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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 septembre 2010 (16.09.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/103217 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04W 74/02 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/050363

(22) Date de dépôt international :
4 mars 2010 (04.03.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0951620 13 mars 2009 (13.03.2009) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **FRANCE TELECOM** [FR/FR]; 6 place d'Alleray, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **SENOUCI, Sidi-Mohammed** [FR/FR]; 12 rue Geoffroy de Pontblanc, F-22300 Lannion (FR). **ALI ABU-RGHEFF, Mosa** [GB/GB]; 250 Westfield, Plympton, Plymouth PL7 2EP Devon (GB). **ABDALLA, Ghassan** [SD/FR]; France Télécom R&D, PIV/BREVETS/319B, 38-40 rue du Général Leclerc, F-92794 Issy Les Moulineaux (FR).

(74) Mandataire : **FRANCE TELECOM R&D/PIV/BREVETS**; LECOMTE Isabelle, 38-40 rue du Général Leclerc, F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title** : METHOD AND SYSTEM FOR COMMUNICATING IN A WIRELESS COMMUNICATION NETWORK WITH DYNAMIC TIME MULTIPLEXING ACCESS

(54) **Titre** : PROCEDE ET SYSTEME DE COMMUNICATION SUR UN RESEAU DE COMMUNICATION SANS FIL AVEC ACCES PAR MULTIPLEXAGE TEMPOREL DYNAMIQUE

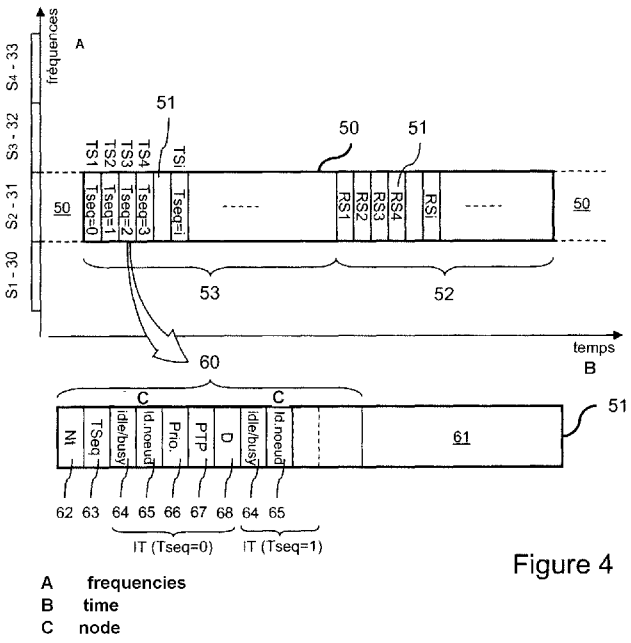


Figure 4

A frequencies
B time
C node

(57) **Abstract** : The present invention relates to a method and to a system for communicating in an ad hoc wireless communication network, in particular an ad hoc vehicle network (VANET). The network includes at least one geographic cell (10.14) to which is associated a communication channel (30-32), a frame (50) of the communication channel being organised into time intervals (51) of an equal duration distributed into two sets: a first set (52) consisting of time intervals (RSi) having a random access mode; and a second set (53) consisting of time intervals (TSi) having an access mode reserved upon preliminary reservation request. The method includes the step of sending (E410) via a node a reservation request (TS-Req) for a given time interval, said time interval belonging to the first set (52) before the reservation request and to the second set (53) once the reservation request is effective.

(57) **Abrégé** : La présente invention se rapporte à un procédé et un système de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc, notamment un réseau de véhicules ad hoc

[Suite sur la page suivante]

WO 2010/103217 A1

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

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))*

(VANET). Le réseau comprend au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale répartis en deux ensembles : - un premier ensemble (52) composé d'intervalles temporels (RSi) dont un mode d'accès est aléatoire, et - un deuxième ensemble (53) composé d'intervalles temporels (TSi) dont un mode d'accès est réservé sur demande de réservation préalable. Le procédé comprend une étape d'envoi (E410) par un nœud d'une demande de réservation (TS-Req) d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel appartenant au premier ensemble (52) préalablement à la demande de réservation et audit deuxième ensemble (53) lorsque la réservation est effective.

Procédé et système de communication sur un réseau de communication sans fil avec accès par multiplexage temporel dynamique

La présente invention se rapporte à un procédé et un système de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc, notamment un réseau de véhicules ad hoc (VANET).

Les réseaux de véhicules type VANET sont des réseaux ad hoc sans fil qui fournissent des communications au sein d'un groupe de véhicules à portée les uns des autres, et parfois entre les véhicules et des équipements fixes à portée. Un réseau ad hoc réalise des transmissions directes de proche en proche.

L'IEEE travaille actuellement sur un nouveau protocole de contrôle d'accès à un réseau (MAC) sans fil ad hoc de véhicules, référencé 802.11p, qui s'appuie, entre autres, sur la norme existante 802.11e.

La fonction d'accès au réseau dans cette dernière est principalement organisée selon un mécanisme, de type DCF ("*Distributed Coordination Function*"), basé sur des accès aléatoires de type CSMA/CA ("*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*"). Bien qu'il soit mis en œuvre certains mécanismes pour améliorer la qualité de service (QoS) dans ce réseau, cette dernière n'est pas garantie. Ainsi, lorsque le nombre de véhicules connectés au réseau VANET croît fortement (embouteillage par exemple), le réseau n'assure plus de QoS (service en "*best effort*") et présente des performances faibles, notamment une bande passante fortement réduite pour chaque véhicule.

Or, certaines applications dans les réseaux VANET, en particulier celles relatives à la sécurité routière, requièrent des exigences de qualité de service QoS, que le protocole 802.11p ne peut donc garantir, notamment en zone de fort trafic routier.

La publication "*ADHOC MAC: new MAC architecture for ad hoc networks providing efficient and reliable point-to-point and broadcast services*" (Borgonovo, Capone, Cesana et Fratta, Wireless Networks Volume 10, Numéro 4, Juillet 2004, pp.359-366) décrit le protocole ADHOC MAC applicable aux réseaux VANET.

La méthode mise en œuvre utilise un accès au réseau par multiplexage temporel (TDMA, "*Time Division Multiple Access*"), en particulier en raison de la simplicité d'implémentation et des garanties de QoS qu'il offre. Le multiplexage temporel définit des intervalles temporels ("*time slots*") à l'intérieur d'une trame du signal. Dans la méthode décrite, les nœuds s'échangent des informations sur le statut (BUSY/IDLE) de chaque intervalle temporel tel qu'ils le détectent. De la sorte, la gestion des accès au réseau est distribuée sur l'ensemble des nœuds, et chacun d'entre eux a connaissance des intervalles temporels disponibles pour une éventuelle réservation.

Toutefois, cette solution présente un important surdébit nécessaire à l'indication du statut de chaque intervalle de temps et du nœud correspondant dans la trame temporelle, ce qui

constitue un inconvénient en présence d'une faible charge (peu de véhicules). En effet, le réseau est dans ce cas bien moins performant que pour un accès aléatoire type DCF ou CSMA/CA.

De plus, des délais inutiles sont également introduits par faible charge puisque les nœuds sont amenés à attendre l'intervalle temporel qui leur est réservé avant de transmettre.

Ces protocoles d'accès par multiplexage temporel distribués présentent également une limitation d'un nombre de nœuds ou véhicules pouvant transmettre sur le réseau à un instant donné. Cette limitation peut conduire à une impossibilité pour certains nœuds prolifiques en données de transmettre sur le réseau, alors même que certains intervalles temporels ont été alloués à des nœuds ayant peu de données à transmettre.

L'invention vise à pallier au moins un des inconvénients de l'art antérieur en proposant une méthode d'accès par multiplexage temporel adaptable qui combine à la fois les avantages de la solution classique TDMA et ceux des techniques d'accès aléatoires.

Dans ce dessein, l'invention a notamment trait à un procédé de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc comprenant au moins une cellule géographique à laquelle est associé un canal de communication, une trame du canal de communication étant organisée en intervalles temporels de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs de la cellule, les intervalles temporels étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et
- un deuxième ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud sur demande de réservation préalable,

le procédé comprend une étape d'envoi par un nœud d'une demande de réservation d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble préalablement à la demande de réservation et audit deuxième ensemble lorsque la réservation est effective.

L'invention combine ainsi les deux types d'accès, aléatoire et sur réservation, au réseau de sorte à répondre à la fois à des besoins de qualité de service QoS et à des accès rapides tels qu'obtenus avec la norme 802.11p.

Selon l'invention, les ensembles des deux types d'intervalles sont dynamiquement modifiés en fonction notamment des demandes de réservation. Cette adaptation dynamique entre les deux modes d'accès assure l'efficacité de l'invention quelque soit l'encombrement du réseau, et garantit notamment la QoS nécessaire pour la diffusion de messages de sécurité dans les réseaux VANET, même en cas d'embouteillage.

Ainsi, le procédé de communication garantit une qualité de service QoS par le mécanisme de réservation lorsqu'elle est demandée, et assure, d'autre part, des performances

similaires à celles des mécanismes CSMA/CA en cas de faible trafic. Il permet également de limiter le surdébit nécessaire à la gestion des intervalles à accès réservé.

Dans un mode de réalisation, le nœud transmet ladite demande de réservation de l'intervalle temporel donné dans un autre intervalle temporel du premier ensemble. En variante, cette demande est transmise dans un intervalle temporel du deuxième ensemble qui lui est réservé.

Dans le premier cas, la demande de réservation peut être émise à bref délai, sans attente pour le nœud. Dans le deuxième cas, le risque de collision de la demande de réservation avec d'autres données est minimisé.

Selon une caractéristique de l'invention, un nœud transmet, dans un intervalle temporel du deuxième ensemble qui lui est réservé, des informations relatives aux réservations de l'ensemble des intervalles temporels du deuxième ensemble de la trame.

Par cette transmission des informations de réservation, les nœuds d'une cellule maintiennent ainsi la structure du réseau, sans faire appel à une infrastructure centralisée.

En particulier, ledit nœud maintient à jour localement des informations relatives aux réservations en fonction de celles transmises sur le canal de communication et des demandes de réservation transmises.

L'invention organise ainsi de façon distribuée la gestion des accès et des réservations des intervalles temporels. Elle s'affranchit de la présence d'une entité centrale.

Selon une caractéristique particulière, un nœud incrémente, à chaque nouvelle trame, un compteur associé à un intervalle temporel du deuxième ensemble, si l'ensemble des informations relatives aux réservations transmises par les autres nœuds indique cet intervalle temporel comme inutilisé ou "inactif", et le procédé comprend une étape d'envoi d'une demande de réservation de l'intervalle temporel lorsque ledit compteur associé est supérieur à une première valeur seuil. Ceci permet d'éviter que des nœuds se réservent de façon systématique des ressources dans la cellule sans en avoir un besoin effectif. Les intervalles non utilisés par les nœuds sont ainsi recyclés régulièrement. Cela permet de maximiser le nombre d'intervalles réservés qui sont effectivement utilisés et donc d'améliorer les performances du réseau de communication.

De façon similaire à l'aide du même compteur, le procédé comprend une étape d'envoi d'une demande de libération de l'intervalle temporel lorsque ledit compteur associé est supérieur à une deuxième valeur seuil. L'intervalle temporel ainsi libéré est disponible à la réservation pour n'importe quel nœud de la cellule. Les performances du réseau sont encore plus améliorées.

En particulier, ledit nœud réorganise l'allocation des intervalles temporels du deuxième ensemble de sorte à modifier les informations relatives aux réservations et transmet sur ledit canal de communication lesdites informations relatives aux réservations modifiées. Cette disposition présente l'avantage de rendre simple la libération d'un intervalle temporel puisque c'est le même nœud qui détermine et fournit aux autres nœuds la nouvelle répartition des intervalles

temporels dans la trame. Encore une fois, la gestion distribuée des réservations d'intervalles temporels est accrue.

Selon une caractéristique de l'invention, ladite réservation effectuée lors d'une première trame est effective lorsque toutes les informations relatives aux réservations, reçues depuis des nœuds de la cellule dans une trame suivant la première trame, indiquent que ledit intervalle temporel donné est réservé pour ledit nœud. Ainsi la validation de la réservation est déterminée, de façon distribuée, par le nœud sollicitant cette réservation. Le mécanisme prévu ici est simple et non biaisé par une entité centrale.

Dans un mode de réalisation, ladite demande de réservation comprend un numéro unique de l'intervalle temporel donné, ledit numéro unique étant calculé comme suit:

$$Tseq = 1 + \max\left\{ \begin{array}{c} Nt + nombre\ de\ demandes\ TS\text{-}Req\ reçues\ gagnantes \\ Tseq\ annoncés\ dans\ les\ autres\ demandes\ TS\text{-}Req\ reçues \end{array} \right\}$$

où les "demandes TS-Req gagnantes" sont celles qui aboutissent à la réservation d'un nouvel intervalle temporel dans le deuxième ensemble.

Encore une fois, cette disposition permet de gérer de façon distribuée sur les nœuds la réservation dynamique des intervalles. En outre, le numéro unique prévu suit une numérotation continue, ce qui simplifie la gestion des réservations.

Dans un mode de réalisation, le procédé comprend, lorsqu'un nœud appartient à deux cellules lors d'un déplacement d'une cellule d'origine vers une nouvelle cellule :

- préalablement à l'étape d'envoi d'une demande de réservation, une étape de détermination d'au moins un intervalle temporel associé à la nouvelle cellule en fonction de l'intervalle temporel correspondant de la cellule d'origine;

et dans lequel la demande de réservation de l'intervalle temporel déterminé est traitée prioritairement par rapport à des réservations de cet intervalle temporel.

Cette disposition permet de favoriser la réservation d'intervalles pour les nœuds en transfert intercellulaire en optimisant l'utilisation des mêmes intervalles temporels pour deux cellules voisines. Ainsi, on réduit le risque pour un nœud transmettant dans une cellule, de ne pas recevoir un message transmis dans l'autre cellule adjacente. Cette politique se justifie par le fait que le transfert intercellulaire est clé pour la propagation de messages d'une cellule à une autre dans un réseau de type ad hoc.

En particulier, ledit intervalle temporel déterminé vérifie l'une des conditions suivantes:

- il est associé à un numéro unique d'intervalle réservé identique à celui d'un intervalle réservé par ledit nœud dans la cellule d'origine;

- l'intervalle réservé par ledit nœud dans la cellule d'origine est dédié à une communication point-à-point dont ledit nœud n'est pas destinataire;

- l'intervalle temporel correspondant de la cellule d'origine est un intervalle du premier ensemble dont l'accès est aléatoire.

Ces conditions permettent de maximiser le contrôle de l'intervalle correspondant dans la cellule d'origine par le nœud en question ou de minimiser les chances qu'un message diffusé soit transmis pendant cet intervalle correspondant, alors que le nœud transmet dans la nouvelle cellule. Ainsi, on minimise les messages diffusés que le nœud en transfert intercellulaire ne reçoit pas.

Dans un mode de réalisation, le procédé comprend, lorsqu'un nœud reçoit au moins deux demandes de réservation d'un même intervalle temporel:

- l'émission d'un message renseignant une réservation effective d'un intervalle temporel pour chacune desdites demandes de réservation reçues.

Cette disposition permet de résoudre les demandes de réservation conflictuelles (demandes concurrentes concomitantes) au niveau des nœuds eux-mêmes. En pratique, le premier nœud émettant ledit message indique aux autres nœuds comment le conflit est résolu.

