de données utiles est relayé en l'état par la pluralité d'équipements relais. On note toutefois que l'invention s'applique également dans un contexte où à chaque retransmission, le volume de données utiles relayé par un équipement relai ERI peut augmenter ou diminuer par rapport au volume Vol de données utiles émis par l'équipement source ES. Plus spécifiquement, chaque équipement relais ERI relaye à destination de l'équipement relais ERI+1 suivant un volume Voli+1 de données utiles comprenant tout ou partie du volume Voli de données utiles reçu de l'équipement relais ERI-1 précédent ou de l'équipement source ES selon la valeur de i, éventuellement complété par d'autres données utiles ajoutées par l'équipement relais ERI.

Autrement dit, de façon générale, chaque volume Voli de données utiles est dérivé du volume Vol de données utiles émis par l'équipement source ES. Dans ce cas, on suppose que le dispositif de contrôle 100 a reçu des informations relatives à ce volume Voli de la part de l'équipement relais ERI.

Par souci de simplification, on fait aussi l'hypothèse que la bande passante disponible W est la même au niveau de chaque équipement de communication participant à la transmission, équipement source et équipements relais. Par exemple, cette bande passante peut être fixée a priori à une valeur W identique pour tous les équipements relais ERI du système 10.

Toutefois, l'invention n'est pas limitée à ce cas particulier et s'applique aussi lorsque la bande passante de transmission Wi varie d'un équipement de communication à un autre. Notamment, elle peut être modifiée dans certains contextes par l'équipement relais ERI, par exemple sur instruction d'un utilisateur, de la station de base, du dispositif de contrôle 100 etc.

En 30, un rapport de puissances courant PINRi entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences mesurées est reçu en provenance d'un équipement relais ERI, dit équipement relais courant de ladite pluralité d'équipements relais, placé au ième saut, avec i entier non nul, de l'équipement source ES dans la transmission multi-sauts mise en œuvre par le système 10.

En 31, un délai de transmission intermédiaire DTi du volume de données au cours du ième saut est déterminé. Il s'agit du tronçon reliant l'équipement relais précédent ERI-1 à l'équipement relais courant i. Ledit délai intermédiaire courant DTi est fonction dudit rapport de puissances PINRi obtenu, du volume Vol de données reçu et d'une bande passante de transmission W entre l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant.

En 32, un délai de transmission global DTGN dudit volume de données de l'équipement source ES jusqu'à un équipement relais placé à N sauts de l'équipement source ES, avec N entier supérieur ou égal à i est estimé au moins à partir du délai de transmission intermédiaire (DTi) courant déterminé et, le cas échéant, de délais intermédiaires précédemment déterminés par des équipements relais précédents placés à i-1 sauts et moins.

En 33, le délai de transmission global DTGN estimé est comparé à un délai maximal donné. Par exemple, on détermine s'il est inférieur ou égal à un délai maximal autorisé DMax pour la transmission multi-

sauts. On note qu'on pourrait aussi le comparer à un seuil de délai à ne pas franchir en vérifiant s'il est inférieur strictement à ce seuil.

Si le délai maximal autorisé  $DMax$  est dépassé, on modifie en 34 une configuration de transmission multi-sauts du système 10. Par exemple, la modification comprend une règle de désactivation de la retransmission des données du signal radio reçu par un équipement relais  $ER_i$  s'il est situé à un nombre de sauts supérieur ou égal à un nombre max de relais déterminé. Un autre exemple de configuration est de requérir la compression des données reçues et/ou de définir des paramètres de cette compression. Encore un autre exemple consiste à définir des règles de sélection de tout ou partie du volume des données reçus par exemple en supprimant les données qui étaient destinées spécifiquement à l'équipement relais courant, ou encore une priorité étant associée aux différentes données, en ne conservant que les plus prioritaires. Encore un autre exemple est de modifier les règles de sélection d'une route parmi plusieurs disponibles pour relayer le signal radio jusqu'à un équipement destinataire et de sélectionner le plus court en termes de délai de transmission.

Optionnellement, la modification comprend l'envoi d'un message d'action MA comprenant au moins la modification de configuration et un ordre de mise en application de cette modification, destiné à au moins un équipement de communication du système participant à la transmission multi-sauts.

Lorsqu'il est destiné à d'autres équipements de communication que celui qui met en œuvre le procédé de contrôle selon l'invention, le message d'action est transmis dans le réseau de communication sans fil via la station de base ou bien selon un mode de communication directe de proche en proche, comme le fait l'équipement source ES. On note cependant, que lorsque le procédé de contrôle est mis en œuvre par l'équipement source ou un des équipements relais participant à la transmission, la mise en application de la configuration sélectionnée peut comprendre une mise à jour de la configuration courante au sein de cet équipement sans nécessiter l'envoi d'un tel message.

On détaille maintenant l'étape 32 d'estimation d'un délai de transmission global  $DTG_N$  atteint au niveau de l'équipement relais ERN situé à N sauts de l'équipement source ES, avec N supérieur ou égal à i. Cette estimation n'est pas évidente du fait que chaque équipement relais réamplifie le signal utile, les interférences et le bruit thermique. Après N sauts, le signal obtenu est constitué du signal initialement transmis et d'interférences et de bruit réamplifiés. L'estimation du délai de transmission global nécessite donc la connaissance du rapport signal sur bruit  $SINR_i$  au niveau de chaque équipement relais  $ER_i$ , ce que permet avantageusement l'invention à partir des informations disponibles au niveau de l'équipement relais  $ER_i$ .

De façon générale, on peut estimer ce délai entre ES et ERN comme la somme des délais intermédiaires  $DT_i$  depuis l'équipement source ES jusqu'à l'équipement relais final ERN :

$$DTG_N = DT_1 + DT_2 + \dots + DT_N$$

Or, on sait que le délai de transmission entre un équipement relais ERI-1 et un équipement relais ERI peut s'exprimer comme suit :

$$DT_i = \frac{Vol_i}{W_i \log_2 (1 + SINR_i)} \quad (1)$$

avec :

Voli le volume de données utiles effectivement reçu par l'équipement relais courant ERI. Il peut être différent du volume de données utiles Vol émis par l'équipement source ES, Wi la bande passante allouée à l'équipement relais ERI ; SINRi le rapport signal sur bruit au niveau de l'équipement relais ERI, aussi appelé  $\zeta_i$ .

Dans l'hypothèse où Voli=VOL et Wi=W pour tout i, l'équation (1) devient :

$$DT_i = \frac{Vol}{W \log_2 (1 + SINR_i)} \quad (1bis)$$

Ainsi, on peut estimer le délai de transmission global DTGN de la façon suivante :

$$DTG_N = \sum_{i=1}^N \frac{Vol_i}{W_i} \frac{1}{\log_2 (1 + SINR_i)} \quad (2)$$

Le rapport signal à bruit SINRi dépend du rapport de puissances courant PINRi.

