

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 128 343**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **21 11029**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 04 L 67/06** (2022.01), H 04 W 84/18, H 04 W 4/40,  
H 04 W 40/02

⑫

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ METHODE DE TRANSMISSION DE DONNEES DANS UN RESEAU MAILLE ET DISPOSITIF  
DE COMMUNICATION DANS UN TEL RESEAU.

②② Date de dépôt : 18.10.21.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 21.04.23 Bulletin 23/16.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 29.11.24 Bulletin 24/48.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *DOTDOT Société par actions  
simplifiées — FR.*

⑦② Inventeur(s) : CRACCO Bruno et BUREAU  
Christophe.

⑦③ Titulaire(s) : DOTDOT Société par actions  
simplifiées.

⑦④ Mandataire(s) : Novagraaf Technologies.

FR 3 128 343 - B1



## **Description**

### **Titre de l'invention : METHODE DE TRANSMISSION DE DONNEES DANS UN RESEAU MAILLE ET DISPOSITIF DE COMMUNICATION DANS UN TEL RESEAU**

#### **Domaine technique de l'invention**

[0001] La présente invention concerne une méthode de transmission de données dans un réseau maillé. Les données transmises peuvent notamment comprendre des fichiers ou parties de fichiers. L'invention concerne également un dispositif de communication participant à ce réseau maillé.

#### **Arrière-plan technique**

[0002] Dans le cadre d'applications mobiles, les réseaux maillés pair-à-pair sans fil d'appareils mobiles se constituant de façon autonome ont de multiples applications. Il est notamment envisageable d'équiper des véhicules de fonctionnalités de réseau maillé, des réseaux de tels véhicules se constituant alors en fonction de la position de chaque véhicule, de la portée des interfaces réseau et d'autres facteurs. Le ou les réseaux évoluent alors de façon dynamique en fonction des déplacements des véhicules. Bien que ce type de réseau comporte de nombreux avantages, son évolution dynamique impose également des contraintes – des dispositifs du réseau maillé peuvent soudainement devenir indisponibles car hors de portée, débranchés ou encore dans un lieu ne permettant pas le passage des ondes radio. Cette instabilité peut par exemple être gênante lorsqu'il s'agit pour un dispositif ou nœud du réseau de récupérer une quantité relativement importante de données, par exemple à partir d'un serveur externe au réseau maillé. La liaison entre le nœud et le serveur, qu'elle soit directe ou indirecte à travers d'autres nœuds, peut être coupée. La présente invention vise à compenser certaines contraintes dues à l'évolution dynamique du réseau.

#### **Résumé de l'invention**

[0003] Un mode de réalisation concerne une méthode de transmission de données dans un réseau maillé de dispositifs de communication, la méthode étant mise en œuvre par un dispositif donné du réseau maillé muni d'un processeur, la méthode comprenant:

[0004] l'obtention de premières données identifiant un fichier à obtenir d'une source externe au réseau maillé et à l'exclusion des dispositifs du réseau maillé, ledit fichier étant obtainable sous la forme d'une pluralité de parties dont l'ensemble permet de former le fichier complet ;

[0005] l'obtention de secondes données identifiant les parties formant le fichier à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;

[0006] l'obtention d'au moins une partie du fichier à partir de la source externe ou d'un

autre dispositif du réseau maillé ;

- [0007] le stockage, dans un module de stockage du dispositif donné, des secondes données et des parties de fichier pour transmission en cas de demande d'un autre dispositif du réseau maillé.
- [0008] Le stockage, par un ou plusieurs dispositifs du réseau maillé, des secondes informations identifiant les parties d'un fichier à charger, ainsi que des parties de fichier identifiées par ces secondes informations, permet de rendre ces informations disponibles même quand la source externe n'est pas accessible.
- [0009] Selon un mode de réalisation particulier, le réseau maillé est organisé sous la forme d'une structure arborescente selon laquelle chaque dispositif est connecté au plus à un dispositif parent et peut être connecté à zéro, un ou plusieurs dispositifs enfant.
- [0010] Selon un mode de réalisation particulier l'obtention des secondes données ou de l'au moins une partie du fichier comprend la transmission d'une requête aux dispositifs directement connectés au dispositif donné dans le réseau maillé dans l'arborescence, ladite requête identifiant les secondes données ou l'au moins une partie de fichier à obtenir.
- [0011] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend la réception de réponses des dispositifs auxquels la requête a été envoyée, les réponses comportant le cas échéant l'adresse d'un ou plusieurs dispositifs du réseau maillé ayant stocké les secondes données ou l'au moins une partie de fichier à obtenir et auxquels la requête aura été envoyée ou au moins partiellement propagée.
- [0012] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend la détermination, parmi le ou les dispositifs dont la ou les adresses ont été reçues, d'un dispositif auprès duquel les secondes données ou l'au moins une partie du fichier sont à obtenir, la détermination étant basée sur une fonction de coût prenant en compte la ou les liaisons sur le chemin, dans la structure arborescente, entre le dispositif donné et chacun du ou des dispositifs dont la ou les adresses ont été reçues.
- [0013] Selon un mode de réalisation particulier, la fonction de coût prend en compte un ou plusieurs parmi un ou des niveaux de signal sur la ou les liaisons sur ledit chemin, le nombre de sauts sur ledit chemin, la nature de la ou des liaisons sur ledit chemin, un ou des indicateurs de stabilité de la ou des liaisons sur ledit chemin.
- [0014] Selon un mode de réalisation particulier, la fonction de coût prend en compte la combinaison d'un ou des niveaux de signal sur la ou les connexions sur ledit chemin et un ou des indicateurs de stabilité de la ou des liaisons sur ledit chemin.
- [0015] Selon un mode de réalisation particulier, le coût induit par une liaison entre un dispositif du réseau maillé et la source externe est pris supérieur au coût induit par une liaison entre deux dispositifs du réseau maillé.
- [0016] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend la réception d'une