Dans un mode de réalisation spécifique, au moins l'une des demandes de réservation est sous forme d'une indication, dans des informations relatives aux réservations transmises par un autre nœud et reçue par ledit nœud, selon laquelle une réservation a été demandée par un nœud tiers. Cette indication peut résulter de la comparaison des informations reçues avec celles dont dispose le nœud. Ainsi, les nœuds sont capables de résoudre les conflits de réservation issus de "nœuds cachés".

En particulier, ledit nœud émet ledit message renseignant les réservations effectives d'autant plus tôt qu'il reçoit un nombre important de demandes de réservation du même intervalle temporel. De la sorte, c'est un nœud résolvant un plus grand nombre de demandes concurrentes qui s'exprime en premier. On réduit ainsi le nombre de messages émis sur le canal de communication en vue de cette résolution des demandes conflictuelles.

En pratique, on peut utiliser un temporisateur au niveau de chaque nœud, initié dès la réception de deux demandes concurrentes et réduit volontairement à chaque nouvelle demande concurrente reçue.

Encore une fois, ces dispositions permettent de s'affranchir de l'utilisation d'une entité centralisée pour résoudre ce différend de demandes concurrentes.

Dans un mode de réalisation, le procédé comprend une étape d'affectation, à la cellule, d'un jeu composé d'une pluralité de fréquences sous-porteuses de sorte à former ledit canal de communication, lesdits nœuds de la cellule transmettant sur ledit canal selon un mécanisme de répartition en fréquences orthogonales (OFDM). Grâce à cette disposition, un nœud peut n'utiliser qu'un seul émetteur/récepteur pour communiquer dans deux cellules auxquelles il appartient (zone de chevauchement). Il en résulte une configuration matérielle des nœuds moins coûteuse pour assurer la propagation de messages diffusés sur le réseau.

Corrélativement, l'invention vise également un dispositif ou nœud de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc comprenant au moins une cellule géographique à laquelle est associé un canal de communication, une trame du canal de communication étant organisée en intervalles temporels de durée égale partagés par une pluralité de dispositifs émetteurs/récepteurs de la cellule,

lesdits intervalles temporels étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et

- un deuxième ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud sur demande de réservation préalable,

le dispositif comprenant :

- un moyen pour accéder, de façon réservée ou aléatoire, à un intervalle temporel de l'un ou l'autre desdits ensembles correspondants,

- un moyen d'envoi, sur le canal de communication, d'une demande de réservation d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble préalablement à la demande de réservation et audit deuxième ensemble lorsque la réservation est effective.

Le dispositif présente les mêmes avantages que le procédé évoqué précédemment. De façon optionnelle, le dispositif peut comprendre des moyens se rapportant aux étapes du procédé ci-dessus.

De façon symétrique, l'invention concerne également un procédé de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc comprenant au moins une cellule géographique à laquelle est associé un canal de communication, une trame du canal de communication étant organisée en intervalles temporels de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs de la cellule, les intervalles temporels étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et

- un deuxième ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud sur demande de réservation préalable,

ledit procédé comprend les étapes suivantes mises en œuvre par un nœud :

- une étape de réception en provenance d'un autre nœud d'une demande de réservation d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble,

- une étape de modification d'informations relatives aux réservations pour y inclure une indication selon laquelle ledit intervalle temporel donné est réservé et appartient maintenant au deuxième ensemble, et

- une étape de transmission, sur le canal, desdites informations modifiées.

Corrélativement, le dispositif peut comprendre :

- un moyen de réception d'une demande de réservation d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble,
- un moyen de modification d'informations relatives aux réservations pour y inclure une indication selon laquelle ledit intervalle temporel donné est réservé et appartient maintenant au deuxième ensemble, et
- un moyen de transmission, sur le canal, desdites informations modifiées.

L'invention est ici vue depuis un nœud recevant les demandes de réservation et assurant la réservation dynamique desdits intervalles temporels entre les deux ensembles. Les avantages du procédé et du dispositif sont ainsi similaires à ceux présentés précédemment.

De façon optionnelle, ce procédé et ce dispositif peuvent comprendre des étapes ou moyens correspondants à celles ou ceux du procédé et du dispositif présentés précédemment.

Corrélativement, l'invention a également trait à un système de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc comprenant au moins une cellule géographique à laquelle est associé un canal de communication, une trame du canal de communication étant organisée en intervalles temporels de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs de la cellule, les intervalles temporels étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et
- un deuxième ensemble composé de un ou plusieurs intervalles temporels d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud sur demande de réservation préalable,

le système comprenant des moyens de gestion de demandes de réservation aptes à affecter au deuxième ensemble un intervalle temporel du premier ensemble, ledit intervalle temporel étant visé dans l'une desdites demandes et appartenant au premier ensemble préalablement à la demande de réservation, lorsque la réservation est effective.

Le système selon l'invention présente les mêmes avantages que les procédés et dispositifs ci-dessus. Notamment, les moyens sont mis en œuvre de façon logicielle.

Selon une caractéristique de l'invention, lesdits moyens de gestion de demandes de réservation sont répartis sur les nœuds dudit réseau. Ainsi, le système peut comprendre plusieurs dispositifs tels qu'introduits ci-dessus. Par cette gestion distribuée, aucun nœud ne voit ses performances diminuer comparativement aux autres nœuds.

De façon optionnelle, le système peut comprendre des moyens se rapportant aux caractéristiques de procédé présentées ci-dessus.

Un moyen de stockage d'informations, éventuellement totalement ou partiellement amovible, lisible par un système informatique, comprend des instructions pour un programme

informatique adapté à mettre en œuvre le procédé de communication conforme à l'invention lorsque ce programme est chargé et exécuté par le système informatique.

Un programme d'ordinateur lisible par un microprocesseur, comprend des instructions pour la mise en œuvre du procédé de communication conforme à l'invention, lorsque ce programme est chargé et exécuté par le microprocesseur.

Les moyens de stockage d'information et programme d'ordinateur présentent des caractéristiques et avantages analogues aux procédés qu'ils mettent en œuvre.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après, illustrée par les figures ci-jointes, dans lesquels :

- la **figure 1** représente un réseau VANET divisé en cellules;
- la **figure 2** illustre la répartition de jeux de fréquences sous-porteuses pour différentes cellules du réseau de la **figure 1**;
- la **figure 3** représente schématiquement la structure d'un véhicule/nœud du réseau;
- la **figure 4** illustre le découpage temporel des accès à un canal de communication d'une cellule, selon un mode de réalisation de l'invention;
- les **figures 5a** à **5d** représentent, sous forme de logigrammes, les étapes de traitement relatifs à l'envoi de données sur le réseau par un véhicule/nœud;
- les **figures 6a** à **6c** représentent, sous forme de logigrammes, les étapes de traitement relatifs à la réception de données sur le réseau par un véhicule/nœud;
- la **figure 7** illustre un exemple de nœud jouant une fonction passerelle; et
- la **figure 8** représente, sous forme de logigramme, les étapes de libération d'un intervalle temporel selon un mode de réalisation de l'invention.

La description détaillée ci-après présente une solution de contrôle de l'accès à un réseau ad hoc de véhicules (VANET) qui combine de façon originale un multiplexage spatial (SDMA), un multiplexage par fréquences orthogonales (OFDMA) et un multiplexage temporel (TDMA).

Comme illustré sur la **figure 1**, le réseau VANET, ici une portion de route 1, est divisée en cellules 10, 11, 12 circulaires ou elliptiques à un emplacement géographique défini, ces cellules ayant une ou plusieurs zones de recouvrement ou chevauchement 10', 11' entre elles. Les véhicules 20 parcourant la route 1 passent ainsi de cellule en cellule par ces zones de chevauchement 10', 11'.

Les communications sur le réseau VANET, par exemple basé sur la norme 802.11p, sont dans la bande de fréquences 5.9 GHz (5.85-5.925 GHz). Les véhicules 20 sont vus dans le réseau VANET comme des nœuds de communication mettant en œuvre une communication directe avec leurs voisins dans la cellule.

Cette bande de fréquences est composée d'une ensemble de sous-fréquences (ou fréquences sous-porteuses), par exemple 256, qui sont réparties comme détaillé ci-après sur

l'ensemble des cellules. Chaque cellule 10, 11, 12 dispose alors d'un ensemble Si de fréquences sous-porteuses formant, par l'utilisation des techniques de multiplexage par fréquences orthogonales (OFDM), un unique canal de communication 30, 31, 32 par cellule. Les jeux Si sont distincts en ce qu'ils ne présentent aucune sous-porteuse en commun.

Un intérêt notable de l'utilisation de la technique OFDM pour des cellules ayant des jeux distincts de sous-porteuses réside dans le fait que les nœuds 20 appartenant à deux cellules (i.e. dans une zone de chevauchement) peuvent recevoir et transmettre dans les deux cellules à l'aide d'un même émetteur/récepteur.

En pratique, pour une portion de route 1 rectiligne comme représentée sur la **figure 1**, on choisit au moins quatre jeux distincts S1-S4 de sous-porteuses de sorte à éviter toute interférence ou collision de données entre nœuds 20 n'appartenant pas à une même cellule (problème du "terminal caché"). Un exemple de répartition de ces quatre jeux S1-S4 est illustré sur la **figure 2**, où chaque jeu comprend 64 fréquences sous-porteuses adjacentes.

Les nœuds 20 présents dans les zones de chevauchement 10'-13' peuvent communiquer sur l'une ou l'autre des cellules 10-14 adjacentes en utilisant l'un ou l'autre des jeux S1-S4 correspondant de sous-porteuses.

Selon une mise en œuvre simple, les sous-porteuses sont réparties de façon uniforme dans la bande de fréquences afin de réduire les interférences entre sous-porteuses et d'offrir une meilleure diversité fréquentielle. En variante, cette répartition peut être réalisée de façon aléatoire.

Les cellules 10, 11, 12 sont définies dans un ou plusieurs fichiers, dits "cartes", stockés en mémoire de chacun des véhicules, par l'indication d'une zone géographique (cercle, ellipse ou coordonnées GPS par exemple) et d'un jeu S1-S4 de fréquences sous-porteuses formant le canal de communication 30-32 associé à la cellule.

Les cartes peuvent être téléchargées, périodiquement, à la fin de validité d'une carte précédente, ou lors d'une connexion du nœud au réseau VANET, par les nœuds 20 depuis des émetteurs situés par exemple le long de la route 1.

Sur la **figure 3**, on a représenté une architecture matérielle simplifiée d'un véhicule 20 nœud dans le réseau VANET.

Le nœud 20 comprend une unité de traitement 21 comprenant une mémoire morte stockant des logiciels pour la mise en œuvre de l'invention, une mémoire vive chargeant ces logiciels lors de leur exécution et un processeur exécutant les instructions des logiciels pour notamment gérer les interfaces avec les autres composants décrits ci-après.

Le nœud 20 comprend également une mémoire de stockage 22, par exemple amovible (carte mémoire), sur laquelle sont stockées les cartes 40. Ainsi, l'unité de traitement 21 peut récupérer la carte 40 et la charger en mémoire vive pour son utilisation.

De façon classique, le nœud 20 comprend également des interfaces utilisateur 23 avec les passagers du véhicule.

Un récepteur GPS 24 est également prévu, relié à l'unité de traitement 21 pour fournir à cette dernière à tout instant une indication de positionnement géographique et une horloge. Grâce à la position obtenue, l'unité 21 peut déterminer dans quelle cellule 10-14 le véhicule se situe, et déterminer les fréquences sous-porteuses à utiliser pour transmettre sur le réseau VANET.

L'horloge GPS garantit la synchronisation des différents nœuds 20 du réseau, requise notamment en raison d'un accès par multiplexage temporel comme décrit ci-après. L'horloge GPS peut en particulier être utilisée pour resynchroniser périodiquement (toutes les secondes) une horloge interne de l'unité 21.

Le nœud 20 comprend également des moyens matériels d'émission/réception 25 en mode OFDM, dont les fréquences utilisées sont dynamiquement modifiées par l'unité de traitement 21 lorsque le véhicule 20 passe d'une cellule à une autre.

En référence à la **figure 4**, l'accès au canal de communication 30-32 d'une cellule 10-14 est réalisé par multiplexage temporel, c'est-à-dire que les nœuds 20 se partagent l'accès aux sous-porteuses Si dans le temps, ici S2. La description qui suit s'applique aux différents jeux Si.

Une trame 50 d'un canal de communication est divisée en un nombre constant d'intervalles de temps 51 égaux, par exemple 32, 64 ou 128 intervalles.

Selon l'invention, les intervalles 51 d'une trame sont de deux types: un premier type d'intervalles à accès avec réservation préalable TS et un deuxième type d'intervalles à accès aléatoire RS.

Le mécanisme de réservation des intervalles TS par les nœuds 20 est décrit dans la suite.

Les intervalles RS sont, quant à eux, accédés de façon aléatoire à l'instar de méthodes telles que CSMA, DCF ou s-ALOHA.

Chaque nœud 20 peut lire les données contenues dans les intervalles réservés TS et les intervalles à accès aléatoire RS.

La répartition des intervalles TS et RS dans la trame 50 est réalisée en deux ensembles: un premier ensemble 52 composé de Nr intervalles RS consécutifs, et un deuxième ensemble 53 composé de Nt intervalles TS consécutifs. Comme illustré sur la figure, le deuxième ensemble 53 précède le premier ensemble 52 dans une même trame. Ceci permet à un nœud d'obtenir les informations relatives au deuxième ensemble, c'est-à-dire les intervalles réservés TS avant de solliciter une réservation via un intervalle RS du premier ensemble, comme décrit par ailleurs.

Le premier ensemble 52 est utilisé par les nœuds pour réserver un ou plusieurs intervalles temporels, et/ou pour transmettre des messages.

Comme le nombre d'intervalles 51 est fixe dans la trame, le nombre d'intervalles TS du deuxième ensemble 53 varie dynamiquement avec les demandes de réservations. Les intervalles

RS du premier ensemble 52 composent ainsi le reste de la trame, après les intervalles TS, et leur nombre Nr varie également dynamiquement.

Aux fins de stabilité du protocole de réservation des intervalles TS tel que décrit après, on prévoit de conserver en permanence des intervalles de temps RS, par exemple le premier ensemble 52 a une longueur minimale Nrmin égale à 10% de la longueur totale de la trame 50. En variante, cette longueur minimale peut être de 15 intervalles, comme défini pour la taille de fenêtre minimale de contention dans la norme 802.11a.

Ainsi, en cas d'un faible nombre de nœuds 20 dans la cellule 11 (peu de trafic de données sur le canal de communication 31), la majorité de la trame 50 est composée d'intervalles RS. L'accès à ceux-ci étant réalisé aléatoirement, le temps d'accès moyen au canal par les nœuds est amélioré par rapport aux solutions de réservation classiques telles que le TDMA décrit ci-dessus, et une faible quantité de données de signalisation est véhiculée sur le canal 31.

En présence d'un fort trafic de données, un grand nombre de nœuds réservera des intervalles TS pour transmettre une grande quantité de données avec QoS. La trame 50 est alors principalement constituée d'intervalles TS assurant une qualité de service. Dans ce cas, on obtient des performances similaires aux solutions TDMA classiques.

On décrit par la suite les mécanismes permettant cette gestion dynamique d'allocation/réservation des intervalles 51. Cette gestion permet de conserver les avantages des techniques d'accès aléatoires (peu de contention, peu de surdébit de signalisation) en cas de faible charge, et les performances du TDMA en cas de trafic important (qualité de service).

Différents critères peuvent être utilisés par chaque nœud 20 pour déterminer quel type d'intervalle TS ou RS à utiliser pour l'envoi de données. A titre d'exemple, un intervalle TS (plus coûteux en signalisation) est utilisé dans les cas suivants :

- la quantité de données à transmettre dépasse une valeur seuil prédéfinie. Dans ce cas, en effet, la longue séquence de données justifie le surdébit nécessaire au processus de réservation;
- une qualité de service QoS (débit, latence maximale, perte de paquet, etc.) est nécessaire. Puisque les techniques TDMA offre une telle qualité de service, dans le cadre de l'invention, toute requête visant à obtenir une qualité de service QoS commande la réservation d'un intervalle TS.