Plus précisément, on a :

$$SINR_i = \zeta_i = 1 + \frac{1}{\theta_i} \quad (3)$$

où  $\theta_i$  représente le rapport de puissance courant PINRi au niveau du relais ERI, avec  $PINR_i = P_{U_i}/P_{I_i}$ ,

P<sub>U</sub>i étant la puissance du signal reçue et mesurée par l'équipement relais ERI en provenance de l'équipement relais précédent ERI-1 et

P<sub>I</sub>i la somme des puissances des interférences reçues et mesurées par l'équipement relais ERI en provenance de l'ensemble des équipements de communication du système 10, à laquelle s'ajoute le bruit thermique.

On obtient donc :

$$DTG_N = \sum_{j=1}^N \frac{Vol_j}{W_j} \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)} \quad (4)$$

Dans la suite de la description, on fait l'hypothèse que le volume de données Vol transmis par le système reste le même tout au long de la transmission et que la bande passante W est identique au niveau de chacun des équipements de communication du système.

Dans ce cas où Wi=W et Voli=Vol pour tout i, on peut simplifier l'expression du délai de transmission global comme suit :

$$DTG_N = \frac{Vol}{W} \sum_{j=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)} \quad (4bis)$$

A ce stade, on distingue au moins trois modes de réalisation de l'invention :

- un premier mode, dit « en amont », selon lequel le procédé est mis en œuvre avant l'émission effective du volume de donnée Vol par l'équipement source ES, à partir de puissances obtenues des équipements relais ER1-ERN pour la transmission d'un volume de données pilote ou précédent jusqu'à un ou plusieurs équipements destinataires. Ce premier mode permet d'ajuster la configuration de l'équipement source et éventuellement de la pluralité des équipements relais ER1-ERN.

- un deuxième mode, dit « au fil de l'eau », selon lequel le débit de transmission global  $DTG_N$  est estimé à partir des rapports de puissances, au fur et à mesure de leur obtention. Autrement dit,  $N=i$  et l'équipement relais final ERN correspond à l'équipement relais courant ERi. Ce mode de réalisation permet de modifier la configuration de transmission multi-sauts du système en vue de la transmission d'un prochain volume de données Vol' ; et

- un troisième mode, dit « en anticipation », selon lequel N est strictement supérieur à i et le débit de transmission est estimé non seulement à partir des rapports de puissances courant et précédents, mais aussi à partir de rapports de puissances prédits pour les équipements relais situés à i+1 sauts et plus de l'équipement source ES. Ce mode de réalisation permet d'ajuster la configuration des équipements relais ERi+1-ERN situés en aval de l'équipement relais courant par rapport à l'équipement source ES pendant la transmission du volume de données Vol.

Selon le premier mode de réalisation, on estime en 32 le délai de transmission global  $DTG_N$  du volume de données utiles Vol jusqu'à l'équipement relais final ERN, qui est ici l'équipement destinataire, à l'aide de l'équation 4bis. Dans ce premier mode de réalisation, le nombre N est par exemple fixé.

En 33, on le compare au délai de transmission maximal autorisé DMax et on vérifie, dans le cas où le volume de données Vol est inchangé au cours de la transmission et la bande passante de transmission W est constante, que

$$DTG_N = \frac{Vol}{W} \sum_{j=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)} \leq DMax \quad (5)$$

Si cette condition est vérifiée, aucun changement de configuration n'est décidé.

Au contraire, si elle n'est pas vérifiée, une modification de la configuration de transmission d'un ou plusieurs équipements de communication du système est décidée.

Par exemple, il s'agit d'une nouvelle configuration destinée à l'équipement source ES et les configurations courantes des équipements relais ER1-ERN sont inchangées. Par exemple, cette nouvelle configuration définit des nouvelles règles de sélection de route et/ou un nombre maximal de relais autorisé.

En alternative ou de façon combinée, des modifications de configuration sont décidées pour les équipements relais ER1-ERN en 34 et un ou plusieurs messages d'action MA comprenant ces nouvelles configurations leur sont transmis en 35 dans le réseau de communication sans fil. Elles peuvent être

transmises spécifiquement à chacun des équipements relais concernés ou bien à tous et dans ce cas, chaque équipement relais est configuré pour décider s'il doit mettre en application la configuration reçue dans le message. Cet aspect sera détaillé en relation avec la figure 4.

Selon une autre option, lorsque le procédé de contrôle est mis en œuvre par l'équipement source ES, les modifications de configuration sont transmises aux équipements de communication du système avec un prochain volume de données Vol' qu'il émet au sein du système de transmission multi-sauts. Selon le deuxième mode de réalisation, on estime aussi en 32 le délai de transmission global DTG<sub>i</sub> jusqu'à l'équipement relais ER<sub>i</sub> à l'aide de l'équation 4bis. Dans ce deuxième mode de réalisation, le nombre N est par exemple fixé.

En 33, on le compare au délai de transmission maximal autorisé DMax et on vérifie, dans le cas où le volume de données Vol est inchangé au cours de la transmission et la bande passante de transmission W est constante, que

$$DTG_N = \frac{Vol}{W} \sum_{j=1}^N \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{1}{\prod_{i=1}^j \left( 1 + \frac{1}{\theta_i} \right)^{-1}} \right)} \leq DMax \quad (5)$$

Si cette condition est vérifiée, aucun changement de configuration n'est décidé.

Au contraire, si elle n'est pas vérifiée, une modification de la configuration de transmission multi-sauts d'un ou plusieurs équipements relais situés à i sauts et plus est décidée en 34 et un message d'action MA comprenant cette modification de configuration est transmis en 35 dans le réseau de communication sans fil, au moins aux équipements relais concernés.

Selon le troisième mode de réalisation, dit « en anticipation », N est choisi strictement supérieur à i et l'on s'intéresse à la détermination de N permettant de respecter une contrainte du délai de transmission global par rapport au délai de transmission maximal autorisé. Pour estimer le délai de transmission global DTG<sub>N</sub> jusqu'à l'équipement relais final ER<sub>N</sub>, on prédit les délais de transmission intermédiaires correspondant aux sauts entre i+1 et N pour lequel on n'a pas encore obtenu les rapports de puissance PIN<sub>Ri+1</sub> - PIN<sub>RN</sub>, à partir du rapport de puissance courant PIN<sub>Ri</sub> et éventuellement des précédents, stockés en mémoire. Par exemple, on suppose que PIN<sub>Ri+1</sub> = PIN<sub>Ri+2</sub> = ...PIN<sub>RN</sub> = PIN<sub>Ri</sub> =  $\theta_i$ . On obtient ainsi le délai de transmission global DTG<sub>N</sub> jusqu'à l'équipement relais final ER<sub>N</sub> à l'aide de l'équation 4bis et on le compare en 33 au délai maximal autorisé DMax en 33 comme dans le cas précédent.