requête d'un dispositif directement connecté au dispositif donné dans l'arborescence du réseau maillé, ladite requête identifiant un élément recherché, et l'envoi d'une réponse positive au dispositif dont la requête a été reçue si l'élément recherché est l'un parmi les secondes données et l'au moins une partie de fichier stockées par ledit dispositif donné, la réponse positive comportant une adresse du dispositif donné.

- [0017] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend, en cas d'absence de l'élément recherché dans le stockage du dispositif donné, la propagation de la requête aux dispositifs directement connectés au dispositif donné dans l'arborescence en dehors du dispositif dont la requête a été initialement reçue, et la collecte des réponses des dispositifs auprès desquels la requête a été propagée pour renvoi d'une réponse au dispositif dont la requête a été initialement reçue.
- [0018] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend, si le dispositif donné est connecté à ladite source externe et ne possède pas l'élément recherché dans son stockage, le renvoi de l'adresse de ladite source externe dans la réponse.
- [0019] Selon un mode de réalisation particulier, la méthode comprend la réception, à partir de la source externe, de données de registre d'une chaîne de blocs maintenue par ladite source externe, ladite chaîne de blocs contenant un bloc avec les second et troisième types d'information ou des blocs avec respectivement le second type d'information et le troisième type d'information, les données de registre étant adaptées à permettre la vérification, par le nœud, de l'intégrité des second et troisième types d'information.
- [0020] Un mode de réalisation concerne un dispositif de communication adapté à se connecter à un réseau maillé comprenant d'autres dispositifs, ledit dispositif comprenant une interface de réseau maillé, un module de stockage local et un processeur configuré pour conduire ledit dispositif de communication à mettre en œuvre :
- [0021] l'obtention de premières données identifiant un fichier à obtenir d'une source externe au réseau maillé et à l'exclusion des dispositifs du réseau maillé, ledit fichier étant obtainable sous la forme d'une pluralité de parties dont l'ensemble permet de former le fichier complet ;
- [0022] l'obtention de secondes données identifiant les parties formant le fichier à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;
- [0023] l'obtention d'au moins une partie du fichier à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;
- [0024] le stockage, dans le module de stockage du dispositif de communication, des secondes données et des parties de fichier pour transmission en cas de demande d'un autre dispositif du réseau maillé
- [0025] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de communication comprend :
- [0026] - une interface programmable d'application pour transmettre les premières données à

un dispositif client et à recevoir de ce dispositif client une requête pour l'obtention d'un fichier identifié dans les premières données et pour transmettre le fichier identifié au dispositif client ;

[0027] - un client de téléchargement pour télécharger la pluralité de parties de fichier correspondant au fichier identifié, pour former le fichier identifié complet à partir des parties du fichier.

[0028] Un nœud peut ainsi être utilisé par un ou plusieurs clients, par exemple plusieurs dispositifs clients portés par un véhicule qui porte aussi le nœud.

[0029] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de communication comprend une mémoire comportant du code logiciel, le processeur du dispositif de communication conduisant ledit dispositif à mettre en œuvre les étapes de l'une quelconque des méthodes ci-dessus.