On constate ainsi que les intervalles RS sont utilisés pour les demandes de réservation et la transmission de messages courts.

Lorsque le nœud a décidé de réserver un intervalle TS, celui-ci écoute les transmissions sur le canal 30-32, en décodant les signaux OFDM, pour connaître l'état des intervalles réservés TS occupés et libres et des intervalles RS. Il récupère de telles informations sur le statut des intervalles, au niveau de chacun des intervalles dans lesquelles elles sont spécifiées. Ces informations sont nommées informations de trame (IT).

Comme représenté sur la **figure 4**, chaque intervalle TS comprend une partie initiale 60 suivie de données de contenus 61. L'ensemble de l'intervalle TS est rempli par le nœud 20 qui l'a réservé lorsqu'il transmet, à partir d'une table IT qu'il maintient à jour dans sa mémoire propre.

La partie initiale 60 comprend un champ 62 contenant le nombre Nt d'intervalles TS présents dans la trame, le numéro unique 63 de l'intervalle courant, également noté Tseq par la suite ('0' au début de la trame, et incrémenté de 1 en 1 dans la période 53), puis des informations issues de la table IT sur chacun des intervalles TS dans l'ordre de ces intervalles dans la trame 50. Les informations sur chaque intervalle comprennent le statut 64 de l'intervalle TS à savoir "occupé" (BUSY) ou "inactif" (IDLE), l'identifiant 65 du nœud associé à l'intervalle considéré, une information de priorité 66 explicitée plus loin, un bit 67 indiquant si le nœud 20 est destinataire de la communication pour l'intervalle considéré (bit =1) et un bit "D" 68 renseignant une demande de libération de l'intervalle temporel considéré. Le nœud 20 est destinataire de la communication pour l'intervalle considéré si cette communication est de type diffusion ou bien si elle est de type point à point et le nœud 20 est en destinataire.

Les informations retranscrivant les tables IT des nœuds sont censées être identiques d'un intervalle TS à l'autre (hors le bit 67). Toutefois, en fonction des demandes de réservation que certains nœuds reçoivent et d'autres pas, ces données peuvent temporairement différer pour générer une mise à jour des tables IT chez ces nœuds n'ayant pas détecté les demandes de réservation. Ce mécanisme est décrit ultérieurement.

Les informations de trame sont répétées dans chacun des intervalles TS de la trame par les nœuds 20 qui les utilisent. On note dès à présent que c'est au travers de la mise à jour permanente des tables IT par les noeuds 20 que l'accès partagé au canal de communication 30-32 de la cellule est assuré et stable.

En pratique, lorsqu'un nœud 20 décode avec succès le message transmis dans un intervalle TS, il renseigne dans sa table IT le statut "occupé" pour cet intervalle. Sinon, il renseigne le statut "inactif", signifiant qu'il n'est pas utilisé.

De façon similaire, chaque intervalle RS à accès aléatoire comprend une partie initiale 60 suivie de données de contenus 61, et remplies par le nœud 20 qui utilise cet intervalle RS. La partie initiale 60 comprend un champ 62 contenant le nombre Nt d'intervalles TS présents dans la trame.

Dans certains cas, la partie initiale 60 d'un intervalle RS comprend les mêmes champs 62-68 qu'un intervalle TS, par exemple pour des messages de demandes de réservation *"TS-Req"* ou de résolution de problèmes de réservation "*Gateway_Hello*". Ces points sont détaillés ultérieurement.

On décrit maintenant, en référence aux **figures 5** à **8**, les mécanismes de gestion du réseau par les nœuds 20 eux-mêmes, dans le cas donc où aucune gestion centralisée n'est prévue.

On rappelle ici que, dans le cadre des réseaux ad hoc, ce sont les véhicules ou nœuds 20 qui propagent les messages de diffusion, de proche en proche et de cellule en cellule.

En particulier, on illustre plus loin la gestion d'un nœud 20 dans une zone de chevauchement 10'-13' pour cette transmission inter-cellules.

Initialement, un nœud 20 rejoint le réseau VANET au niveau d'une cellule ou d'une zone de chevauchement. Les informations relatives à cette cellule ou zone sont récupérées des cartes 40 en mémoire à l'aide du positionnement GPS. Ainsi le nœud 20 connaît à tout instant les sous-porteuses Si à surveiller de la cellule ou des cellules auxquelles il appartient.

Des mécanismes classiques permettent au nœud de détecter des messages transmis sur le canal de communication de la cellule pour récupérer les informations IT donnant l'état courant du canal de communication.

En l'absence de message détecté, des mécanismes d'émission de messages d'arrivée peuvent être prévus pour initier le canal avec un autre nœud de la cellule.

On note que le début d'une trame 50 peut être déterminé par chaque nœud en fonction d'une valeur donnée de l'horloge GPS, assurant de la sorte une synchronisation inter-nœuds et inter-cellules.

Une fois le réseau rejoint, le nœud 20 procède soit à la réception et au décodage de données dans les différents intervalles 51, soit à la transmission de données de sa propre initiative. Il est à noter que la retransmission de données, dans le cadre de la diffusion de messages, est automatiquement gérée à réception d'un tel message, comme on le verra ci-après.

Les **figures 5a** à **5d** illustrent l'envoi de données par un nœud 20.

Comme évoqué précédemment, un nœud qui souhaite transmettre dispose de deux options, soit au travers d'un intervalle temporel réservé TS particulièrement adapté pour la QoS et les transmissions longues, soit par accès aléatoire à un intervalle temporel RS idéal pour les courtes transmissions et la réservation d'intervalles temporels TS.

En référence à la **figure 5a**, à l'étape E300, le nœud 20 vérifie qu'il dispose suffisamment d'intervalles TS, auquel cas il pourra transmettre, même des messages courts, dans ces intervalles.

S'il n'a pas d'intervalle TS qui lui est réservé sur le canal 30-32, il détermine à l'étape E302 selon les critères définis précédemment, s'il a besoin d'effectuer une réservation d'intervalle TS.

Dans la négative, le nœud 20 souhaite uniquement transmettre un message court dans un intervalle RS du premier ensemble 52.

Dans ce cas, l'étape E304 permet de gérer la transmission des données en OFDM dans un intervalle RS accédé aléatoirement à l'aide d'un temporisateur armé avec une valeur aléatoire.

Dans le cas où le nœud 20 dispose d'un intervalle TS réservé (sortie OUI à l'étape E300), il attend à l'étape E306 l'instant correspondant à cet intervalle TS, afin de transmettre les données souhaitées à l'étape E308.

Une transmission par diffusion dans l'intervalle TS d'un nœud source est considéré comme réussie si toutes les informations de trame IT (dans chaque intervalle TS de la trame) reçues par le nœud source indiquent que l'intervalle TS utilisé est bien réservé pour ce nœud source (grâce au champ 65).

On peut noter qu'un intervalle TS réservé vérifiant les conditions cumulatives suivantes satisfait le test de l'étape E300, pour uniquement réaliser une communication point à point. Les conditions cumulatives sont:

- le bit du champ 67 est mis à 0 dans toutes les informations IT reçues de la trame précédente,
- les informations IT reçues du nœud destinataire du message à envoyer indiquent que l'intervalle TS envisagé est "inactif",
- aucun message d'acquittement ne peut être détecté dans ledit intervalle TS envisagé.

Les premières et troisièmes conditions assurent que la communication en cours dans l'intervalle TS en question est point à point et que le nœud destinataire de cette communication n'est pas à portée directe de l'émetteur. La deuxième condition assure que le destinataire du message à envoyer n'est pas à portée des nœuds origine et destination d'une transmission point à point utilisant cet intervalle de temps.

Toujours en référence à la **figure 5a**, lorsque le nœud 20 a besoin de réserver un intervalle 51 (sortie OUI du test E302), le nœud 20 initie une réservation à l'étape E310. Cette étape est détaillée ci-après en lien avec la **figure 5b**.

En cas de réservation réussie (test E312), le procédé exécute les étapes E306 et E308 déjà décrites.

En cas de réservation non réussie (test E314), le procédé exécute de nouveau l'étape E300.

On décrit maintenant le processus de réservation de l'étape E310 en référence à la **figure 5b**.

A l'étape E350, on détermine si le nœud 20 courant appartient à deux cellules adjacentes (zone de recouvrement) à l'aide de la position GPS du nœud 20 et de la carte 40 définissant les cellules.

En cas de test négatif, le nœud 20 arme, à l'étape E352, un temporisateur définissant un laps de temps au cours duquel plusieurs essais de réservation peuvent être menés (bouclage des étapes E354 à E360). Si le temporisateur expire, le processus de réservation a échoué à l'étape E356 (information utilisée au test E340).

Tant que le temporisateur n'a pas expiré, on effectue une demande de réservation (étape E358) comme décrit ci-après en lien avec la **figure 5c**.

Si la réservation a réussi (test E360), le nœud 20 met à jour, à l'étape E362 sa table IT en indiquant les informations relatives à l'intervalle TS qui lui est réservé (champs 63 à 67). Puis le procédé prend fin à l'étape E364.

On décrit maintenant, en référence à la **figure 5c**, l'étape de réservation E358/E376.

Un premier test E400 consiste à savoir si lors de l'appel à cette étape de réservation, un numéro particulier d'intervalle TS a été requis.

Si le numéro de l'intervalle de temps TS n'est pas connu du nœud 20 (sortie OUI du test E400), ce dernier détermine (E414) un numéro d'intervalle de temps Tseq de la façon suivante :

$$Tseq = 1 + \max\left\{ \begin{array}{c} Nt + nombre\ de\ requêtes\ TS\text{-}Req\ reçues\ gagnantes \\ Tseq\ annoncés\ dans\ les\ autres\ requêtes\ TS\text{-}Req\ reçues \end{array} \right\}.$$

Puis, le nœud 20 arme un temporisateur aléatoire à l'étape E402 et écoute le canal de communication 30-32 de la cellule. Les étapes E404, E406 et E408 permettent d'atteindre un intervalle RS dans le premier ensemble 52 après expiration du temporisateur aléatoire. Pendant cette attente, le nœud écoute le canal de transmission au niveau de la période correspondant au premier ensemble 52 pour détecter d'éventuelles demandes de réservation TS-Req, auquel cas il met à jour la valeur de Tseq (étape E416).

A l'étape E410, le nœud 20 diffuse alors, sur l'intervalle RS atteint, un paquet TS-Req (requête TS-Req). Une requête TS-Req comprend notamment :

- pour l'intervalle TS Tseq demandé à la réservation : le numéro d'intervalle et le champ 66 de priorité,

- pour chaque intervalle TS réservé au cours des trames précédentes ou nouvellement réservé au cours de la trame courante par un autre nœud : l'identifiant du nœud associé à l'intervalle considéré; la table IT du nœud 20 ayant été mise à jour à chaque requête TS-Req reçue s'il n'y a pas de conflit.

L'identifiant du nœud envoyant la requête TS-Req est compris dans le champ adresse source conformément à la norme IEEE 802.11.

Les deux nombres dans la fonction max{} sont égaux si le nœud 20 a correctement reçu toutes les demandes de réservation; le premier est plus grand si le nœud 20 détecte une ou plusieurs demandes de réservation non détectée(s) par les autres nœuds; et le deuxième est plus grand si le nœud 20 n'a pas détecté toutes les demandes de réservation.

La signification du terme "requête TS-Req gagnante" est détaillée plus tard en référence aux étapes E376-E380. Grossièrement, il s'agit des requêtes qui ont abouti à une réservation effective.

Un nœud 20 peut également demander de réserver un intervalle TS qui est indiqué comme "inactif" (champ 64) dans toutes les informations de trame IT reçues pour *m* trames

successives. En effet, cet intervalle n'étant plus utilisé depuis suffisamment longtemps, il est préférable de le réallouer à un autre nœud. On prévoit ainsi que la table IT des nœuds présente, pour chaque intervalle TS, un compteur qui est incrémenté à chaque trame si, dans cette dernière, toutes les informations IT reçues indiquent ledit intervalle TS comme "inactif". Une comparaison avec *m* est ainsi aisée. Le compteur est remis à zéro dès qu'une information IT l'indique comme "occupé".

En variante, la demande de réservation d'un nouvel intervalle TS par un nœud ayant déjà réservé un intervalle TS peut être réalisée en utilisant ce dernier pour diffuser la requête TS-Req.

On poursuit à l'étape E412 en estimant si la réservation a été réussie. Cette étape est détaillée en lien avec la **figure 5d**.

A l'étape E450, le nœud arme un temporisateur égal à la durée d'une trame à compter de la fin de la trame dans laquelle la demande TS-Req a été émise.

Dans le cas où Tseq = 1 (test E452, c'est-à-dire qu'il n'y avait pas d'intervalle temporel TS déjà réservé), on vérifie si aucune donnée n'est reçue pendant cette durée. Le bouclage sur les étapes E454 et E456 assure cette vérification. Dans l'affirmative, la réservation est réussie ou gagnante à l'étape E458 (information utilisée dans le test E340) et le nœud 20 met à jour sa table IT.

Si des données ont été reçues pendant cette durée (sortie OUI de l'étape E454) ou si Tseq est différent de 1 (sortie NON du test E452), on vérifie que l'intervalle TS identifié Tseq a bien été indiqué comme réservé pour le nœud 20 en question, pour l'ensemble des transmissions effectuées par d'autres nœuds pendant la durée définie. Les étapes E460 et E462 assurent cette vérification.

Si toutes les transmissions indiquent bien que l'intervalle Tseq a été réservé pour le nœud 20, la réservation est réussie (étape E458).

Sinon dès qu'une transmission n'indique pas cette information, la réservation est considérée comme échouée (étape E464, information utilisée au test E340).

Pour illustrer ce qui vient d'être décrit, on prend un exemple de trame comprenant 20 intervalles 51 dont quatre sont réservés (TS). On considère trois nœuds (N1, N2 et N3) souhaitant réserver un nouvel intervalle.

Le premier nœud N1 accède à un intervalle RS sans collision et émet une requête TS-Req indiquant Nt= 4 et Tseq=5.

Le deuxième nœud N2 accède à son tour à un intervalle RS et émet une requête TS-Req indiquant Nt= 5 et renseignant les informations IT, à savoir Nt=5 et que l'intervalle Tseq=5 est bien réservé pour N1. N2 inclut également dans sa requête TS-Req le numéro de l'intervalle demandé Tseq=6.

Lors de la trame suivante, les nœuds transmettant des données sur les premiers intervalles TS n°1 à 4, vont indiquer, dans l'entête 60 de leur intervalle TS, la réservation des nouveaux intervalles 5 et 6 et la nouvelle valeur du nombre Nt. La réservation n'est effective pour les nœuds N1 et N2 qu'à l'issue de la réception de cette trame afin d'éviter tout problème de "terminal caché" comme expliqué ci-après en lien avec la **figure 6c**.

Le troisième nœud N3 reproduit le même comportement que le nœud N2.

On peut noter que si une collision a lieu entre des requêtes de réservation, alors:

- soit les réservations sont considérées comme défaillantes et le processus de réservation peut être recommencé,
- soit une des réservations est détectée avec succès par certains nœuds qui l'indiquent ensuite dans leurs transmissions ultérieures,
- soit les deux réservations sont détectées par deux groupes de nœuds différents, auquel cas ces groupes indiquent, dans leurs transmissions ultérieures, ces deux réservations pour un même intervalle TS. Le procédé décrit en lien avec la **figure 6c** permet de résoudre cette situation.