S'il est strictement inférieur au délai maximal autorisé DMax, on peut avantageusement incrémenter la valeur de N d'une unité et recommencer l'estimation pour N=N+1 comme précédemment décrit, comparer le résultat obtenu au délai maximal autorisé, et continuer ainsi jusqu'à ce que le délai de transmission global DTG<sub>N</sub> dépasse le délai maximal autorisé. La dernière valeur de N qui ne dépasse pas le délai maximal autorisé correspond alors au nombre maximal NMax de sauts et donc de relais

autorisé pour retransmettre le volume de données Vol émis par l'équipement source ES par le système de transmission multi-sauts tout en assurant la contrainte sur le délai maximal autorisé.

L'avantage de ce mode en anticipation est d'une part de pouvoir modifier la configuration de transmission multi-sauts des équipements relais situés à  $i+1$  sauts et plus de l'équipement relais courant, avant qu'ils ne reçoivent le signal porteur des données émises par l'équipement source ES, et donc avec un impact accru.

D'autre part, la détermination du nombre maximal de relais autorisé NMax permet de contrôler de façon simple et efficace les équipements relais du système qui sont mis en œuvre dans la transmission multi-sauts. En effet, un tel contrôle peut être réalisé en configurant une désactivation de la retransmission du signal radio reçu en provenance de l'équipement source et de commander son exécution à tous les équipements relais situés à NMax sauts et plus de cet équipement source, et ainsi de garantir que le délai de transmission maximal donné DMax ne sera pas dépassé.

Au sein de ce troisième mode de réalisation, on considère maintenant le cas particulier où l'on considère que tous les équipements relais ER1-ERN ont le même rapport de puissances PINRi. On considère en particulier la mise en œuvre du procédé de contrôle selon l'invention pour  $i= 1$ . Le dispositif de contrôle 100 obtient le rapport de puissances PINR1 et prédit les rapports de puissance suivants PINR2-PINRN comme étant égaux à PINR1=  $\Theta$ .

Dans ce cas, les équations précédentes se simplifient comme suit :

$$DTG_N = \frac{Vol}{W} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{1}{\xi^{i-1}}\right)} \quad (4bis')$$

avec  $\xi = 1 + \frac{1}{\Theta}$ .

On a :

$$\xi^{i+1} > \xi^i \quad (6)$$

donc

$$\frac{1}{\xi^{i-1}} > \frac{1}{\xi^{i+1-1}} \quad (7)$$

On en déduit que le délai de transmission intermédiaire DTi sur un lien correspondant au saut  $i$  entre l'équipement relais ERi-1 et le relais ERi est inférieur au délai de transmission sur le lien correspondant au saut  $i+1$  entre le relais ERi et le relais ERi+1.

Il en résulte que les délais de transmission intermédiaires sont croissants entre l'équipement source ES et l'équipement relais final ERN :

$$DT_1 < DT_2 < \dots < DT_N \quad (8)$$

Dans le cas où un équipement relais ERI peut retransmettre sans délai et dès réception du 1<sup>er</sup> octet vers l'équipement relais suivant ERI+1 les données qu'il reçoit en provenance du relais précédent ERI-1, par exemple parce qu'ils utilisent des bandes de fréquences distinctes, on a donc :

$$DTG_2 = DT_1 + D_{12} = \max(DT_1; DT_2) = DT_2$$

Si on généralise, on obtient :

$$DTG_N = DT_1 + D_{12} + \dots + DT_N = \max(DT_1; DT_2, \dots, DT_N) = DT_N$$

Ainsi, la condition sur le délai de transmission global  $DTG_N$  devient :

$$DTG_N = \frac{Vol}{W} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{1}{\xi^i - 1}\right)} \leq DMax \quad (9)$$

On a donc :

$$\frac{V}{W} \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{1}{\xi^N - 1}\right)} \leq DMax \quad (10)$$

On pose :

$$a = \frac{Vol}{W \cdot DMax}$$

Où  $DMax$  est le délai maximal donné ou autorisé.

La condition précédente se traduit ainsi :

$$a \leq \log_2 \left(1 + \frac{1}{\xi^N - 1}\right)$$

On a donc :

$$2^a - 1 \leq \frac{1}{\xi^N - 1}$$

Donc

$$\xi^N - 1 \leq \frac{1}{2^a - 1}$$

Donc

$$\xi^N \leq \frac{1}{2^a - 1} + 1$$

Soit

$$(N) \log(\xi) \leq \log \left( \frac{1}{2^a - 1} + 1 \right)$$

Donc

$$N \leq \frac{\log \left( \frac{1}{2^a - 1} + 1 \right)}{\log(\xi)}$$

Donc

$$N \leq \frac{a - \log_2(2^a - 1)}{\log_2(\xi)} \quad (11)$$

Comme mentionné précédemment,  $N_{Max}$  désigne le nombre maximal de relais autorisé garantissant la contrainte de délai maximal autorisé  $D_{Max}$ , autrement dit,  $N_{Max}$  correspond à la valeur maximale de  $N$  telle que

$$DTG_N \leq D_{Max}$$

Il en découle, ainsi que de l'inégalité (11), que :

$$N_{Max} = \left\lfloor \frac{a - \log_2(2^a - 1)}{\log_2(\xi)} \right\rfloor \quad (11b)$$

où  $\lfloor \cdot \rfloor$  désigne la partie entière.

On obtient ainsi une expression analytique précise du nombre maximal de relais autorisé.

Par exemple, pour un volume de données  $Vol = 1\text{Ko}$  et une bande passante  $W = 1\text{ MHz}$ , un rapport de puissances  $\Theta = 0.8$ , le rapport signal à bruit vaut  $\xi = 2,25$ ,  $V = 1\text{ kbits}$ ,  $W = 1\text{ MHz}$  et on obtient : pour  $D_{Max}$  fixé à  $10\text{s}$ ,  $N_{Max} = 10$  équipements relais ; pour  $D_{Max}$  fixé à  $1\text{s}$ ,  $N_{Max} = 7$  équipements relais.

On vient de détailler un mode de réalisation dans lequel on a fait les hypothèses simplificatrices suivantes :

- le volume de données utiles  $Vol$  relayé reste constant de bout en bout de la transmission multi-sauts,
- la bande passante  $W$  est constante au sein du système de transmission multi-sauts,
- chaque équipement relais du système retransmet sans délai les données reçues d'un équipement relais précédent.

Bien sûr, l'invention ne se limite pas à ce cas particulier, mais l'invention s'applique aussi dans le cas général. En s'appuyant sur les équations (4) et (5) on peut dériver une expression analytique du délai global  $DTG_N$  selon des considérations similaires à celles mises en œuvre dans cet exemple particulier.