### **Breve description des figures**

[0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés parmi lesquels :

[0031] [Fig.1] – la [Fig.1] est un diagramme d'une vue d'ensemble d'un système comportant un réseau maillé et dans lequel la méthode et le dispositif selon un exemple particulier non limitatif peuvent être mis en œuvre ;

[0032] [Fig.2] – la [Fig.2] est un diagramme bloc fonctionnel d'un dispositif selon un exemple particulier non-limitatif ;

[0033] [Fig.3] – la [Fig.3] est un diagramme simplifié d'un exemple non-limitatif de réseau maillé comportant une pluralité de nœuds ;

[0034] [Fig.4] – la [Fig.4] est un premier diagramme illustrant les connexions de communication entre un nœud du réseau maillé et d'autres appareils pour le choix d'une source de données en vue de l'évaluation d'une fonction de coût ;

[0035] [Fig.5] – la [Fig.5] est un second diagramme illustrant les connexions de communication entre un nœud du réseau maillé et d'autres appareils pour le choix d'une source de données en vue de l'évaluation d'une fonction de coût;

[0036] [Fig.6] – la [Fig.6] est un diagramme représentant le contenu d'un fichier germe et la partition d'un fichier à télécharger selon un exemple de réalisation non limitatif ;

[0037] [Fig.7] – la [Fig.7] est un diagramme représentant le contenu d'un fichier d'instructions selon un exemple de réalisation non limitatif ;

[0038] [Fig.8] – la [Fig.8] est un organigramme de certaines étapes d'une méthode selon un exemple de réalisation non limitatif ;

[0039] [Fig.9] – la [Fig.9] est un organigramme de certaines étapes d'une méthode selon un exemple de réalisation non limitatif ;

[0040] [Fig.10] – la [Fig.10] est un organigramme de certaines étapes selon un exemple de réalisation non limitatif.

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

[0041] Dans la description qui va suivre, ainsi que dans les figures, des éléments identiques, similaires ou analogues seront désignés par les mêmes chiffres de référence.

[0042] Les fonctionnalités des éléments décrits à l'aide des figures peuvent être implémentées à l'aide d'un ou plusieurs logiciels exécutés par un ou plusieurs processeurs adaptés, par des circuits dédiés ou génériques, ou une combinaison de circuits et de logiciels.

[0043] Le terme processeur utilisé dans ce qui suit peut désigner tout circuit ou toute combinaison de circuits aptes à mettre en œuvre les fonctionnalités décrites, notamment un ou plusieurs microprocesseurs, microcontrôleurs ou d'autres circuits exécutant du code logiciel adapté, ou encore des circuits dédiés pour fournir les fonctionnalités décrites.

[0044] Les exemples de réalisation détaillés qui vont être décrits se placent dans le contexte où un nœud du réseau maillé est généralement porté par un dispositif mobile de type véhicule. D'autres applications ne sont cependant pas exclues, notamment pour la transmission de données et en particulier de fichiers dans le cadre d'informatique en périphérie de réseau ('Edge computing' en langue anglaise).

[0045] Selon le présent exemple de réalisation et tel qu'illustré schématiquement par la [Fig.1], un dispositif de communication 101 – encore appelé 'nœud' dans ce qui suit – configuré pour fonctionner dans le cadre d'un réseau maillé communique avec une application client 102 du véhicule portant le nœud. Selon le présent exemple de réalisation, la liaison entre le nœud 101 et une unité de contrôle électronique du véhicule est une liaison série filaire, par exemple par mise en œuvre d'une interface périphérique série ('SPI'), une liaison universelle asynchrone récepteur transmetteur ('UART') ou encore d'un bus I2C. D'autres liaisons peuvent être envisagées, y compris sans fil, notamment WiFi (marque déposée) ou Bluetooth (marque déposée). Comme il sera vu plus en détail plus loin, la ou les unités de contrôle du véhicule émettent des requêtes vers le nœud 101 et en reçoivent des messages. Lorsqu'il est à portée d'autres nœuds, le nœud 101 s'intègre dans un réseau maillé sans fil 103. Le réseau maillé possède une structure arborescente dans laquelle un nœud est élu nœud racine (le nœud 104 dans l'exemple de la [Fig.1]). Le nœud 101 peut le cas échéant également être nœud racine. Le nœud racine 104 a notamment pour rôle d'établir une communication entre le réseau maillé 103 et un serveur 105, à travers un autre réseau 106. Selon un exemple de réalisation non limitatif le réseau 106 est l'internet. L'interface entre le nœud racine et le réseau 106 peut selon l'implémentation comprendre une interface de réseau cellulaire, par exemple 4G ou 5G selon les normes

maintenues par 3GPP. Le nœud racine communique directement avec une station de base (non-illustrée). Selon une variante de réalisation, la connexion entre le nœud racine (104) et le réseau 106 s'établit au travers d'un routeur qui peut être un point d'accès Wifi. Selon une autre variante de réalisation, la connexion entre le nœud racine (104) et le réseau (106) peut, le cas échéant, être filaire (par exemple une connexion filaire Ethernet).