De retour à la **figure 5c**, si le numéro d'intervalle de temps Tseq est connu du nœud (sortie NON du test E400), le procédé exécute les étapes E402, E404, E406 et E408 permettant d'atteindre aléatoirement un intervalle de temps RS du premier ensemble 52 après expiration du temporisateur comme décrit précédemment.

La suite de la réservation d'intervalle TS est similaire à ce qui vient d'être décrit.

De retour à la **figure 5b**, on s'intéresse maintenant au cas où le nœud 20 appartient à deux cellules adjacentes (sortie OUI du test E350), engendrant une gestion particulière de la réservation d'intervalles dans une cellule afin de tenir compte de la situation de réservation d'intervalles dans l'autre cellule. Les trames des deux cellules sont synchronisées avec un même instant initial, les intervalles numérotés Tseq des deux cellules se produisant au même instant.

On considère ici que le nœud 20 vient d'entrer dans une nouvelle cellule, par opposition à la cellule originelle (d'origine) dans laquelle il était avant (transfert intercellulaire).

Dans un premier test E366, on vérifie si le nœud 20 possède déjà un ou plusieurs intervalles TS réservés dans la cellule originelle.

Si ce n'est pas le cas, on passe à l'étape E352, et une réservation dans la nouvelle cellule comme décrite plus haut est menée.

Si c'est le cas (sortie OUI du test E366), le nœud 20 obtient les informations de trame IT dans la nouvelle cellule à l'étape E368.

A l'étape E370, le nœud 20 vérifie certaines conditions pour différents intervalles de la trame. Un nœud appartenant à deux cellules et ayant déjà un intervalle TS réservé pour lui dans la cellule originelle, peut réserver un intervalle TS numéroté Tseq dans la nouvelle cellule que si ce dernier intervalle TS vérifie une ou plusieurs des conditions suivantes:

- condition 1 : il a le même numéro unique Tseq qu'un intervalle TS déjà réservé dans la cellule originelle pour ce nœud;

- condition 2 : l'intervalle TS dans la cellule originelle ayant le même numéro Tseq est réservé pour une communication point à point dont le présent nœud n'est pas destinataire;

- condition 3 : l'intervalle correspondant dans la cellule originelle appartient à au premier ensemble 52 d'intervalles RS.

A l'étape E372, le nœud choisit un intervalle parmi ceux vérifiant une ou plusieurs des conditions ci-dessus. La vérification de ces conditions permet de s'assurer qu'un nœud réalisant un transfert intercellulaire ne rate pas de message diffusé dans la cellule originelle, puisqu'en effet ce nœud ne peut recevoir et transmettre en même temps. Selon la première condition, le nœud contrôle lui-même l'intervalle TS sur l'autre cellule. Selon la deuxième condition, la communication sur l'intervalle TS dans la cellule originelle est de type point à point, donc sans diffusion. Selon la troisième condition, la diffusion de message dans la cellule originelle ayant lieu au travers d'intervalles réservés TS, le nœud est à même de recevoir un message diffusé.

Si plus d'un intervalle vérifie une ou plusieurs conditions, l'intervalle satisfaisant la première condition est préférentiellement choisi car il garantit une réservation symétrique sur les deux cellules pour ce nœud. Ce dernier est ainsi sûr que lorsqu'il transmet par exemple dans la nouvelle cellule au niveau de cet intervalle réservé TS, il n'y a pas de message diffusé sur le même intervalle dans la cellule originelle.

Ainsi, un premier intervalle de temps satisfaisant la première condition est préféré à un deuxième intervalle de temps satisfaisant la deuxième condition. Un troisième intervalle de temps satisfaisant la deuxième condition est préféré à un quatrième intervalle de temps satisfaisant la troisième condition.

Si au moins deux intervalles candidats satisfont les mêmes conditions, l'intervalle choisi l'est de façon aléatoire.

A l'étape E374, on arme un temporisateur qui, en combinaison avec l'étape E382, permet de réaliser plusieurs tentatives de réservation pour ce nœud 20 appartenant à deux cellules.

Suite à l'étape E376, on procède à l'étape de réservation décrite par la **figure 5c**, la valeur Tseq à réserver étant connue de l'étape E372.

Toutefois, une gestion prioritaire de la réservation d'intervalles pour les nœuds appartenant à deux cellules est menée afin d'assurer la diffusion inter-cellules. Un bit, nommé MH (*"must-have"*), est prévu à cet effet dans la valeur de priorité 66 (**figure 4**) associée à chaque intervalle TS. Le bit MH prend la valeur 1 pour favoriser la réservation pour les nœuds appartenant à deux cellules.

Les grandes lignes de la réservation pour ce type de nœuds sont comme suit:

Si un intervalle TS souhaité est libre ou "inactif", même si une demande de réservation de celui-ci a été envoyée par un autre nœud ou s'il est "occupé" (champ 64) sans que le bit MH

associé soit mis à '1' (i.e. non réservé de façon prioritaire), le nœud 20 en question envoie une requête TS-Req prioritaire pour cet intervalle TS en mettant, dans cette requête, le bit MH à '1'.

Cet intervalle est alors réservé de façon prioritaire par les autres nœuds (qui l'indiquent dans les informations IT qu'ils transmettent ultérieurement) à un nœud ayant mis le bit MH à '1' sur une base "premier arrivé, premier servi" (FIFO). Tant que le nœud est dans plusieurs cellules, le bit MH est maintenu à '1' dans le champ 66 de toutes les transmissions de tous les nœuds, pour empêcher que cette réservation soit écrasée par une demande ultérieure. Toutefois, dès que le nœud 20 n'appartient plus qu'à une seule cellule, le bit MH est passé à '0' par ce nœud. Les autres nœuds mettent ensuite à jour leur table IT.

Le test E378 vérifie si l'intervalle souhaité a bien été réservé pour le nœud 20 en question. Dans l'affirmative, le procédé se poursuit à l'étape E362 en mettant à jour la table IT du nœud (en conservant le bit MH à '1').

Le nœud qui occupait précédemment cet intervalle TS ou qui en avait fait la demande de réservation se voit allouer un autre intervalle ou fait une nouvelle demande de réservation.

Les nœuds qui ont simultanément (pendant la même trame) fait une demande "prioritaire" (avec le bit MH mis à '1') de réservation du même intervalle numéroté Tseq, mais qui n'ont pas été servis du fait de la sélection par FIFO, ne se voient pas allouer d'intervalle (sortie NON du test E378). Les requêtes TS-Req correspondantes n'ayant pas abouti à une réservation d'intervalle TS sont les "requêtes TS-Req perdantes", par opposition aux "requêtes TS-Req gagnantes" (qui sont toutes les autres) visées à l'étape E410.

Si l'intervalle souhaité et non réservé pour le nœud indique un bit MH à '1' (donc réservé prioritairement pour un autre nœud), le nœud retourne à l'étape E370 afin de choisir un nouvel intervalle à réserver (sortie OUI de l'étape E380). Lorsque le temporisateur fixé à l'étape E374 expire sans qu'une réservation n'ait été réalisée avec succès pour le nœud 20 (sortie OUI du test E382), la réservation a échoué (étape E384).

On notera ici, que pour des raisons d'efficacité du transfert intercellulaire, on limite le nombre d'intervalle réservé TS prioritairement (avec le bit MH mis à '1') à un seul par trame pour un nœud particulier.

Une gestion plus fine des réservations peut être mise en place à l'aide d'une information de priorité 66 plus précise que le simple bit MH. On utilise notamment le champ de priorité sur 2 bits tel que défini par la norme 802.11e auquel on ajoute le bit MH évoqué ci-dessus. La table ci-après renseigne les différentes priorités résultantes:

MH flag	Priorité 802.11e	Type de trafic
1	x	Transfert intercellulaire
0	3	Données de sécurité
0	2	Données de trafic routier

0	1	Multimédia
0	0	Meilleur effort

En pratique, un nœud sollicite la réservation d'un intervalle TS si ce nœud présente une priorité propre (relative au type de données ou à une éventuelle situation de transfert intercellulaire) supérieure à celle indiquée dans les données IT pour l'intervalle souhaité.

L'indicateur MH présente la plus haute priorité puisqu'il indique un transfert intercellulaire. A l'exception du cas de transfert intercellulaire, les requêtes de réservation pour des intervalles TS indiqués comme "occupés" ne peut être menée à moins que le nombre maximum d'intervalles TS soit atteint.

On décrit maintenant en lien avec les **figures 6a** à **6c** le processus de réception de données par un nœud 20 du réseau.

La **figure 6a** illustre les étapes générales de réception de données.

A ce stade, le nœud 20 dont il est question a récupéré, sur le canal de communication 30-32, le signal OFDM d'un intervalle 51 et l'a décodé en données.

A l'étape E500, le nœud 20, grâce à son horloge, détermine s'il s'agit des données d'un intervalle réservé TS ou à accès aléatoire RS.

Dans le cas d'un intervalle RS, le nœud traite différemment les données de contenu des données de contrôle telles une requête de réservation ou un message "*Gateway_Hello*" (test E502).

Dans le cas de données de contrôle, on procède à l'étape E504 au traitement de ces informations de contrôle visant à mettre à jour la table IT du nœud et à résoudre d'éventuels conflits de réservation d'intervalles, comme décrit par la suite en référence aux **figure 6b** et **6c**.

S'il s'agit de données de contenu diffusées (test E506), le nœud traite ces données à l'aide d'un mécanisme de rediffusion (E516). Différentes stratégies de rediffusion peuvent être mises en place, par exemple une rediffusion systématique. En variante, ne pas rediffuser le message si une autre rediffusion est détectée dans un intervalle de temps, ce qui diminue l'encombrement du canal de communication.

S'il s'agit de données de contenu point à point, le nœud 20 exploite (E508) ces données après acquittement s'il est destinataire du message.

Si à l'étape E500, le nœud 20 détermine que les données ont été reçues dans un intervalle TS, le nœud 20 met à jour sa table IT des informations sur la trame, à l'étape E518, en indiquant :

- que l'intervalle TS en question est réservé et utilisé ("occupé") par le nœud émetteur des données reçues (une indication "inactif" est mise dans la table IT pour tous les intervalles de la trame pour lesquels le nœud ne reçoit pas de données) ;
- dans le champ 67 pour l'intervalle TS, les valeurs suivantes :

- le bit vaut 1 si le message reçu dans l'intervalle TS est un message diffusé ou si le nœud 20 est destinataire des données dans une communication point à point. Le nœud sait ainsi s'il doit recevoir une transmission pour cet intervalle temporel;
- le bit vaut 0, autrement.

Le nœud 20 procède ensuite au traitement des informations de contrôle de l'intervalle TS étudié, à l'étape E520 similaire à E504.

La **figure 6b** illustre ces étape E504 et E520.

A l'étape E550, le nœud 20 compare les informations IT reçues dans un intervalle TS ou les requêtes de réservation TS-Req reçues dans un intervalle RS ou dans un intervalle TS avec sa table IT. S'il existe (encore) une différence sur un intervalle TS (ci-après dénommé intervalle modifié) décrit dans les données et la table, on passe au test E552 similaire à E500 pour distinguer si on traite les données d'un intervalle réservé TS ou d'un intervalle à accès aléatoire RS.

S'il s'agit d'un intervalle TS, on teste (E554) si une nouvelle demande de réservation d'un intervalle TS est renseignée dans les données IT décrivant cet intervalle TS (par exemple par un terminal caché). Cette demande correspond à l'étape E410 réalisée par un autre nœud de la cellule.

Si aucune nouvelle demande de réservation n'est détectée, on vérifie si la valeur Nt du nombre d'intervalles réservés TS dans la trame 50 a diminué entre la valeur de la table IT et celle des données reçues (test E556), auquel cas, le nœud remplace l'ensemble des données de sa table IT par les informations IT reçues (étape E558) et le traitement prend fin (étape E560). Le nœud 20 est ainsi informé des modifications d'allocations des intervalles, par exemple dues à des libérations d'intervalles réservés.

Si Nt n'a pas diminué, les informations IT n'ont pas été modifiées. Le traitement prend alors directement fin (E560).

De retour à l'étape E554 et à l'étape E552, si une nouvelle demande de réservation d'un intervalle TS est détectée ou si l'intervalle traité est à accès aléatoire RS, on passe à l'étape E564.

Les étapes qui suivent permettent, entre autres, à un nœud de modifier sa table IT pour y inclure tout nouvel intervalle TS réservé s'il reçoit des informations IT avec ce nouvel intervalle TS alloué à certains nœuds. Cette approche permet de tenir compte des "nœuds cachés" pour lesquels le nœud 20 ne peut pas détecter la demande de réservation mais d'autres nœuds de la cellule le peuvent.

Ainsi, le test E564 consiste à déterminer si l'intervalle TS modifié est considéré comme libre (c'est-à-dire un intervalle considéré comme intervalle RS dans la table IT) par le nœud 20.

Si c'est le cas, à l'étape E566, on met à jour, au niveau de la table IT, les informations IT de l'intervalle TS modifié. Par cette action, le nœud 20 réalise la réservation demandée ou la

mise à jour des informations IT, et considère désormais l'intervalle en question comme réservé. Puis on retourne à l'étape E550 pour traiter un nouvel intervalle TS modifié s'il y en a un.

Si, pour le nœud 20, l'intervalle TS modifié n'est pas libre (sortie NON du test E564), on détecte si la réservation est prioritaire (bit MH mis à '1') dans les données reçues, à l'étape E568.

Si ce n'est pas le cas, on active une variable "*ToGateway*" interne au nœud 20 lors de l'étape E570, puis on retourne à l'étape E550 pour traiter un intervalle TS modifié suivant. L'étape E570 peut ainsi se produire lorsque le nœud a reçu deux demandes de réservation d'un même intervalle, la première requête ayant été traitée à l'étape E566 par une réservation "temporaire" dans la table IT du nœud (puisque l'intervalle était libre à cet instant).

La variable interne "*ToGateway*" indique donc que l'on a une demande d'intervalle pour un intervalle déjà réservé (intervalle litigieux). Cette variable a pour effet de déclencher un traitement spécifique, illustré ci-après en lien avec la **figure 6c**, au cours duquel le nœud 20 se comporte comme une passerelle, aux fins de solutionner d'éventuels conflits de réservation entre nœuds cachés.

Si l'intervalle TS modifié a été réservé de façon prioritaire (sortie OUI du test E568), on vérifie que dans la table IT du nœud 20, ce même intervalle était également réservé de façon prioritaire, à l'étape E572.

Si c'est le cas, on retourne à l'étape E550 pour traiter un nouvel intervalle TS modifié, la nouvelle réservation prioritaire ne pouvant écraser celle déjà existante.

Si ce n'est pas le cas, on passe à l'étape E574 où l'on alloue un nouvel intervalle TS pour le nœud qui était identifié dans la table IT pour l'intervalle TS modifié. En effet, la demande prioritaire fait que l'ancien nœud doit céder son intervalle et se voit réserver un nouvel intervalle TS.

A l'étape E576, le nœud 20 met à jour sa table IT pour tenir compte de la réservation prioritaire et pour tenir compte de l'allocation d'un nouvel intervalle temporel TS à l'"ancien" nœud. On a ici traité les demandes prioritaires de réservation.

On retourne alors à l'étape E550 pour traiter un nouvel intervalle TS modifié.

S'il n'y a plus de différence à traiter entre la table IT et les données reçues (sortie NON du test E550), on vérifie si la variable interne "*ToGateway*" a été activée (test E578). Dans la négative, le traitement prend fin (étape E580).

Dans l'affirmative, on procède au traitement spécifique évoqué précédemment où le nœud 20 officie comme passerelle pour la résolution de conflits de réservation (étape E582). Pour rappel, la variable "*ToGateway*" indique que l'on a un intervalle TS litigieux: une demande de réservation non prioritaire de cet intervalle déjà réservé a été reçue.