On note que si l'expression analytique du délai de transmission global est trop complexe pour permettre une résolution analytique, on peut recourir à une méthode numérique, facilement exécutable par ordinateur, afin d'obtenir le nombre maximal de relais autorisé. Une telle méthode consiste par exemple à mettre en œuvre un algorithme simple comprenant une boucle de test de valeurs successives du nombre de sauts  $N$  et une sortie de la boucle dès que la condition donnée sur le délai maximal  $D_{Max}$  n'est plus respectée.

On présente maintenant, en relation avec la figure 4, sous une forme de logigramme, un exemple de mise en œuvre par un équipement relais d'un réseau de communication sans fil d'un procédé de traitement d'une transmission multi-sauts mise en œuvre dans ce réseau de communication sans fil. On suppose qu'il s'agit d'un équipement relais du système 10, par exemple de l'équipement relais  $ER_i$  situé à  $i$  sauts, avec  $i$  entier non nul, de l'équipement source  $ES$  ayant émis le volume de données utiles

Vol dans le cadre de la transmission multi sauts. Avantageusement, le procédé est mis en œuvre par le dispositif de traitement 200.

En 40, l'équipement relais ERi reçoit un signal radio porteur de tout ou partie du volume de données utiles Vol émis par l'équipement source ES, de cet équipement source si  $i=1$  et d'un équipement relais précédent ERi-1 si  $i>1$ .

En 41, l'équipement relais ERi mesure une puissance PUi du signal radio reçu de l'équipement source ou de l'équipement relais précédent et une puissance Pli des interférences reçues de l'ensemble des équipements de communications situés à proximité, auxquelles s'ajoute le bruit thermique.

En 42, il transmet les puissances PUi et Pli mesurées à un dispositif de contrôle 100 selon l'invention. On suppose qu'il connaît l'adresse réseau de ce dispositif 100 parce qu'il l'a obtenue préalablement de la station de base BS ou bien qu'il transmet les puissances à la station de base qui se charge de les renvoyer au dispositif de contrôle 100.

En 43, il reçoit un message d'action MA du dispositif de contrôle 100. Ce message comprend au moins une modification de configuration de transmission multi-saut du système 10 et un ordre de mise en application destiné à un ou plusieurs équipements relais de ce système.

En 44, il stocke la modification de configuration.

Selon un mode de réalisation particulier, la modification de configuration comprend un nombre de relais maximal NMax et l'ordre de mise en application est destiné aux équipements relais situés à NMax sauts et plus de l'équipement source ES.

Par exemple, la configuration comprend un nombre de relais maximal NMax et une règle de désactivation de la retransmission du volume de données reçu et l'ordre d'application concerne les équipements relais situés à NMax sauts et plus de l'équipement source ES.

Avantageusement, le nombre de relais maximal NMax reçu est stocké en mémoire en 44.

En 45, il est comparé au nombre de sauts  $i$  de l'équipement relais ERi et décidé si la modification de configuration de retransmission reçue doit être exécutée en fonction du résultat de cette comparaison. Si  $i$  est supérieur ou égal à NMax, le dispositif 200 modifie sa configuration courante à l'aide de la nouvelle configuration reçue, qui devient applicable aux prochaines données qu'il recevra d'un équipement relais précédent dans le cadre de la transmission multi-sauts.

On distingue au moins les deux cas de figure suivants :

- selon un premier cas, la réception en 40 du signal de données en provenance de l'équipement source précède la réception en 43 du message d'action MA. L'équipement relais ERi connaît donc son nombre de sauts  $i$  dans la transmission multi-sauts, il peut donc décider immédiatement en 45 s'il doit exécuter l'action comprise dans le message et le cas échéant l'exécuter,
- selon un deuxième cas, la réception en 40 du signal de données en provenance de l'équipement source succède à la réception en 43 du message d'action MA. On suppose que l'équipement relais ne

connaît pas encore son nombre de sauts dans la communication multi-sauts. En 44, il stocke en mémoire le nombre de sauts NMax ainsi que la configuration de retransmission reçus dans le message d'action et se met en attente de recevoir le signal radio en 40. A réception, il déclenche l'étape 45 de décision d'exécuter ou non l'action reçue.

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 mise en œuvre par un système dans un réseau de communication sans fil selon l'invention, ledit système comprenant un équipement source configuré pour émettre un signal radio porteur d'un volume de donnée et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio reçu d'un autre équipement relais ou de l'équipement source. Selon cet exemple, le dispositif de contrôle 100 comprend, comme illustré la figure 2, au moins un module d'obtention, un module de détermination, un module d'estimation et un module de modification d'une configuration de transmission multi-sauts du système.

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 Pg, représentatif des modules d'obtention, détermination, estimation, sélection et mise en application, 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 délais de transmission intermédiaires déterminés, ainsi que les rapports de puissance obtenus à partir des puissances mesurées par les équipements relais.

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 ou un des équipements relais du système, mais il 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 et un module de réception d'un message d'action.

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 et réception, 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 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.

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 propose en effet d'estimer un délai de transmission global de données émises par un objet connecté source à un ou plusieurs objets connectés destinataires par l'intermédiaire d'une pluralité d'objets connectés relais à partir de puissances mesurées par ces relais, sans nécessiter de calcul de proche en proche. L'invention exploite ensuite cette estimation pour contrôler la transmission multi-sauts en modifiant la configuration de retransmission des équipements de communication du système mettant en œuvre cette transmission, ce qui lui permet garantir que le délai de transmission de ces données n'excède pas un délai maximal donné, par exemple autorisé. L'invention permet notamment d'éviter la réception et donc la prise en compte par le ou les équipements destinataires de données devenues obsolètes du fait d'une latence trop élevée.

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source, caractérisé en ce que ledit procédé comprend, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :
  - l'obtention (30) pour ledit équipement relais courant ( $R_i$ ) d'un rapport de puissances courant ( $PINR_i$ ) entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, reçues par ledit équipement relais courant ;
  - la détermination (31) d'un délai de transmission intermédiaire courant ( $DT_i$ ) de données utiles portées par ledit signal radio entre ledit équipement source ou un équipement relais précédent placé à  $i-1$  sauts et ledit équipement relais courant, ledit délai intermédiaire courant ( $DT_i$ ) étant fonction dudit rapport de puissances courant obtenu, d'un volume ( $Vol$ ,  $Vol_i$ ) des données utiles reçu par ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission ( $W$ ,  $W_i$ ) de ce volume entre l'équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant ;
  - l'estimation (32) d'un délai de transmission global ( $DTG_N$ ) du signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du délai de transmission intermédiaire ( $DT_i$ ) courant déterminé et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé pour un équipement relais situé à  $i-1$  sauts ou moins de l'équipement source ;
  - si le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné ( $DMax$ ), la modification (34) d'une configuration de transmission multi-sauts du système.
2. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'estimation du délai de transmission global ( $DTG_N$ ) dudit signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre  $N$  de sauts est mise en œuvre une fois que les rapports de puissance ont été obtenus et les délais de transmission intermédiaires ont été déterminés pour la pluralité d'équipement relais participant à la transmission et en ce que la configuration sélectionnée est mise en application pour la transmission d'un prochain signal radio par l'équipement source.
3. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'estimation du délai de transmission global ( $DTG_N$ ) dudit signal radio de l'équipement source à un équipement relais final situé à un nombre  $N$  de sauts est mise en œuvre suite à l'obtention du rapport de

puissances et la détermination du délai de transmission intermédiaire pour l'équipement relais courant, et en ce que la modification de la configuration comprend l'envoi d'un message d'action comprenant au moins la configuration modifiée et un ordre de mise en application de ladite configuration par au moins un équipement relais situé à  $i+1$  sauts et plus de l'équipement source.