- [0046] Selon le présent exemple de réalisation, le transfert de données entre le nœud racine 104 et le serveur 105 se fait, sans que cela soit restrictif, par l'un ou plusieurs parmi les protocoles HTTP, HTTPS, FTP, FTPS ou UPD, au-dessus du protocole TCP/IP. Les échanges peuvent être chiffrés, notamment lors de l'utilisation de HTTPS et FTPS, et un mécanisme d'authentification sur base de clés peut par ailleurs être mis en œuvre entre des appareils échangeant des données et/ou des fichiers.
- [0047] La [Fig.2] est un diagramme bloc fonctionnel du nœud 101 et d'une unité de contrôle électronique 200 du véhicule, cette unité comportant l'application client 102, selon le présent exemple de réalisation. Le nœud 101 comporte une interface programmable d'application 201, communément désignée par l'acronyme API, permettant à l'application client 102 de communiquer avec le nœud 101, et notamment de lui transmettre des requêtes en provenance de l'unité de contrôle électronique 200, ainsi que de renvoyer des données vers cette unité. Cette interface API supporte en particulier la communication avec l'application ou client de téléchargement 202. Le nœud comporte en outre une interface sans fil 203, un serveur de fichier 204, un module de gestion d'interruptions 205, un module d'état 206, une mémoire de masse 207, 'un processeur 208, une mémoire de programme 213, ainsi qu'une mémoire de travail 214 du processeur 208.
- [0048] L'interface sans fil 203 permet au nœud d'interagir avec d'autres nœuds du réseau maillé. Selon le présent exemple de réalisation non-limitatif, cette interface est basée sur la norme IEEE 802.11, une couche supplémentaire implémentant la fonctionnalité de réseau maillé. Selon le présent exemple de réalisation non limitatif, cette couche supplémentaire est par exemple basée sur le protocole 'ESP-Wifi-Mesh' décrit dans le document « ESP32 - ESP-IDF Programming Guide » v4.4-dev-2825-gb63ec47 d'Espressif Systems publié le 27 août 2021. Ce protocole donne la possibilité d'utiliser un nœud à la fois en tant que station pour se connecter à un point d'accès (considéré alors comme nœud parent) et le cas échéant en tant que point d'accès pour établir une communication avec un ou plusieurs autres nœuds, (considérés quant à eux comme nœuds enfants). Le protocole permet d'obtenir une structure arborescente du réseau maillé qui remonte vers un nœud racine, élu parmi les nœuds du réseau selon certains critères prédéterminés. Quelques règles de base de fonctionnement de ce type de réseau maillé seront décrites plus loin.

- [0049] Le rôle du serveur de fichiers 204 est de gérer la fonction de stockage local des fichiers dont le nœud 101 et /ou l'unité de contrôle électronique 200 ont besoin, mais aussi de gérer une fonction de cache – pour certains types de fichier – pour accès par d'autres nœuds du réseau maillé. Le serveur a pour cela accès à la mémoire de masse non volatile 207, qui peut être implémentée à l'aide d'un disque dur ou d'un autre support de stockage longue durée.
- [0050] Le module de gestion d'interruptions 205 est connecté à l'unité de contrôle électronique 200 du véhicule – il est bidirectionnel et permet, sans que cela soit limitatif, à cette dernière d'avertir le nœud 101 d'une requête de l'unité de contrôle électronique 200 du véhicule ou d'effectuer une action prédéterminée. Par ce module de gestion d'interruptions, l'unité de contrôle électronique 200 peut avertir le nœud 101 de la fin de prise en compte d'un fichier ou encore d'une volonté de transmettre des données. Le module d'état 206 a pour rôle d'avertir l'application client 102 de l'état de la connexion du nœud à un réseau maillé (connecté à un réseau maillé, non connecté).
- [0051] Bien qu'illustrées de manière séparée en tant que fonctions du nœud 101, le client de téléchargement 202 et les modules d'état et d'interruption peuvent être implémentés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs logiciels appropriés dont le code est stocké dans la mémoire de programme 213 du processeur 208. De manière générale, le processeur 208 gère l'ensemble des fonctions du nœud sur base d'un ou plusieurs programmes logiciels dont le code est stocké dans la mémoire de programme 213 du processeur 208.
- [0052] L'unité de contrôle électronique 200 comporte, comme déjà indiqué, une application client 102 du véhicule. Elle comporte en outre un système d'unité de contrôle électronique 209, qui comporte une mémoire de programme 210, un processeur 211, une mémoire de travail 212 du processeur 211, ainsi qu'une mémoire de masse 215. Selon le présent exemple de réalisation, la mémoire de programme 210 contient entre autres le micrologiciel ('firmware' en anglais) de l'unité 200. Le processeur 211 gère l'ensemble des fonctions de l'unité par l'intermédiaire de logiciels appropriés stockés dans la mémoire 210 ou sur un autre support de stockage non illustré – ce processeur exécute notamment le code de l'application client 102. D'autres composantes nécessaires à l'exécution des fonctions de l'unité de contrôle électronique ne sont pas illustrées. L'unité de contrôle électronique 200 possède un identifiant unique, appelé numéro d'identification du véhicule ou 'VIN'. La mémoire de masse 215 permet de stocker notamment les fichiers téléchargés.
- [0053] Un exemple de configuration de réseau maillé 103 sur la base duquel certaines règles de comportement de ce réseau seront expliquées est illustré par la [Fig.3]. Le réseau comporte sept nœuds numérotés 301 à 307. L'élément 300 représente le point d'accès du réseau 106 – une station de base cellulaire par exemple.