La **figure 6c** illustre ce traitement spécifique avec une première étape E600 au cours de laquelle on comptabilise le nombre de requêtes TS-Req reçues et on récupère le nombre Nt maximal reçu dans les données 60 depuis que le nœud 20 a détecté une double réservation lors du

test E568 : deux requêtes TS-Req visant le même intervalle temporel (intervalle litigieux) ont été reçues, ces réservations ayant le bit de priorité MH mis à '0' (réservation qui peut provenir d'un "nœud caché"; les réservations prioritaires sont gérées aux étapes E574 et E576).

Les requêtes en réservation englobent à la fois les requêtes TS-Req reçues par le nœud et les intervalles TS nouvellement réservés dans les informations IT transmises par les autres nœuds (c'est-à-dire différentes de la table IT du nœud).

A l'étape E602, le nœud 20 met à jour sa table IT avec le nombre Nt max de sorte à allouer les intervalles aux nœuds demandeurs sur une base FIFO. Les informations (champs 64-67) relatives à chacun des intervalles TS sont également mises à jour.

Si le nœud 20 n'a pas d'intervalle TS qui lui est réservé (test E604), il arme un temporisateur à l'étape E606 à une valeur inférieure à la durée d'une trame 50. Ce temporisateur permet de retarder la transmission de messages "*Gateway_Hello*" postérieurement au prochain ensemble 53 d'intervalles réservés TS.

Tant que le temporisateur n'a pas expiré (test E608), le nœud 20 écoute le canal de communication (étape E610). Si aucune des données reçues n'est un message de type "*Gateway_Hello*" résolvant les problèmes de réservation (test E612), tel que décrit plus loin, le nœud 20 met à jour le nombre de requêtes TS-Req reçues et la valeur Nt avec les informations IT reçues dans les données (étape E614). Le message de type "*Gateway_Hello*" vise à résoudre des problèmes de réservation d'intervalles en raison de demandes concurrentes. Un tel message transmet en effet l'état de chacun des intervalles réservés TS.

Si les données reçues correspondent à une nouvelle requête TS-Req pour l'intervalle TS litigieux (test E616), le nœud 20 réduit de moitié le temporisateur (étape E618) de sorte à accélérer le traitement visant à la résolution du conflit de réservation. On retourne ensuite à l'étape E608 et réécoute le canal de communication à l'étape E610. Il en est de même si les données reçues ne sont pas une requête TS-Req pour l'intervalle litigieux (sortie NON du test E616), sans modification du temporisateur.

Lorsque le temporisateur a expiré (sortie OUI du test E608), le nœud 20 envoie (étape E620), dans un intervalle RS, un message "*Gateway_Hello*" qui inclut les informations IT issues de sa propre table IT en indiquant comme réservés des intervalles pour les requêtes qu'il a reçues. Dans ces informations IT, le nombre Nt d'intervalles réservés TS est ainsi fixé à:

$$Nt = \max\left\{\begin{matrix} Nt\ dans\ les\ TS\text{-}Req \\ Nt\ dans\ la\ table\ IT\ du\ noeud\ 20 \end{matrix}\right\} + nombre\ de\ "TS\text{-}Req\ gagnantes"\ +1$$

On tient compte des "requêtes gagnantes" reçues pour clarifier le fait que si plusieurs demandes de réservation ont le bit MH de priorité mis à '1' pour réserver un même intervalle, seule une demande de réservation est satisfaite. Les demandes non satisfaites sont les "requêtes perdantes". Toutes les autres demandes sont des "requêtes gagnantes" prises en compte dans la formule ci-dessus.

Les informations IT dans le message "*Gateway_Hello*" généré par le nœud 20 organisent les réservations des intervalles TS selon le mécanisme FIFO tel qu'évoqué précédemment et indiquent qu'un autre intervalle TS est également réservé pour le nœud 20 en tant que passerelle ("*gateway*").

Après l'étape E620, le traitement prend fin (étape E622).

De retour à l'étape E612, si le nœud 20 reçoit un message "*Gateway_Hello*" d'un autre nœud, il détermine si tous les problèmes de réservation sont résolus, c'est-à-dire si l'ensemble des requêtes TS-Req qu'il a reçues sont converties en intervalles réservés TS dans le message "*Gateway_Hello*" reçu.

En pratique, le nœud 20 réinitialise le temporisateur et ne transmet pas de message "*Gateway_Hello*" s'il n'y a plus d'intervalle TS libre ou si les conditions suivantes sont vérifiées:

- un message "*Gateway_Hello*" d'un autre nœud est détecté,
- ce message indique un nombre Nt égal ou supérieur à celui connu du nœud 20 dans sa table IT, et
- ce message indique que des intervalles TS ont bien été réservés pour tous les nœuds ayant émis des demandes TS-Req en réservation reçues par ledit nœud 20.

Il s'agit donc de vérifier que les nœuds ayant sollicité des réservations par les requêtes TS-Req se retrouvent bien avec un nouvel intervalle TS qui leur est réservé.

Si c'est le cas, le nœud 20 met à jour sa table IT pour transmission prochaine (étape E624), puis le traitement prend fin (étape E626).

Dans le cas où le nœud 20 a déjà un intervalle TS qui lui est réservé (sortie OUI du test E604), les traitements sont sensiblement similaires comme illustré sur la figure (pas d'étapes E616 et E618 cependant), sauf que le temporisateur est armé pour attendre un intervalle réservé au nœud 20 en question et non plus la fin de l'ensemble 53. Ainsi, en attendant un intervalle TS qui lui est réservé, le nœud 20 peut détecter un message "*Gateway_Hello*" résolvant tous les conflits de réservation.

En différentiant le traitement pour des nœuds disposant ou non d'un intervalle temporel réservé TS comme il ressort de ci-dessus, on favorise la résolution des conflits de réservation par les noeuds détenant un intervalle réservé.

Par ailleurs, lors de l'étape E620, il n'est pas utile de procéder à la nouvelle réservation pour le nœud 20 passerelle et on peut retirer le "+1" dans la formule de Nt ci-dessus.

On illustre cette gestion "passerelle" en référence à la **figure 7** représentant trois groupes G1-G3 de véhicules 20 dans une même cellule, chaque véhicule n'étant à portée de communication qu'avec les autres véhicules du ou des mêmes groupes.

On a identifié sept nœuds N1 à N7. Ainsi, le nœud N2 peut détecter les transmissions des nœuds N4, N5 et N6 mais pas des autres nœuds, alors que N4 peut détecter les transmissions de tous les autres nœuds.

On considère qu'il n'y a pas d'intervalle TS réservé dans la trame courante (Nt=0). Les nœuds N1, N2 et N3 souhaitent réserver un intervalle TS, et comme ils ne se "voient" pas, émettent tous une requête TS-Req dans la période de réservation RS 52 indiquant le même intervalle Tseq=1.

Le nœud N1 étant le premier à transmettre, la demande est détectée par les nœuds N4, N6 et N7. Suite à la transmission similaire du nœud N2, les nœuds N4 et N6 détectent tous deux cette deuxième demande de réservation pour le même intervalle. Ces deux nœuds arment alors chacun leur temporisateur visé à l'étape E606 pour résoudre cette double réservation. Les nœuds N5 et N7 n'ont à ce stade détecté qu'une seule demande de réservation.

Maintenant le nœud N3 émet sa demande de réservation: les nœuds N5 et N7 arment à leur tour leur temporisateur; le temporisateur du nœud N6 n'est pas modifié; le temporisateur du nœud N4 est réduit de moitié (étape E618) car N4 a détecté une nouvelle demande pour le même intervalle Tseq=1.

Au final, c'est le temporisateur de N4 qui expire en premier. Le nœud N4 émet donc un message "*Gateway_Hello*" dans lequel il indique Nt=4 (pour les trois demandes + un intervalle TS pour lui).

Les nœuds N5, N6 et N7 reçoivent ce message (étape E612) et constatant que Nt=4 (tous les problèmes de réservation sont résolus), qui est supérieur aux Nt=3 que eux avaient en mémoire, ils mettent à jour leurs tables IT et n'émettent pas de message "*Gateway_Hello*".

Il est à noter que même si le nœud N4 n'avait pas existé, dans l'exemple décrit ici, N6 aurait transmis sur le canal de communication et les nœuds N5 et N7 aurait eu connaissance du "nœud caché" additionnel à partir des informations IT fournies par le nœud N6. N5 et N7 auraient alors réduit chacun leur temporisateur de moitié, et l'un de ceux-ci, ayant alors l'ensemble des informations pour tous les nœuds ayant demandé une réservation, aurait annoncé l'ensemble des réservations et conduit à la mise à jour de tous les autres nœuds.

Si le nœud N4 disposait d'un intervalle TS réservé, il pourrait simplement attendre la trame suivante pour annoncer les réservations d'intervalles dans l'intervalle TS qui lui est réservé.

De retour à la **figure 6a**, après traitement des informations IT reçues dans l'intervalle TS courant (étape E520), le nœud 20 vérifie la nature des données 61 reçues dans l'intervalle TS courant, de sorte à les rediffuser (étape E516) s'il s'agit de données de diffusion ou à les exploiter si le nœud 20 est destinataire des données (E524).

La **figure 8** illustre une libération d'un intervalle TS non utilisé à l'initiative d'un quelconque nœud.

A l'étape E700, le nœud 20 reçoit les informations IT des autres nœuds du réseau et détecte si une transmission a lieu sur l'intervalle TS en question. A l'étape E702, il met à jour sa table IT propre en fonction de ces informations. A cette occasion, si aucune transmission n'a lieu sur cet intervalle TS et que toutes les informations IT reçues dans la trame indiquent que cet

intervalle TS est "inactif", le nœud 20 incrémente (de 1) le compteur associé à cet intervalle TS, comme décrit précédemment lors de la détermination de m trames successives "inactives" (voir étape E410). Ces étapes E700 et E702 sont réalisées en permanence par le nœud (voir étape E518 notamment).

A l'étape E704, le nœud 20 vérifie si l'un des compteurs associé à un intervalle TS atteint une valeur p prédéfinie ($p > m$).

Dans la négative, il retourne à l'étape E700.

Dans l'affirmative, le nœud 20 envoie (étape E706) dans un intervalle TS qui lui est réservé ou dans un intervalle RS accédé aléatoirement une requête en libération de l'intervalle TS identifié à l'étape E704. A cette occasion, le bit "D" 68 est activé dans la partie initiale 60 des informations IT transmises.

Le nœud 20 poursuit à l'étape E708 au cours de laquelle il réarrange l'allocation des intervalles TS dans la trame, suite au retrait de l'intervalle libéré, puis diffuse les informations de réallocation aux autres nœuds dans la trame suivante (étape E710). Le traitement prend alors fin (étape E712).

Il est à noter que le nombre d'intervalles TS est réduit et que celui des intervalles RS est en conséquence accru: l'intervalle TS redevient un intervalle RS.

On a pu décrire ci-dessus l'ensemble des mécanismes qui permettent à un ensemble de nœuds de se partager l'accès de plusieurs canaux de communication répartis en autant de cellules. Cette gestion selon l'invention est particulièrement intéressante en ce qu'elle est totalement distribuée dans les véhicules des cellules, sans utilisation d'une infrastructure centralisée ou d'un véhicule maître, alors même que ces véhicules sont amenés à changer dynamiquement de cellules.

Les mécanismes ainsi décrits permettent également une transmission efficace de données alliant qualité de service lorsque cela est nécessaire via l'utilisation d'intervalles temporels réservés similaire aux techniques TDMA, et des transmissions simples et peu coûteuses de messages par accès aléatoire aux canaux de communication.

On notera que les mécanismes présentés ici ne requièrent pas de mise en œuvre matérielle complexe. L'invention peut ainsi être mise en œuvre à moindre coût en utilisant des équipements sur étagère.

Cette solution s'intègre particulièrement bien à la norme 802.11p en développement.

Notamment, le deuxième ensemble TS 53 décrit ci-dessus s'assimile à la période sans contention (CFP) de l'accès par *Point Coordination Function* (PCF) de 802.11, alors que le premier ensemble 52 s'assimile à la période contention. A l'aide du nombre Nt disponible dans les intervalles TS réservés et du nombre Tseq de l'intervalle courant, il est aisé de connaître les instants de débuts et fins des premier et deuxième ensembles 52, 53.

Les vecteurs d'allocation réseau (NAV) des nœuds peuvent en conséquence être ajustés afin d'accéder au canal de transmission à l'instant correspondant à l'intervalle TS réservé pour chacun des nœuds.

On notera également que la présente solution est compatible avec la solution WAVE ("*Wireless Access for the Vehicular Environment*") définissant les accès sans fil pour environnement de véhicules.

La norme WAVE divise le temps en segments de deux périodes chacun, et chacune des périodes d'un segment fait 50 ms. A l'intérieur du segment, les nœuds doivent accorder leurs moyens de transmission/réception sur un canal de contrôle pendant l'une des périodes et doivent commuter sur un autre canal (parmi 6) pour l'autre période.

En intégrant la présente invention dans la solution WAVE, les sept canaux ont chacun leurs trames, leurs sous-porteuses et leurs réservations indépendantes, pour la mise en œuvre de l'invention. Les trames sont de longueur fixe mais peuvent être optimisées pour de meilleures performances. Pour chaque canal, la trame peut occuper seulement une période par segment, mais peut être étendue à plusieurs segments.

Les nœuds commutent à chaque période entre le canal de contrôle et un canal de service, en mémorisant les informations IT pour chacun de ces deux (ou plus) canaux auxquels ils appartiennent.

Les exemples qui précèdent ne sont que des modes de réalisation de l'invention qui ne s'y limite pas.

En particulier, bien que la description détaille une gestion des réservations entièrement distribuée sur les nœuds, l'invention peut s'appliquer à des configurations dans lesquelles un nœud d'une cellule joue un rôle central, par exemple dans la résolution des demandes de réservation concurrentes pour un même intervalle temporel.

REVENDICATIONS

1. Procédé de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc (1) comprenant au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs (20) de la cellule, **caractérisé en ce que** les intervalles temporels (51) étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble (52) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (RSi) d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et
- un deuxième ensemble (53) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (TSi) d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud (20) sur demande de réservation préalable,

ledit procédé comprend une étape d'envoi (E410) par un nœud d'une demande de réservation (TS-Req) d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble (52) préalablement à la demande de réservation et audit deuxième ensemble (53) lorsque la réservation est effective.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le nœud transmet ladite demande de réservation (TS-Req) de l'intervalle temporel donné dans un autre intervalle temporel (RS) du premier ensemble (52).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, un nœud (20) transmet, dans un intervalle temporel (TSi) du deuxième ensemble (53) qui lui est réservé, des informations relatives aux réservations de l'ensemble des intervalles temporels du deuxième ensemble (53) de la trame (50).

4. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel un nœud (20) incrémente, à chaque nouvelle trame (50), un compteur associé à un intervalle temporel (TSi) du deuxième ensemble (53), si l'ensemble des informations relatives aux réservations transmises par les autres nœuds indique cet intervalle temporel comme inutilisé, et le procédé comprend une étape d'envoi (E410) d'une demande de réservation (TS-Req) de l'intervalle temporel lorsque ledit compteur associé est supérieur à une première valeur seuil (m).

5. Procédé selon la revendication 3, dans lequel un nœud (20) incrémente, à chaque nouvelle trame (50), un compteur associé à un intervalle temporel (TSi) du deuxième ensemble (53), si l'ensemble des informations relatives aux réservations transmises par les autres nœuds indique cet intervalle temporel comme inutilisé, et le procédé comprend une étape d'envoi (E706) d'une demande de libération de l'intervalle temporel lorsque ledit compteur associé est supérieur à une deuxième valeur seuil (p).

6. Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite réservation effectuée lors d'une première trame (50) est effective lorsque toutes les informations relatives aux réservations (IT), reçues depuis des nœuds (20) de la cellule (10-14) dans une trame suivant la première trame, indiquent que ledit intervalle temporel donné est réservé pour ledit nœud.

7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite demande de réservation (TS-Req) comprend un numéro unique (Tseq) de l'intervalle temporel donné, ledit numéro unique étant calculé comme suit:

$$Tseq = 1 + \max\left\{ \begin{array}{c} Nt + nombre\ de\ demandes\ TS\text{-}Req\ reçues\ gagnantes \\ Tseq\ annoncés\ dans\ les\ autres\ demandes\ TS\text{-}Req\ reçues \end{array} \right\}$$

où les "demandes TS-Req gagnantes" sont celles qui aboutissent à la réservation d'un nouvel intervalle temporel dans le deuxième ensemble (53).

8. Procédé selon la revendication 1, comprenant, lorsqu'un nœud appartient à deux cellules lors d'un déplacement d'une cellule d'origine vers une nouvelle cellule :

- préalablement à l'étape d'envoi (E410) d'une demande de réservation, une étape de détermination (E370, E372) d'au moins un intervalle temporel associé à la nouvelle cellule en fonction de l'intervalle temporel correspondant de la cellule d'origine; et
- la demande de réservation de l'intervalle temporel déterminé étant traitée prioritairement (E272-E576) par rapport à des réservations de cet intervalle temporel.

9. Procédé selon la revendication 1, comprenant, lorsqu'un nœud (20) reçoit au moins deux demandes de réservation d'un même intervalle temporel:

- l'émission d'un message renseignant une réservation effective d'un intervalle temporel pour chacune desdites demandes de réservation reçues.

10. Procédé de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc (1) comprenant au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs (20) de la cellule, **caractérisé en ce que** les intervalles temporels (51) étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble (52) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (RSi) d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et
- un deuxième ensemble (53) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (TSi) d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud (20) sur demande de réservation préalable,

ledit procédé comprend les étapes suivantes mises en œuvre par un nœud :

- une étape de réception en provenance d'un autre nœud d'une demande de réservation (TS-Req) d'un intervalle temporel donné (RS), ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble (52),

- une étape de modification (E504, E520, E566, E576) d'informations relatives aux réservations (IT) pour y inclure une indication selon laquelle ledit intervalle temporel donné est réservé et appartient maintenant au deuxième ensemble (53), et

- une étape de transmission, sur le canal, desdites informations modifiées.

11. Dispositif (20) de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc (1) comprenant au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale partagés par une pluralité de dispositifs émetteurs/récepteurs (20) de la cellule,

lesdits intervalles temporels (51) étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble (52) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (RSi) d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et

- un deuxième ensemble (53) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (TSi) d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud (20) sur demande de réservation préalable,

le dispositif comprenant :

- un moyen pour accéder, de façon réservée ou aléatoire, à un intervalle temporel (51) de l'un ou l'autre desdits ensembles (52, 53) correspondants,

- un moyen d'envoi, sur le canal de communication (30-32), d'une demande de réservation (TS-Req) d'un intervalle temporel donné, ledit intervalle temporel donné appartenant au premier ensemble (52) préalablement à la demande de réservation et audit deuxième ensemble (53) lorsque la réservation est effective.

12. Dispositif (20) de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc (1) comprenant au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale partagés par une pluralité de dispositifs émetteurs/récepteurs (20) de la cellule,

lesdits intervalles temporels (51) étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble (52) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (RSi) d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et

- un deuxième ensemble (53) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (TSi) d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud (20) sur demande de réservation préalable,

le dispositif comprenant:

- un moyen de réception d'une demande de réservation (TS-Req) d'un intervalle temporel donné (RS), ledit intervalle temporel appartenant au premier ensemble (52),

- un moyen de modification d'informations relatives aux réservations (IT) pour y inclure une indication selon laquelle ledit intervalle temporel donné est réservé et appartient maintenant au deuxième ensemble, et

- un moyen de transmission, sur le canal, desdites informations modifiées.

13. Système de communication dans un réseau de communication sans fil ad hoc (1) comprenant au moins une cellule géographique (10-14) à laquelle est associé un canal de communication (30-32), une trame (50) du canal de communication étant organisée en intervalles temporels (51) de durée égale partagés par une pluralité de nœuds émetteurs/récepteurs (20) de la cellule, les intervalles temporels (51) étant répartis en deux ensembles :

- un premier ensemble (52) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (RSi) d'un premier type pour lequel un mode d'accès est aléatoire, et

- un deuxième ensemble (53) composé de un ou plusieurs intervalles temporels (TSi) d'un second type pour lequel un mode d'accès est réservé à un nœud (20) sur demande de réservation préalable,

le système comprenant des moyens de gestion de demandes de réservation aptes à affecter au deuxième ensemble un intervalle temporel du premier ensemble, ledit intervalle temporel étant visé dans l'une desdites demandes et appartenant au premier ensemble préalablement à ladite demande de réservation, lorsque la réservation est effective.

14. Moyen de stockage d'informations lisible par un système informatique, comprenant des instructions pour un programme informatique adapté à mettre en œuvre le procédé de communication selon la revendication 1 ou 10, lorsque ce programme est chargé et exécuté par le système informatique.

15. Produit programme d'ordinateur lisible par un microprocesseur, comprenant des instructions pour la mise en œuvre du procédé de communication selon la revendication 1 ou 10, lorsque ce programme est chargé et exécuté par le microprocesseur.