4. Procédé de contrôle selon la revendication 3, caractérisé en ce que, lorsque  $N$  est supérieur à  $i$ , ledit procédé comprend la prédiction d'au moins un délai intermédiaire pour au moins un équipement relais suivant, placé entre  $i+1$  et  $N$  sauts, au moins à partir du rapport de puissances courant ou d'un rapport de puissances stocké en mémoire pour ledit équipement relais suivant, et en ce que l'estimation du délai de transmission global ( $DTG_N$ ) prend en compte les délais intermédiaires prédits.
5. Procédé de contrôle selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que :
  - le procédé comprend la détermination d'un nombre maximal de relais correspondant à une valeur maximale ( $N_{Max}$ ) du nombre de sauts  $N$  auquel est situé l'équipement relais final, telle qu'une condition prédéterminée est satisfaite, ladite condition étant que le délai de transmission global ( $DTG_N$ ) estimé pour un nombre de sauts  $N$  égal au nombre maximal  $N_{Max}$  n'atteint pas le délai maximal ( $D_{Max}$ ) et le délai de transmission global estimé pour un nombre de sauts égal à  $N_{Max}+1$  atteint ou dépasse ledit délai maximal ; et en ce que :
  - la configuration sélectionnée comprend le nombre maximal de relais et une interdiction de retransmettre le signal radio reçu de l'équipement source pour un équipement relais situé à un nombre de saut supérieur audit nombre maximal de relais.
6. Procédé de contrôle selon l'une de revendications précédentes, caractérisé en ce que les équipements relais de ladite pluralité émettent sur une même bande de fréquences et l'estimation du délai de transmission global ( $DTG$ ) comprend une sommation des délais de transmission intermédiaires entre les équipements relais placés à  $N$  sauts et moins de l'équipement source.
7. Procédé de contrôle selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le délai de transmission global est exprimé comme suit :

$$DTG = \sum_{i=1}^N \frac{Vol_i}{W_i} \frac{1}{\log_2(1 + SINR_i)}$$

où  $Vol_i$  désigne le volume de données utiles reçu par l'équipement relais courant ( $Eri$ );  
 $W_i$  la bande passante de transmission disponible au niveau de l'équipement relais courant ( $Eri$ );

$N$  le nombre de sauts auquel est placé l'équipement relais final ; et

$SINR_i$  représente le rapport signal sur interférences et bruit au niveau de l'équipement relais placé à  $i$  sauts pour le signal radio reçu de l'équipement relais précédent ( $ER_{i-1}$ ).

8. Procédé de contrôle selon les revendications 5 et 7, caractérisé en ce que la détermination du nombre maximal de relais ( $N_{Max}$ ) comprend l'itération d'une étape d'incrémentement du nombre de sauts  $N$  d'une unité, de l'étape d'estimation d'un délai de transmission global (DTG) pour l'équipement relais final, tant que la condition prédéterminée n'est pas satisfaite.
9. Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il dépend de la revendication 2 et en ce que, pour  $i$  égal à 1, les délais de transmission intermédiaires des équipements relais situés à 2 sauts et plus de l'équipement source sont prédits comme égaux au rapport de puissance courant et le délai de transmission global jusqu'à un équipement relais final placé à  $N$  sauts est calculé à partir d'un rapport signal sur bruit au niveau de l'équipement relais placé à  $i$  sauts défini comme suit :

$$DTG = \sum_{i=1}^N \frac{Vol_i}{W_i} \frac{1}{\log_2(1+SINR_i)}$$

où  $SINR_i = \frac{1}{\zeta^{i-1}}$ ,

$Vol_i$  est le volume de données reçu par l'équipement relais courant ( $ER_i$ ),  $W_i$  est la bande passante de transmission au niveau de l'équipement relais courant ( $ER_i$ ), et  $\zeta = 1 + \frac{1}{\theta}$  où  $\theta$  est le rapport de puissances obtenu par l'équipement relais ( $ER_1$ ) placé à un saut de l'équipement source.

10. Procédé de contrôle selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'elle dépend de la revendication 9, en ce que le délai de transmission global (DTG) est estimé comme le délai de transmission intermédiaire (DTi) de l'équipement relais ayant la valeur maximale et en ce que le nombre maximal autorisé ( $N_{Max}$ ) est calculé comme suit :

$$N_{Max} = \left\lfloor \frac{a - \log_2(2^a - 1)}{\log_2(\xi)} \right\rfloor, \text{ où } \lfloor \cdot \rfloor \text{ désigne la partie entière,}$$

avec  $a = \frac{Vol}{WD_{Max}}$  où  $D_{Max}$  représente le délai maximal donné,

$Vol$  le volume de données utiles portées par le signal radio émis par l'équipement source, et  $W$  la bande passante de transmission disponible pour la transmission multi-sauts.

11. Procédé de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source, caractérisé en ce que ledit procédé comprend, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :

- l'émission (42) à destination d'un dispositif de contrôle (100) du réseau de communication sans fil d'au moins une puissance d'un signal radio et une puissance de bruit et d'interférences reçues par ledit équipement relais courant ; et
  - la réception (43) en provenance dudit dispositif de contrôle (100) d'un message d'action comprenant au moins une modification de configuration de transmission multi-sauts dudit système et un ordre de mise en application de ladite modification, ladite modification de configuration comprenant au moins un nombre de relais maximal (NMax) supérieur ou égal à  $i$  et une règle de désactivation d'une retransmission du signal radio reçu de l'équipement source, et l'ordre de mise en application étant destiné aux équipements relais situés à un nombre de sauts supérieur ou égal audit nombre maximal de relais.
12. Procédé de traitement d'une transmission multi-sauts selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la décision (45) d'exécuter l'ordre de mise en application compris dans le message lors que le nombre de sauts  $i$  de l'équipement relais est supérieur au nombre de relais maximal (NMax) reçu.
13. Dispositif (100) de contrôle d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système comprenant un équipement source et une pluralité d'équipements relais configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source, caractérisé en ce que ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre, pour un équipement relais du système dit courant, placé à  $i$  sauts de l'équipement source, avec  $i$  entier non nul :
- l'obtention (OBT.  $PU_i, P_{Ii}$ ) pour ledit équipement relais courant ( $R_i$ ) d'un rapport de puissances courant ( $PINR_i$ ) entre une puissance du signal radio et une puissance de bruit et d'interférences, reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ;
  - la détermination (DET.  $DT_i$ ) d'un délai de transmission intermédiaire courant ( $DT_i$ ) de données utiles portées par ledit signal radio entre ledit équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant, ledit délai intermédiaire courant ( $DT_i$ ) étant fonction dudit rapport de puissances courant obtenu, d'un volume ( $Vol, Vol_i$ ) des données utiles reçu par ledit équipement relais courant et d'une bande passante de transmission ( $W, W_i$ ) de ce volume entre l'équipement source ou l'équipement relais précédent et ledit équipement relais courant ;
  - l'estimation (EST.  $DTG_N$ ) d'un délai de transmission global ( $DTG_N$ ) du signal radio de l'équipement source à un équipement relais final placé à un nombre  $N$  de sauts, avec  $N$  entier supérieur ou égal à  $i$ , au moins à partir du délai de transmission intermédiaire ( $DT_i$ ) courant déterminé et d'au moins un délai intermédiaire précédemment déterminé ;

- si le délai de transmission global estimé atteint ou dépasse un délai maximal donné (DMax), la modification (MOD. CNF) d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système (10).

14. Dispositif (200) de traitement d'une transmission multi-sauts dans un réseau de communication sans fil, ladite transmission étant mise en œuvre par un système (10) comprenant un équipement source (ES) et une pluralité d'équipements relais du réseau de communication sans fil, configurés pour recevoir, amplifier et retransmettre un signal radio émis par l'équipement source, caractérisé en ce que ledit dispositif est configuré pour mettre en œuvre, pour un équipement relais (ERi) du système dit courant, placé à i sauts de l'équipement source, avec i entier non nul :

- l'émission à destination d'un dispositif de contrôle (100) du réseau de communication sans fil d'au moins une puissance d'un signal radio et une puissance de bruit et d'interférences reçues et mesurées par ledit équipement relais courant ; et

- la réception en provenance dudit dispositif de contrôle d'un message d'action comprenant au moins une modification d'une configuration de transmission multi-sauts dudit système et un ordre de mise en application de ladite modification, ladite modification de configuration comprenant au moins un nombre de relais maximal (NMax) supérieur ou égal à i et une règle de désactivation d'une retransmission du signal radio reçu de l'équipement source, et l'ordre de mise en application étant destiné aux équipements relais situés à un nombre de sauts supérieur ou égal audit nombre maximal de relais.

15. 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 13 et en ce que lesdits équipements relais (ERi) comprennent un dispositif (200) de traitement de ladite transmission multi-sauts conforme à la revendication 14.