- a. Selon le présent exemple de réalisation, un nœud a au plus un nœud parent et zéro, un ou plusieurs nœuds fils. Un nœud comporte au plus un nœud parent et zéro ou plus de nœuds fils. Selon un exemple de réalisation, le nombre de nœuds fils est limité.
  - b. Un nœud est élu nœud racine (nœud 301 dans la [Fig.3]) – il s’agit par exemple du nœud possédant le meilleur niveau de signal avec un point d’accès à un réseau de type du réseau 106. Plusieurs nœuds proches du même point d’accès ou proches de plusieurs points d’accès peuvent être en concurrence.
  - c. Le rang d’un nœud est le nombre de nœuds sur le chemin jusqu’au nœud racine incrémenté de 1. Par exemple, le nœud 301, qui dans l’exemple de la [Fig.3] est le nœud racine, a le rang 0. Le nœud 207 a par exemple le rang 2. Le nombre maximal de rangs dans le réseau peut être limité.
  - d. Un nouveau nœud choisit comme nœud parent le nœud qui donne le rang le plus faible et s’il y a plusieurs choix possibles selon ce critère, le nœud donnant le meilleur niveau de signal.
  - e. Quand un nœud disparaît, l’arborescence est reconstruite localement.
- [0054] Par exemple, les nœuds enfants, petits-enfants... du nœud disparu vont appliquer l’étape précédente effectuée par un nouveau nœud.
- [0055] Chaque nœud sait en outre quel est son nœud parent et quels sont ses nœuds enfants, quelle qu’en soit la génération (enfants, petits-enfants...).
- [0056] Le réseau maillé comporte donc deux types de nœuds, le premier type ne communiquant qu’à travers le réseau sans fil maillé et capable de servir de relais entre deux autres nœuds de ce réseau, le second type, aussi appelé passerelle, possédant la fonctionnalité réseau sans fil maillé, mais également la fonctionnalité de communication avec un réseau externe, par exemple de type cellulaire. Pour ce faire, dans le cas d’un réseau de type cellulaire, le second type est équipé d’une carte SIM physique ou électronique émise par un opérateur de réseau cellulaire. Un nœud du second type peut voir sa fonctionnalité de communication avec le réseau cellulaire désactivée s’il n’est pas élu nœud racine et devient alors un nœud du premier type. Chaque nœud possède par ailleurs une adresse de contrôle d’accès du médium (adresse ‘MAC’).
- [0057] Etant donné que les nœuds sont en principe mobiles, un nœud donné peut être déconnecté à tout moment du reste du réseau maillé, ou voir son parent ou l’un de ses enfants disparaître. Certains nœuds peuvent rester dans le même réseau maillé pendant un temps assez long, notamment lorsqu’ils sont portés par des véhicules garés sur un parking.
- [0058] Selon un exemple de réalisation, le serveur 105 a un rôle de mise à jour de données des unités de contrôle électroniques dans le réseau maillé. Les données à mettre à jour

peuvent comporter un ou plusieurs fichiers présents dans les unités de contrôle, tels les micrologiciels de ces unités, mais les données ne sont pas limitées à ce contexte et peuvent s'étendre à des mises à jour de banques de données (par exemple des cartes de géolocalisation) ou des applications ou un autre type de données. Le serveur dispose pour ce faire de plusieurs types d'information :