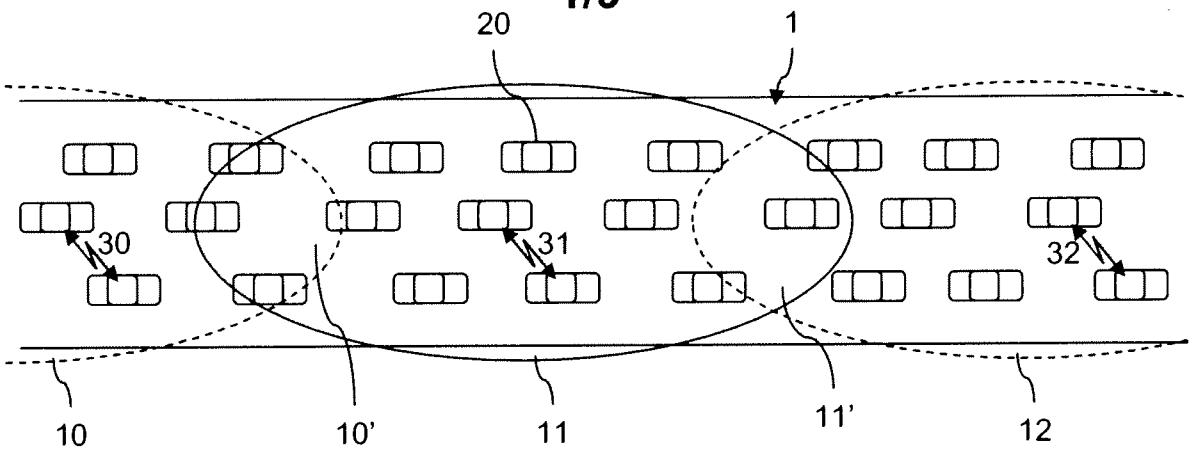


Figure 1

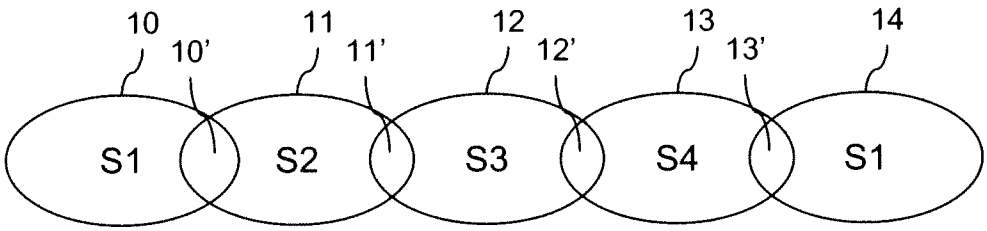


Figure 2

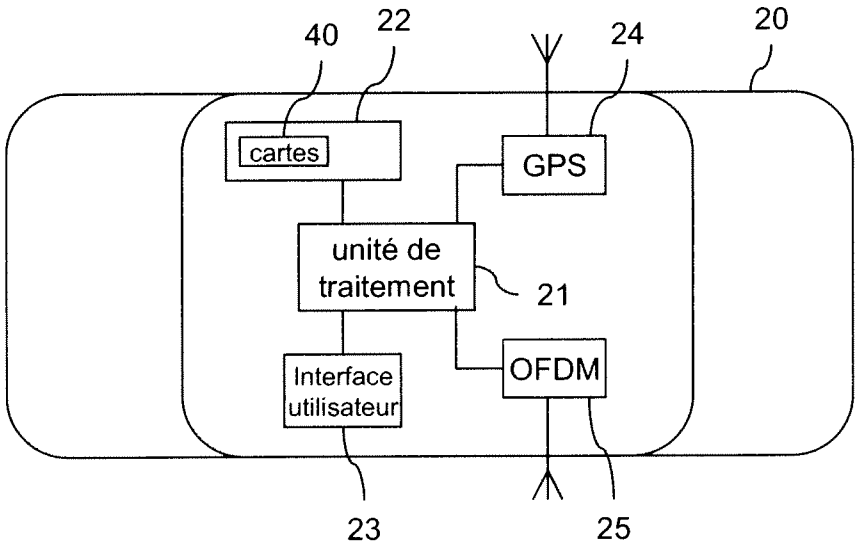


Figure 3

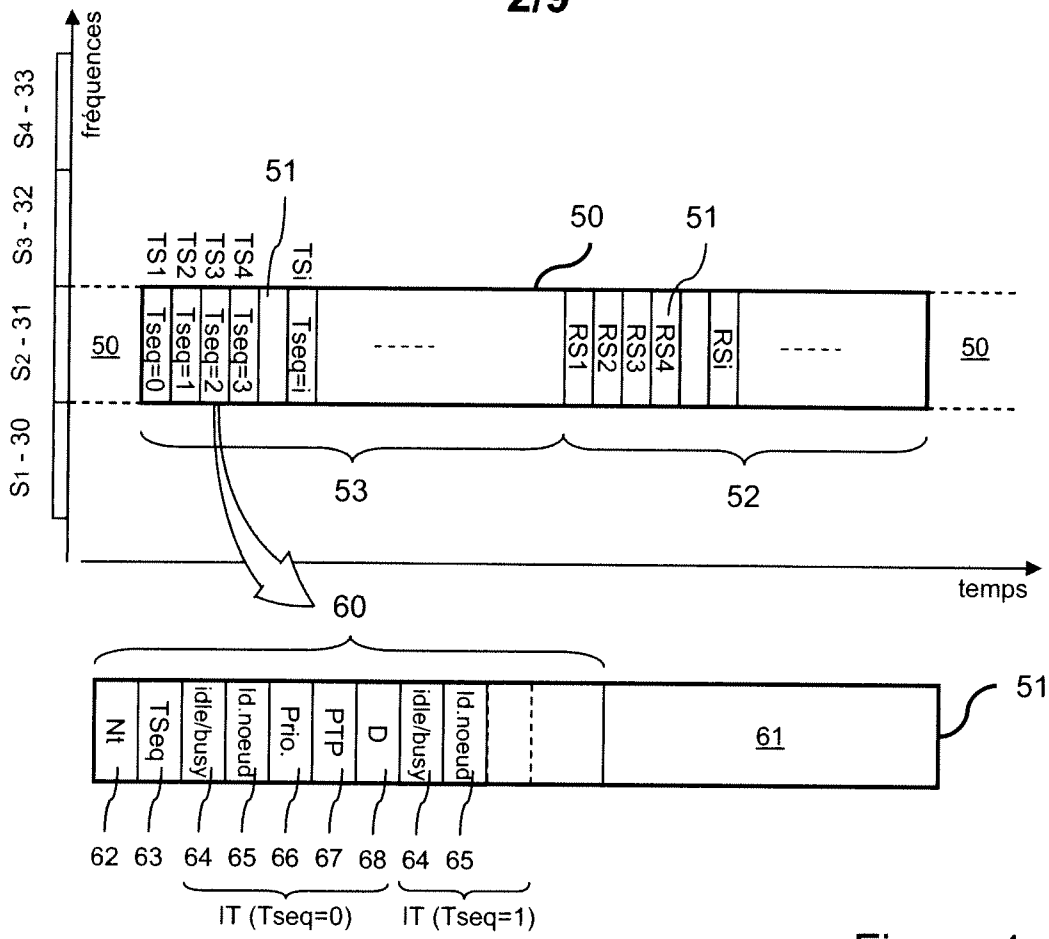


Figure 4

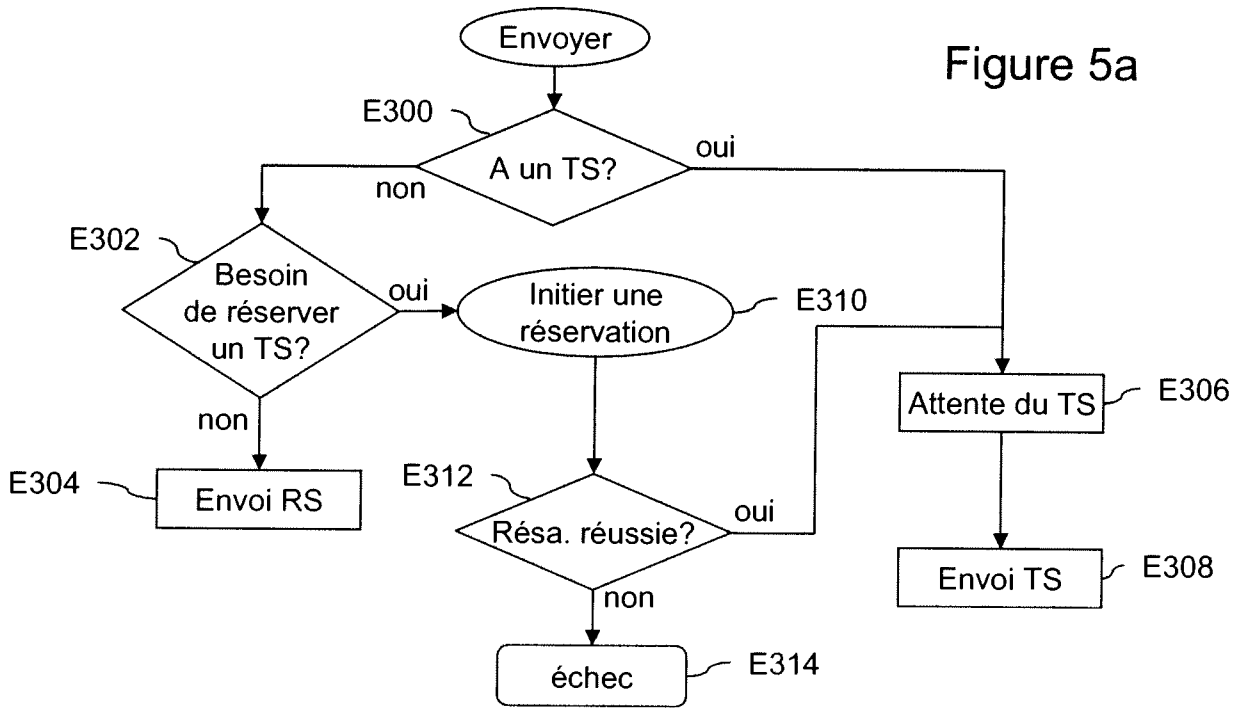


Figure 5a

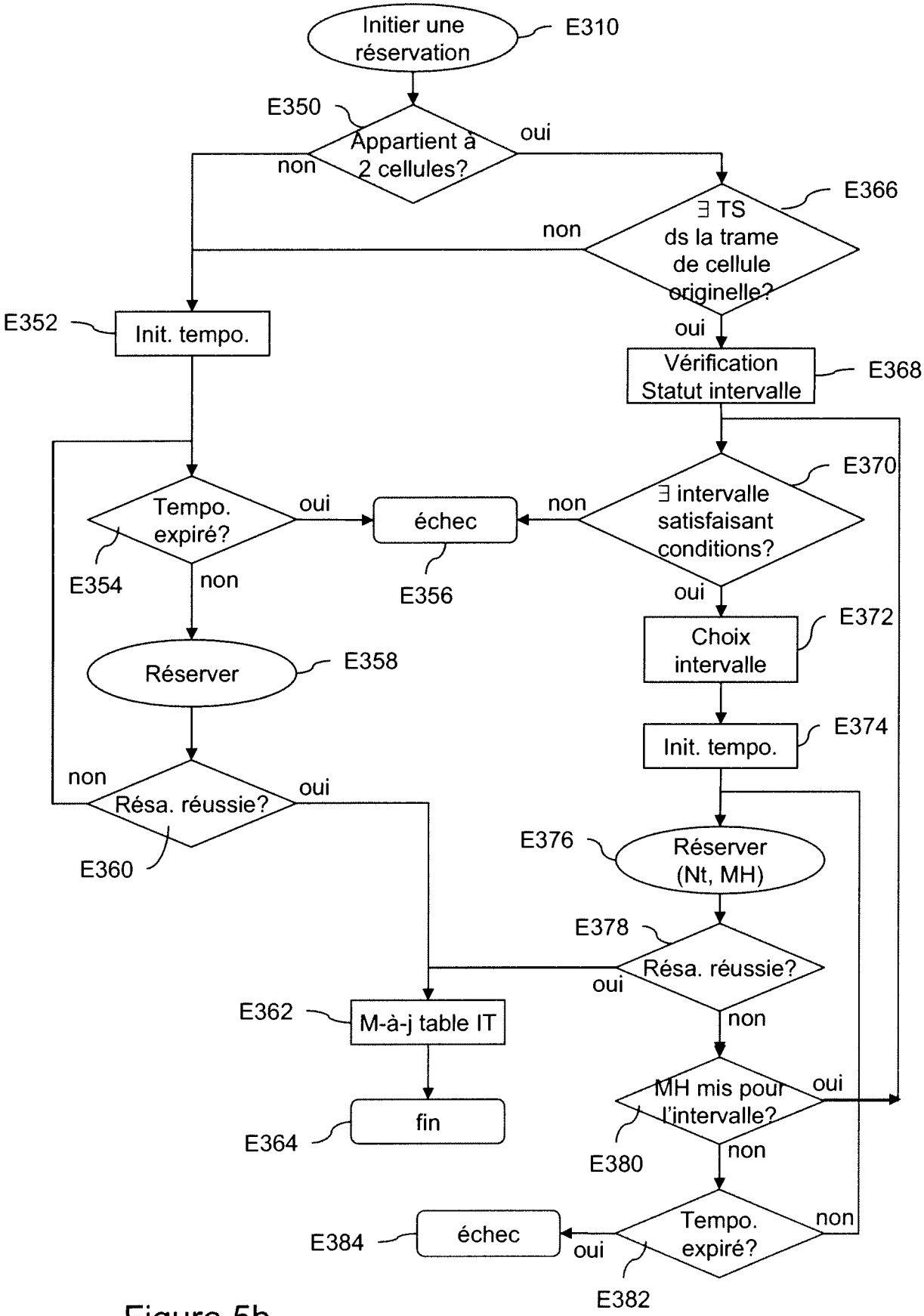

Initier une réservation
E310
E350
Appartient à 2 cellules?
oui
non
E366
∃ TS ds la trame de cellule originelle?
non
oui
E352
Init. tempo.
Vérification Statut intervalle
E368
E370
∃ intervalle satisfaisant conditions?
non
oui
Tempo. expiré?
oui
non
E354
échec
E356
Réserver
E358
Choix intervalle
E372
Init. tempo.
E374
non
Résa. réussie?
oui
E360
E376
Réserver (Nt, MH)
E378
Résa. réussie?
oui
non
E362
M-à-j table IT
MH mis pour l'intervalle?
oui
non
E380
fin
E364
Tempo. expiré?
non
oui
E384
échec
E382

Figure 5b

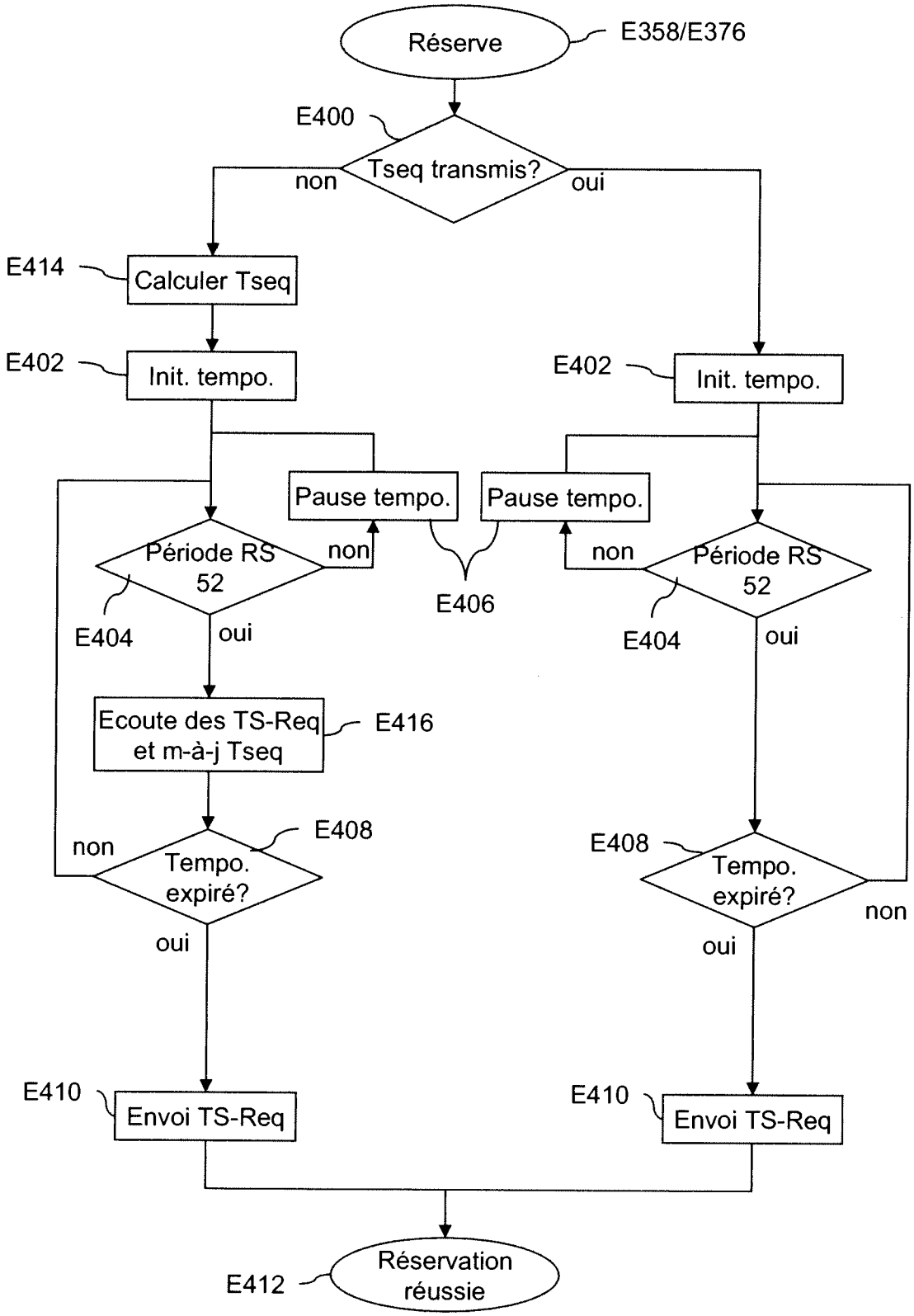

Réserve
E358/E376
E400
Tseq transmis?
non
oui
E414
Calculer Tseq
E402
Init. tempo.
E402
Init. tempo.
Pause tempo.
Pause tempo.
Période RS 52
non
E406
non
Période RS 52
E404
oui
E404
oui
Ecoute des TS-Req et m-à-j Tseq
E416
E408
non
Tempo. expiré?
E408
Tempo. expiré?
non
oui
oui
E410
Envoi TS-Req
E410
Envoi TS-Req
E412
Réservation réussie

Figure 5c

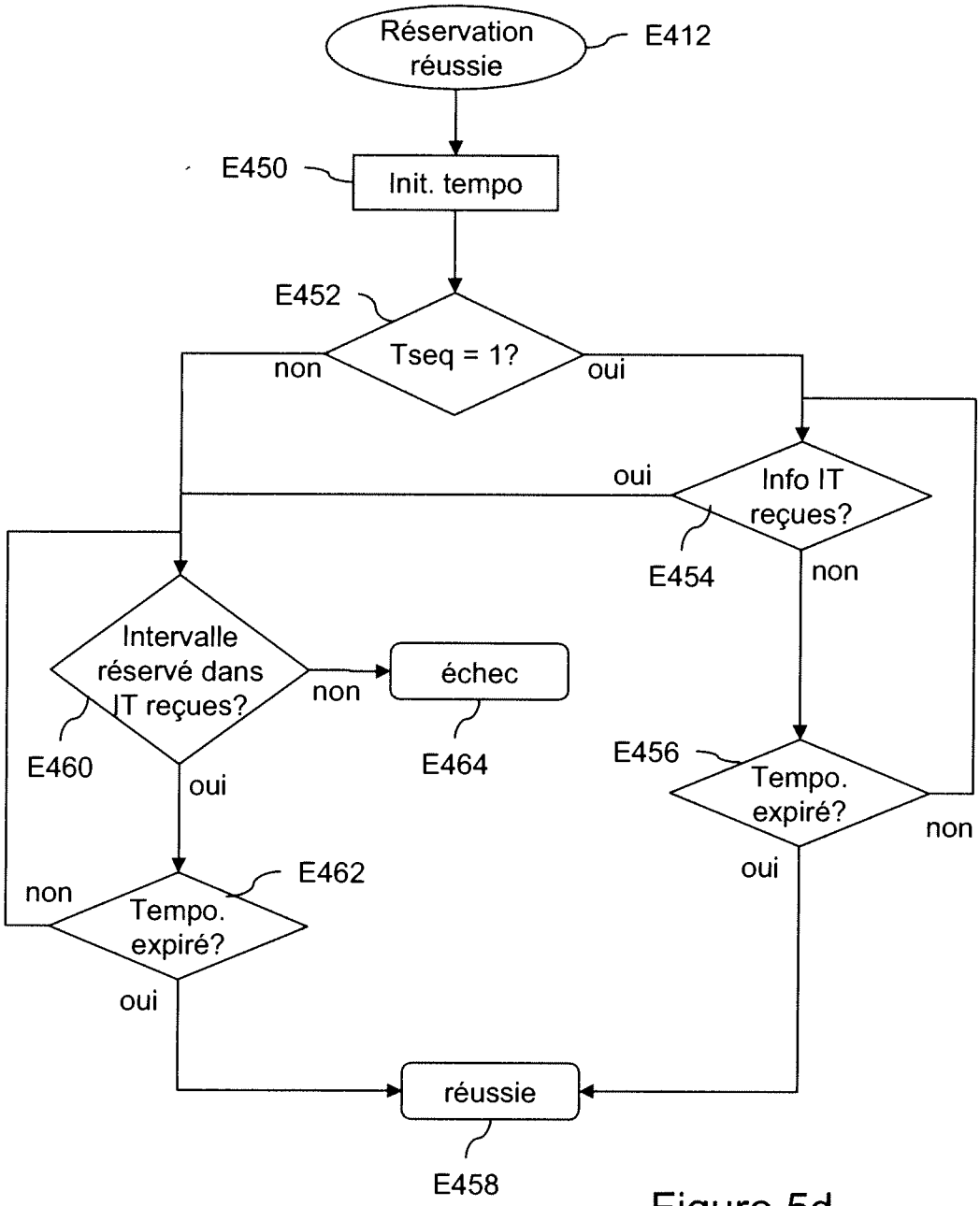

Réservation réussie
E412
E450
Init. tempo
E452
Tseq = 1?
non
oui
oui
Info IT reçues?
E454
non
Intervalle réservé dans IT reçues?
non
échec
E460
E464
oui
E456
Tempo. expiré?
non
oui
non
E462
Tempo. expiré?
oui
réussie
E458