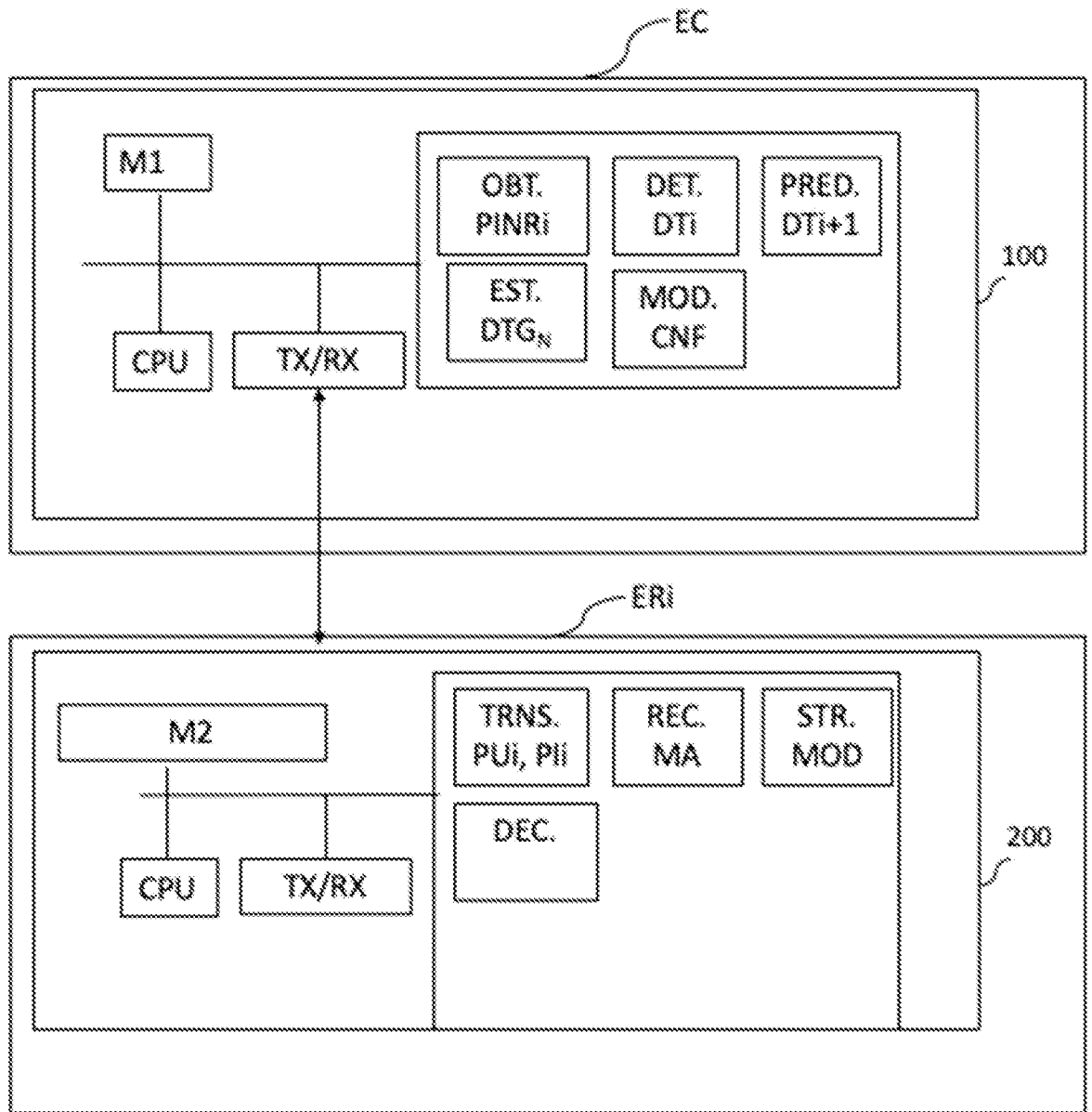


Fig. 2

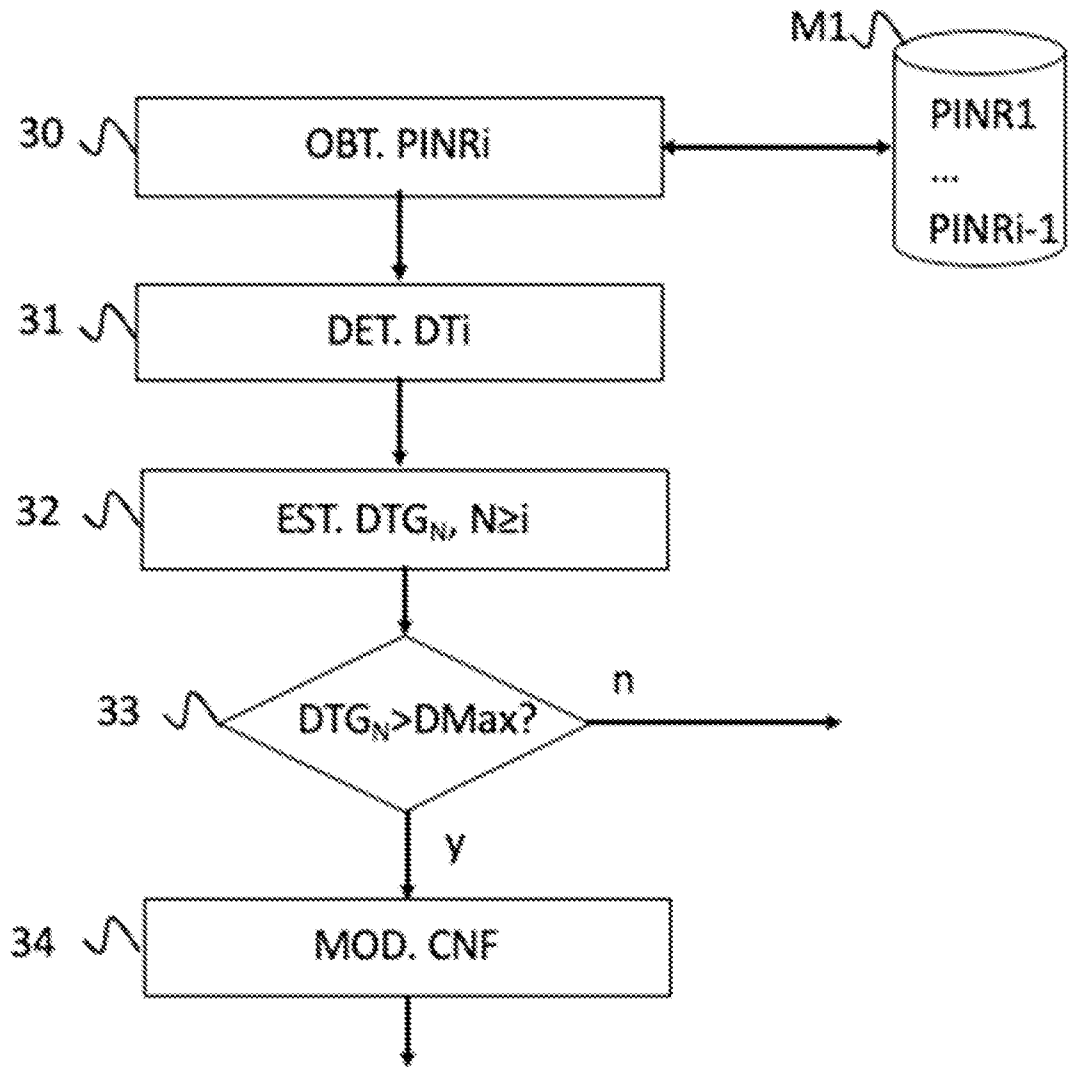


Fig. 3

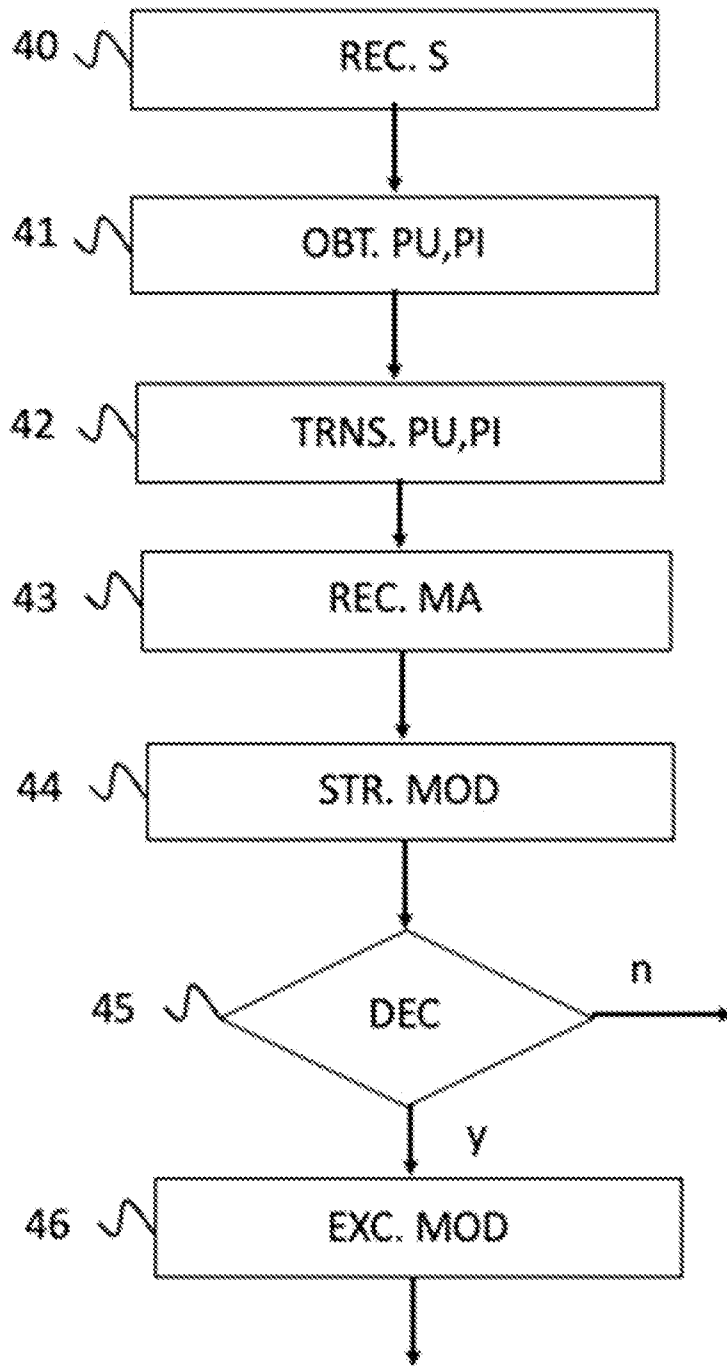


Fig. 4

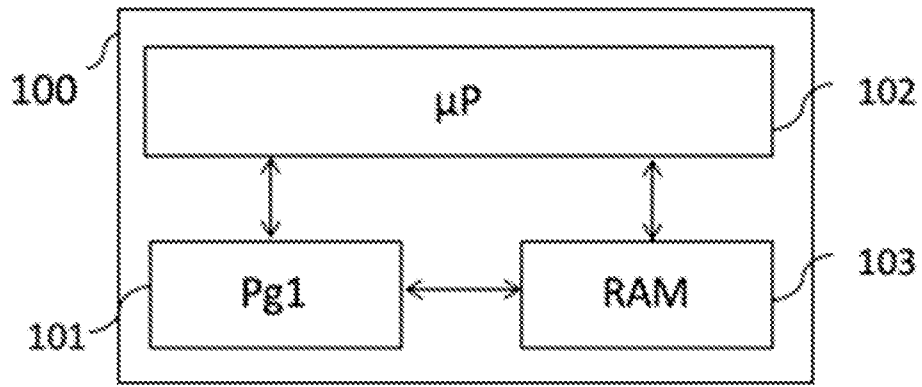


Fig. 5

[Fig 6]

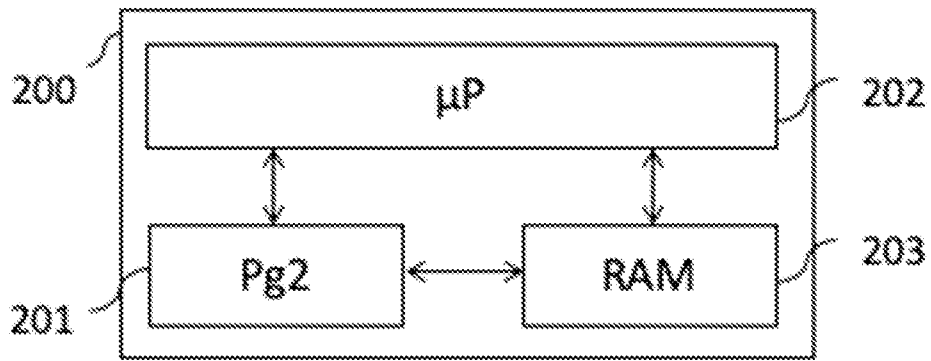


Fig. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2022/050557**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H04W 84/18</i> (2009.01)i; <i>H04L 5/00</i> (2006.01)n; <i>H04W 76/14</i> (2018.01)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 Y	US 2020236607 A1 (ZHU HUA [US] ET AL) 23 July 2020 (2020-07-23) paragraph [0046] - paragraph [0057]; figures 1, 3a, 3b paragraph [0081] - paragraph [0087] paragraph [0095] - paragraph [0102] paragraph [0139] - paragraph [0165]	1,3-8,13 2,9,10,15
X Y	EP 2514247 A2 (QUALCOMM INC [US]) 24 October 2012 (2012-10-24) paragraph [0020] - paragraph [0039]; figures 1-3 paragraph [0043] - paragraph [0046]; figures 7-8	11,12,14 15
Y	US 2014313903 A1 (KIKUZUKI TATSUYA [JP]) 23 October 2014 (2014-10-23) paragraph [0057] - paragraph [0067]; figure 7	2
Y	FR 3090261 A1 (ORANGE [FR]) 19 June 2020 (2020-06-19) paragraph [0042] - paragraph [0047]	9,10
<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>18 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/FR2022/050557**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020236607	A1	23 July 2020	CA	3126954	A1	30 July 2020
				EP	3915195	A1	01 December 2021
				US	2020236607	A1	23 July 2020
				WO	2020154432	A1	30 July 2020
-----							
EP	2514247	A2	24 October 2012	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				
-----							
US	2014313903	A1	23 October 2014	JP	6102461	B2	29 March 2017
				JP	2014216709	A	17 November 2014
				US	2014313903	A1	23 October 2014
-----							
FR	3090261	A1	19 June 2020	NONE			
-----							

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> <b>INV. H04W84/18</b> <b>ADD. H04L5/00 H04W76/14</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		