- [0059] (I) Un premier type d'information comprend au moins un ou des identifiants du ou des fichiers qu'une unité de contrôle doit télécharger. Une indication permettant de déterminer la validité du premier type d'information est incluse. Selon une variante de réalisation, cette information est une signature électronique du contenu par clé privée émise par le serveur 105, présente dans l'entête du fichier et vérifiée par le nœud au moyen de la clé publique qu'il détient dans sa mémoire de programme.
- [0060] Selon un exemple de réalisation, cette indication est une date d'expiration au-delà de laquelle des informations du premier type ne sont plus considérées comme valides.
- [0061] Selon un exemple de réalisation, le premier type d'information prend la forme d'un fichier d'instructions comportant des informations identifiant des informations du second type décrits ci-dessous, ces informations permettant selon un exemple de réalisation non limitatif d'obtenir le téléchargement d'un ou plusieurs fichiers, dits fichiers 'germe'.
- [0062] La [Fig.7] est un exemple d'un fichier d'instructions 700 selon un mode de réalisation non limitatif. Ce fichier comporte un en-tête 701 (qui selon la variante de réalisation mentionnée ci-dessus inclut la signature électronique par clé privée) ainsi qu'une liste d'un ou plusieurs fichiers (600, n, n-1, n-2...) qu'un nœud destinataire doit charger.
- [0063] Selon un exemple de réalisation, le contenu du fichier peut différer d'une unité de contrôle à l'autre.
- [0064] Selon un exemple de réalisation, le premier type d'information comporte également des instructions 703 à exécuter par l'unité réceptrice de ce premier type d'information.
- [0065] (II) Un second type d'information identifie, pour un fichier identifié par le premier type d'information, l'identification des parties constitutives de ce fichier. Un exemple d'un tel fichier 600 est illustré par la [Fig.6]. Selon sa taille, un fichier est découpé en plusieurs parties (référéncées 605 à 608, soit quatre parties dans l'exemple de la [Fig.6] , sans que cela soit limitatif) pour une transmission plus aisée. En effet, au vu de l'instabilité du réseau maillé, la probabilité de transmettre des parties de fichier plutôt que le fichier entier est plus grande. Des fichiers de taille raisonnable au vu des temps de transmission dans le réseau maillé ne sont pas découpés en plusieurs parties. Une taille maximale d'un fichier ou d'une partie d'un fichier peut être fixée. Les parties d'un fichier peuvent être téléchargées séparément par un nœud. Selon un exemple de réalisation non limitatif, il n'est pas nécessaire qu'un quelconque ordre soit respecté

dans la transmission des différentes parties de fichier.

[0066] Selon un mode de réalisation particulier, le découpage en parties est réalisé par le serveur, qui prépare également le second type d'information. Le second type d'information peut également prendre la forme d'un fichier, dénommé « fichier germe » 601 dans ce qui suit, et qui comporte un en-tête 602 ainsi qu'une section 603 listant les références 605 à 608 de toutes les parties nécessaires pour reconstituer le fichier 600.

[0067] Selon un autre mode de réalisation particulier, le fichier germe comprend les données indiquées dans le tableau 1 :

[0068] [Tableaux1]

<b>Fichier germe</b>
Identifiant du fichier
Numéro de version
Date de création
Identification de l'auteur
Date d'obsolescence
Signature cryptographique du fichier par clé privée (hachage)
Taille du fichier complet
Nombre de parties du fichier
Liste des parties du fichier
Signature électronique par clé privée de chaque partie du fichier
Informations additionnelles

[0069] Il est clair pour la personne du métier que les informations du second type peuvent différer du contenu du fichier donné en exemple. Par exemple, certaines informations ne sont pas forcément indispensables (identification de l'auteur par exemple). Par ailleurs, la fonction de certaines informations peut être remplie par d'autres informations.

[0070] La signature par clé privée permet à chaque nœud de vérifier que les informations du second et du troisième type n'ont pas été altérées par erreur ou intentionnellement grâce à la clé publique détenue par tous les nœuds dans une partie sécurisée de leur mémoire non volatile. Dans une variante de ce mode de réalisation, un mécanisme de chaîne de blocs (blockchain en langue anglaise) semi fermée (ou aussi dite « à

consortium ») dans la mesure où les blocs sont minés par le serveur 105, est mis en œuvre. Lors de la mise à disposition de nouveaux fichiers à distribuer vers les unités de contrôle électroniques, le serveur 105 ajoute à la chaîne de blocs (le registre) un nouveau bloc contenant les informations de second et troisième type puis valide le bloc par une preuve de travail (minage). Les nœuds obtiennent de la part du serveur 105, en même temps que l'information du premier type, le registre. Avec ce registre, un nœud s'assure qu'il est bien en possession de la version la plus récente de l'information du second type et du troisième type, quelle qu'en soit la source (autre nœud du réseau maillé). Selon une variante de réalisation, les données du second et du troisième type sont contenues dans des blocs distincts. La date d'obsolescence peut également être remplacée par une autre information permettant de déterminer la validité du fichier, par exemple elle peut être implicite (et dans ce cas cette information n'est pas envoyée explicitement) ou encore être indiquée sous la forme d'une durée de validité. La validité peut aussi être indiquée sous la forme d'une ou plusieurs conditions à remplir autres que celles liées au temps ou à la date.