Figure 5d

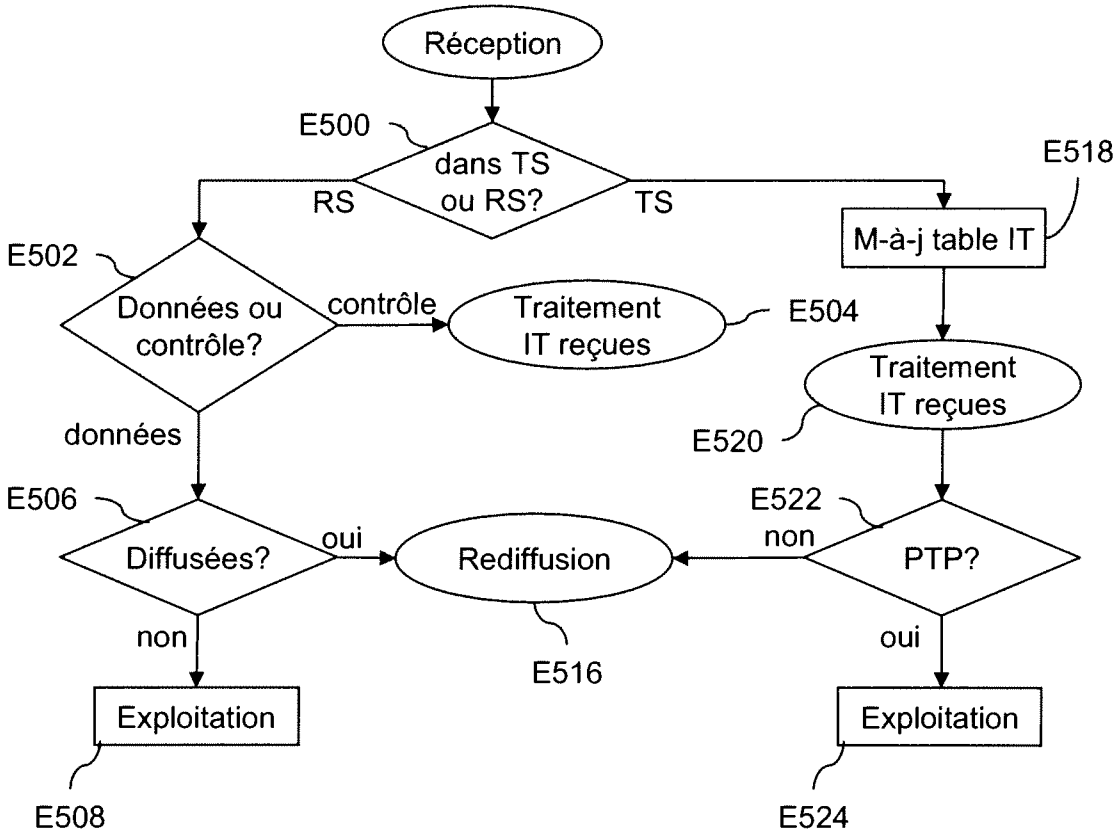


Figure 6a

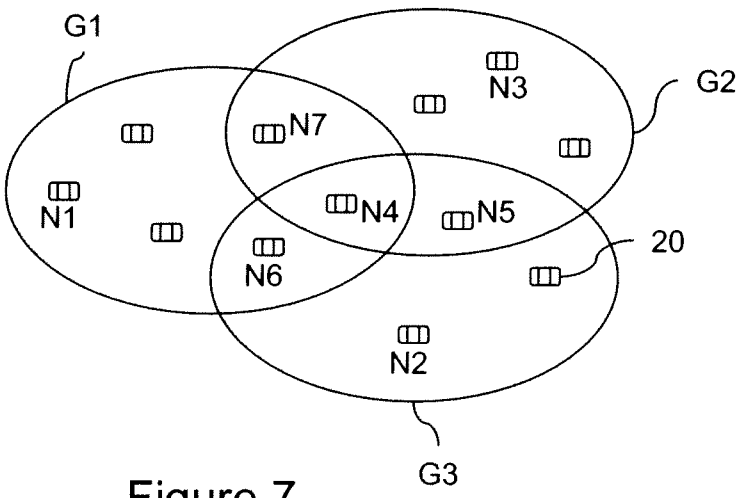


Figure 7

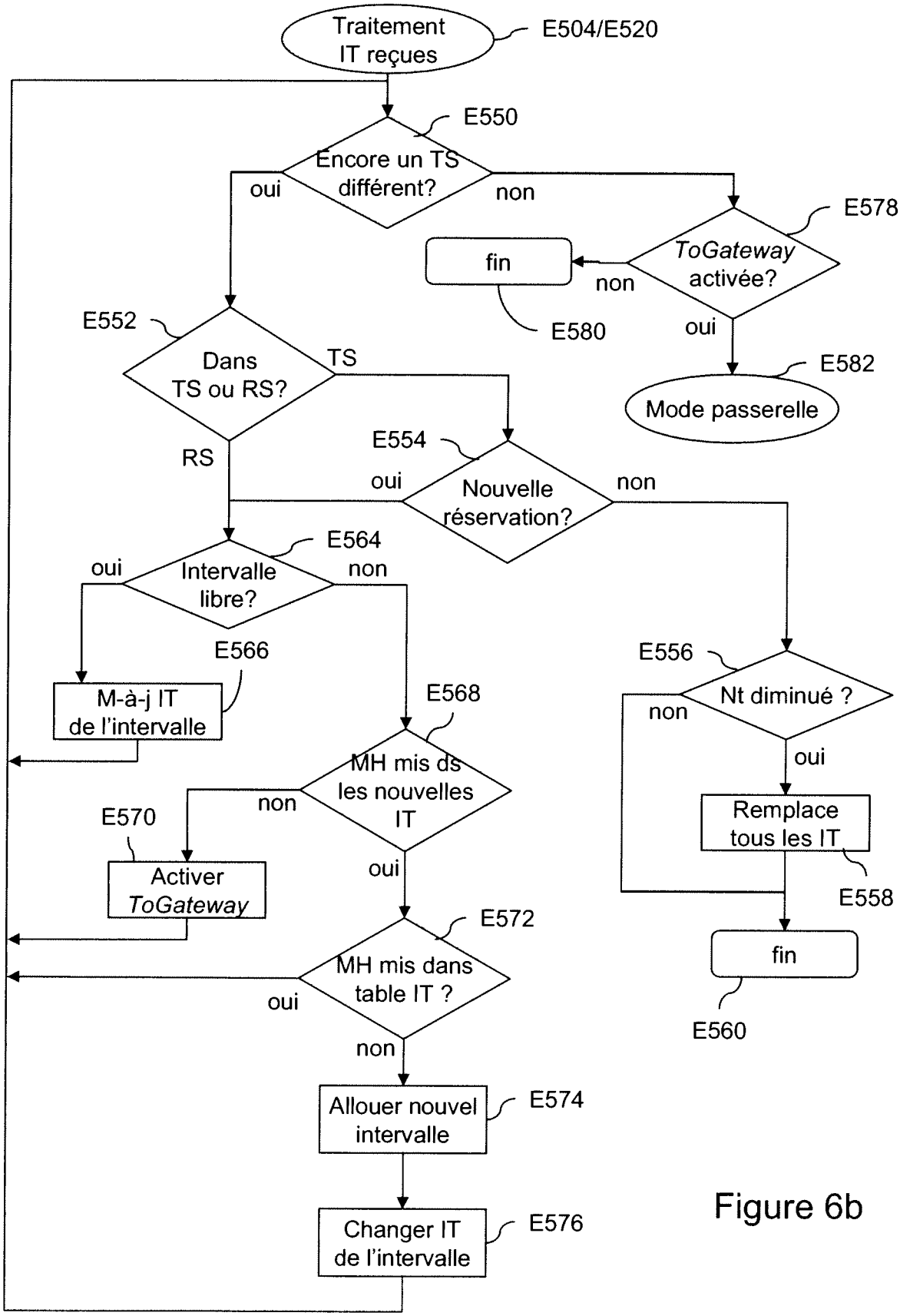

Traitement IT reçues
E504/E520
E550
Encore un TS différent?
oui
non
E578
ToGateway activée?
fin
non
E580
oui
E582
Mode passerelle
E552
Dans TS ou RS?
TS
RS
E554
Nouvelle réservation?
oui
non
E564
Intervalle libre?
oui
non
E566
M-à-j IT de l'intervalle
E568
MH mis ds les nouvelles IT
non
oui
E570
Activer ToGateway
E572
MH mis dans table IT ?
oui
non
Allouer nouvel intervalle
E574
Changer IT de l'intervalle
E576
E556
Nt diminué ?
non
oui
Remplace tous les IT
E558
fin
E560

Figure 6b

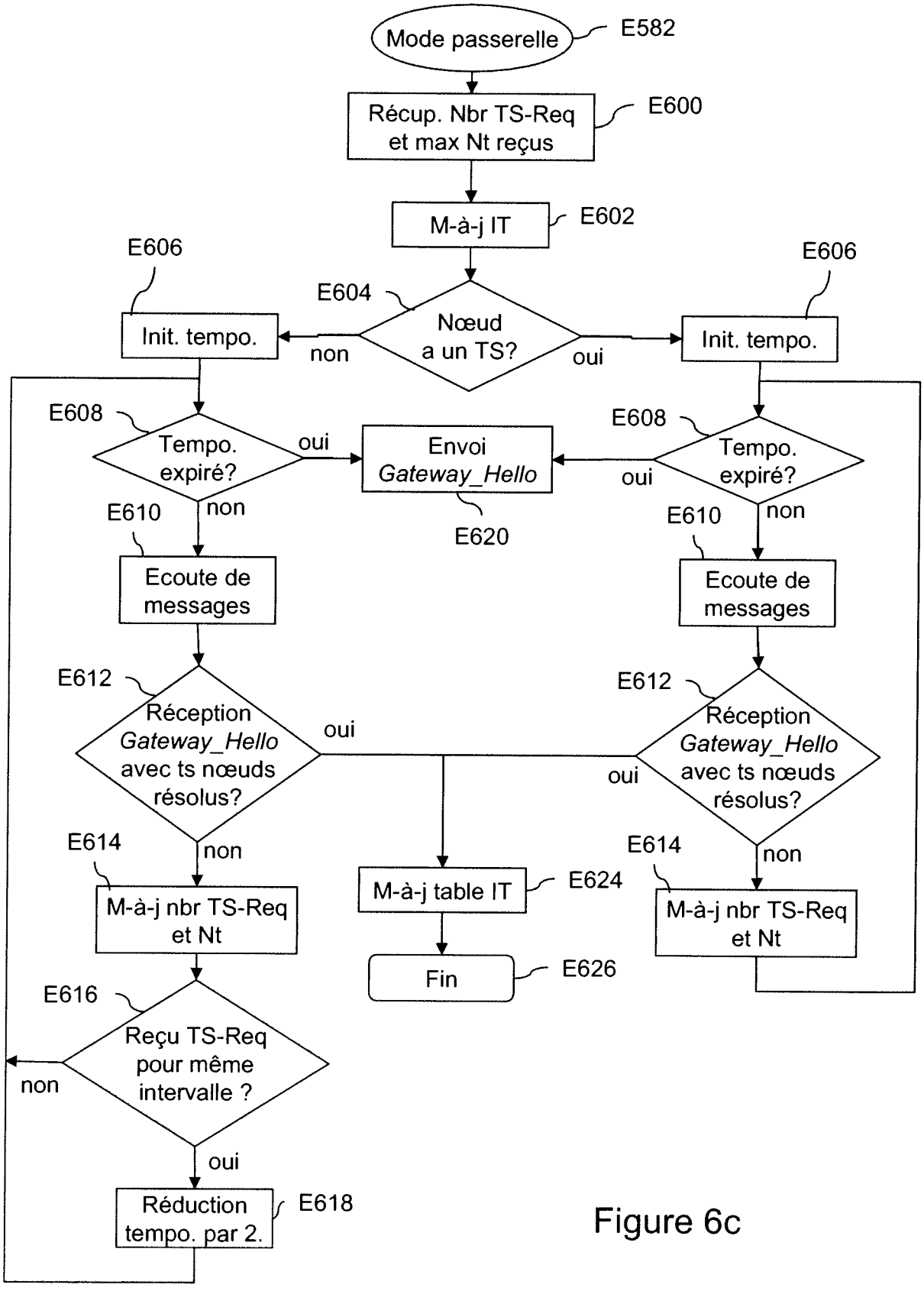

Mode passerelle
E582
Récup. Nbr TS-Req et max Nt reçus
E600
M-à-j IT
E602
E606
E604
Nœud a un TS?
non
oui
E606
Init. tempo.
Init. tempo.
E608
Tempo. expiré?
oui
Envoi Gateway_Hello
E620
E608
Tempo. expiré?
oui
non
E610
Ecoute de messages
E610
Ecoute de messages
non
E612
Réception Gateway_Hello avec ts nœuds résolus?
oui
E612
Réception Gateway_Hello avec ts nœuds résolus?
oui
E614
non
M-à-j nbr TS-Req et Nt
M-à-j table IT
E624
Fin
E626
E614
non
M-à-j nbr TS-Req et Nt
E616
Reçu TS-Req pour même intervalle ?
non
oui
Réduction tempo. par 2.
E618

Figure 6c

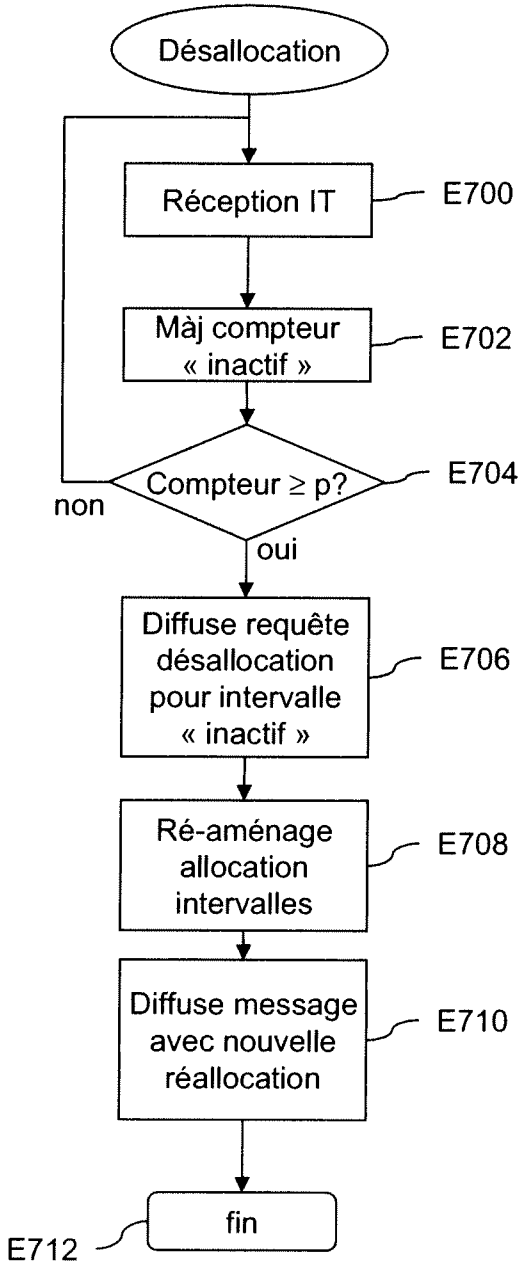

Désallocation
Réception IT
E700
Màj compteur « inactif »
E702
Compteur ≥ p?
E704
non
oui
Diffuse requête désallocation pour intervalle « inactif »
E706
Ré-aménage allocation intervalles
E708
Diffuse message avec nouvelle réallocation
E710
fin
E712

Figure 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/050363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04W74/02
ADD. H04W84/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04W

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ALI HAMIDIAN ET AL: "An enhancement to the IEEE 802.11e EDCA providing QoS guarantees" TELECOMMUNICATION SYSTEMS ; MODELING, ANALYSIS, DESIGN AND MANAGEMENT, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, BO, vol. 31, no. 2-3, 1 March 2006 (2006-03-01), pages 195-212, XP019215928 ISSN: 1572-9451 3.3 Resource reservation	1,2,4,5, 7-15
Y	EP 0 993 212 A (SONY INT EUROP GMBH [DE] SONY DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 12 April 2000 (2000-04-12) paragraphs [0009], [0017], [0018] - paragraphs [0025], [0038]; figure 8a	1,2,4,5, 7-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
29 July 2010	06/08/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Wolf, William

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/050363

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FAN YU ET AL: "A Self-Organizing MAC Protocol for DSRC based Vehicular Ad Hoc Networks" DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS WORKSHOPS, 2007. ICDCSW '07. 27TH I NTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 June 2007 (2007-06-01), pages 88-88, XP031119782 ISBN: 978-0-7695-2838-0 * abstract 2.3 Protocol logic -----	3,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2010/050363

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0993212 A	12-04-2000	DE 69834639 T2	14-12-2006
		US 6697346 B1	24-02-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2010/050363

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04W74/02
ADD. H04W84/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H04W

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)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	ALI HAMIDIAN ET AL: "An enhancement to the IEEE 802.11e EDCA providing QoS guarantees" TELECOMMUNICATION SYSTEMS ; MODELING, ANALYSIS, DESIGN AND MANAGEMENT, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, BO, vol. 31, no. 2-3, 1 mars 2006 (2006-03-01) , pages 195-212, XP019215928 ISSN: 1572-9451 3.3 Resource reservation --- EP 0 993 212 A (SONY INT EUROP GMBH [DE] SONY DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 12 avril 2000 (2000-04-12) alinéas [0009], [0017], [0018] - alinéas [0025], [0038]; figure 8a --- -/--	1,2,4,5, 7-15 1,2,4,5, 7-15

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
29 juillet 2010	06/08/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Wolf, William

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2010/050363

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FAN YU ET AL: "A Self-Organizing MAC Protocol for DSRC based Vehicular Ad Hoc Networks" DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS WORKSHOPS, 2007. ICDCSW '07. 27TH I NTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 juin 2007 (2007-06-01), pages 88-88, XP031119782 ISBN: 978-0-7695-2838-0 * abrégé 2.3 Protocol logic	3,6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2010/050363

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0993212 A	12-04-2000	DE 69834639 T2	14-12-2006
		US 6697346 B1	24-02-2004