X	<b>US 2020/236607 A1 (ZHU HUA [US] ET AL)</b> <b>23 juillet 2020 (2020-07-23)</b>	<b>1, 3-8, 13</b>		
Y	<b>alinéa [0046] - alinéa [0057]; figures 1, 3a, 3b</b> <b>alinéa [0081] - alinéa [0087]</b> <b>alinéa [0095] - alinéa [0102]</b> <b>alinéa [0139] - alinéa [0165]</b> -----	<b>2, 9, 10, 15</b>		
X	<b>EP 2 514 247 A2 (QUALCOMM INC [US])</b> <b>24 octobre 2012 (2012-10-24)</b>	<b>11, 12, 14</b>		
Y	<b>alinéa [0020] - alinéa [0039]; figures 1-3</b> <b>alinéa [0043] - alinéa [0046]; figures 7-8</b> -----	<b>15</b>		
Y	<b>US 2014/313903 A1 (KIKUZUKI TATSUYA [JP])</b> <b>23 octobre 2014 (2014-10-23)</b> <b>alinéa [0057] - alinéa [0067]; figure 7</b> -----	<b>2</b>		
	-/--			
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe                 </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe			
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <b>7 juillet 2022</b>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <b>18/07/2022</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

Demande internationale n°

PCT/FR2022/050557

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 3 090 261 A1 (ORANGE [FR]) 19 juin 2020 (2020-06-19) alinéa [0042] - alinéa [0047] -----	9, 10

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

**PCT/FR2022/050557**

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2020236607</b>	<b>A1</b>	<b>23-07-2020</b>	<b>CA 3126954 A1</b>	<b>30-07-2020</b>
			<b>EP 3915195 A1</b>	<b>01-12-2021</b>
			<b>US 2020236607 A1</b>	<b>23-07-2020</b>
			<b>WO 2020154432 A1</b>	<b>30-07-2020</b>
-----				
<b>EP 2514247</b>	<b>A2</b>	<b>24-10-2012</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 2014313903</b>	<b>A1</b>	<b>23-10-2014</b>	<b>JP 6102461 B2</b>	<b>29-03-2017</b>
			<b>JP 2014216709 A</b>	<b>17-11-2014</b>
			<b>US 2014313903 A1</b>	<b>23-10-2014</b>
-----				
<b>FR 3090261</b>	<b>A1</b>	<b>19-06-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				