- [0071] Selon un mode de réalisation, le comportement par défaut d'un nœud est qu'il stockera le fichier germe sur sa mémoire de masse 207 accessible par son serveur de fichiers 204 s'il a demandé le téléchargement de ce fichier pour l'unité de contrôle électronique auquel il est associé, et qu'il ne le stocke pas dans le cas contraire (par exemple lorsque le nœud sert uniquement de relais pour la transmission du fichier à un autre nœud).
- [0072] Selon une variante de réalisation, le fichier germe 601 comprend des informations additionnelles sous la forme d'instructions 604 au nœud ou aux nœuds par lequel ou lesquels le fichier transite, par exemple relativement au stockage de données par le serveur local de fichiers 204 du ou des nœud(s) et en particulier pour dévier du comportement par défaut.
- [0073] Selon un premier exemple non-limitatif, ces informations additionnelles comprennent une instruction de ne pas stocker le fichier germe dans la mémoire de masse 207 du serveur local de fichiers 204. Cette instruction peut être envoyée par exemple quand le contenu du fichier germe est sensible et que son accessibilité par d'autres nœuds qu'un nœud destinataire spécifique doit être contrôlée. Le nœud destinataire transmet le fichier reçu (après reconstitution du fichier 600 sur la base des parties téléchargées, soit 605 à 608 selon l'exemple non limitatif de la [Fig.6]) à l'unité de contrôle électronique 200 mais ne le garde pas en mémoire au-delà de cette utilisation.
- [0074] Selon un second exemple non-limitatif, les informations additionnelles comprennent une instruction 604 de stocker le fichier germe 601 ainsi que les parties de fichier constitutives du fichier 600 associé au fichier germe 601. Dans ce cas, un nœud stockera le fichier germe 601, ainsi que les parties du fichier 600 associé, même s'il

n'est pas parmi le ou les destinataires finaux, par exemple s'il voit le fichier en tant que nœud relais. Cette option peut être mise en œuvre par exemple pour un fichier germe 601 et un fichier 600 associé très demandés ou potentiellement très demandés, dans le but d'augmenter le nombre de nœuds nourrices qui pourront fournir les données afférentes en cas de demande d'autres nœuds.

[0075] Selon un exemple de réalisation, un nœud efface un fichier germe et les fichiers qui y sont relatifs (600 et 605 à 608 dans l'exemple non limitatif selon l'exemple non limitatif de la [Fig.6]) stocké par son serveur de fichiers une fois que le fichier ne sera plus valide.

[0076] Selon un exemple de réalisation, la liste des parties du fichier comporte les identifiants uniques respectifs de ces parties. Un nœud demandeur inclura l'identifiant unique d'une partie dans une requête de téléchargement de cette partie.

[0077] (III) Un troisième type d'information comprend les parties de fichier elles-mêmes (605 à 608 dans l'exemple non limitatif de la [Fig.6]). Selon un exemple de réalisation, les parties de fichier sont des fichiers binaires.

I. Selon une variante de réalisation, le serveur transmet également un quatrième type d'information destiné au nettoyage entier ou partiel des serveurs de fichier d'un nœud. Ce quatrième type d'information peut également prendre la forme d'un fichier transmis lorsqu'un nœud se connecte et comprendre des instructions de suppression d'un ou plusieurs fichiers spécifiques ou de l'ensemble des données stockées localement dans le nœud.

[0078] Selon un mode de réalisation, les étapes lors de l'activation d'un nouveau nœud sont les suivantes :

[0079] (i) Un nouveau nœud, appelé nœud d'origine dans ce qui suit, devient actif.

[0080] (ii) Le nœud d'origine s'insère dans l'arborescence du réseau maillé.

[0081] (iii) Le nœud d'origine transmet un message à son nœud parent, ce message remontant dans l'arborescence jusqu'au nœud racine – ce dernier le transmet au serveur si le nœud racine est en communication avec le serveur.

[0082] Le message contient un identifiant unique pouvant être authentifié par le serveur et lui permettant d'identifier à la fois le nœud d'origine et l'unité de contrôle électronique associée au nœud d'origine. Selon un exemple de réalisation, l'identifiant unique est l'identifiant VIN de l'unité de contrôle électronique du véhicule associé au nœud d'origine ou l'adresse MAC du nœud d'origine ou la combinaison de l'identifiant VIN et de l'adresse MAC. Selon un exemple de réalisation, l'identifiant unique est envoyé sous la forme d'un hachage.

[0083] Le message contient également une information permettant au serveur de déterminer si un fichier d'instructions 700 doit être envoyé à l'unité de contrôle électronique du nœud d'origine. Cette information est par exemple l'indication de validité d'un fichier

d'instructions précédemment reçu par le nœud d'origine, ou une indication comme quoi aucun fichier d'instruction n'est disponible au niveau de l'unité de contrôle du nœud d'origine.

[0084] (iv) Le cas échéant, un fichier d'instructions est transmis par le serveur au nœud d'origine.

[0085] Selon un exemple de réalisation, une unité de contrôle électronique surveille la validité du fichier d'instructions qu'elle stocke. Lorsque le fichier n'est plus valide, par exemple lorsque la date d'expiration est dépassée, l'application client du véhicule lance une requête auprès du nœud associé au véhicule pour demander un nouveau fichier d'instructions au serveur.

[0086] Sur base du fichier d'instructions, le second type d'information est ensuite téléchargé par le nœud d'origine. Dans ce qui suit, on prendra le cas simple où un seul fichier doit être obtenu et donc qu'un seul fichier germe est géré. Il est bien entendu que cela constitue un exemple non limitatif et que le fichier d'instruction peut concerner une pluralité de fichiers.

[0087] Selon le présent exemple de réalisation, le client de téléchargement 202 du nœud transmet le fichier d'instruction 700 à l'unité de contrôle électronique 200. Sur requête de cette dernière pour le fichier 600 à travers l'API 201, le client de téléchargement procède au téléchargement du fichier germe 601 puis procède automatiquement au téléchargement des parties individuelles de fichier (605 à 608 dans l'exemple non limitatif) sur base du contenu du fichier germe 601. Une fois toutes les parties individuelles téléchargées, le client de téléchargement vérifie l'intégrité des parties téléchargées, assemble le fichier complet 600, en vérifie l'intégrité et informe l'unité de contrôle électronique 200 au travers du module de gestion d'interruptions. Le fichier 600 complet pourra alors être transmis à l'unité de contrôle électronique. Selon une variante de réalisation, le cas échéant, le module de téléchargement implémente les instructions supplémentaires pouvant être contenues dans le fichier germe.

[0088] Du point de vue de l'unité de contrôle électronique 200, cette dernière reçoit le fichier d'instructions 700 et peut en déduire le cas échéant le ou les fichiers 600 à obtenir.

[0089] Suite à la réception d'une requête pour un fichier 600, le client de téléchargement 202 procède comme suit :

- I. Si un fichier demandé est complet et disponible dans le serveur de fichier, ce fichier est transmis à l'unité de contrôle électronique à travers l'API 201.
- II. Si le fichier n'est pas disponible ou incomplet :
  - Si le fichier n'est pas en cours de téléchargement, le client de téléchargement 102 initie le téléchargement et met la requête de l'unité de contrôle électronique en attente jusqu'à la disponibilité du fichier

complet.

- Si le fichier est en cours de téléchargement mais n'est pas encore complet, le client de téléchargement continue le téléchargement et met la requête de l'unité de contrôle électronique en attente jusqu'à la disponibilité du fichier complet.

[0090] Selon un mode de réalisation particulier, lorsqu'un nœud reçoit une requête pour un fichier de l'unité de contrôle électronique, il renvoie des données relatives à l'état de téléchargement. Selon un mode de réalisation, ces données comportent au moins l'un parmi une indication si le téléchargement du fichier est en cours et un taux de progression du téléchargement. Cette dernière donnée peut simplement consister en un ratio entre le nombre de parties déjà téléchargées par rapport au nombre total de parties du fichier.

[0091] La procédure de téléchargement des différents types d'information et des parties de fichier dans le cadre d'un réseau maillé selon un exemple de réalisation va maintenant être décrite. Dans ce qui suit, on parlera essentiellement de partie de fichier, mais le processus décrit s'applique tout autant au second type d'information ou fichier germe. Le premier type d'information ou fichier d'instruction n'est disponible qu'auprès du serveur 105 et n'est pas stocké de façon distribuée dans le réseau.

[0092] Un nœud demandeur d'un téléchargement possède une file de fichiers et/ou de parties de fichier en attente de téléchargement. Cette file d'attente est remplie notamment sur base de demandes de l'unité de contrôle électronique. Cette file n'est pas nécessairement vide lors de la connexion au réseau maillé car le nœud a pu être déconnecté précédemment du même réseau maillé ou d'un autre réseau maillé. Le cas échéant, elle peut se remplir au fur et à mesure des requêtes de l'unité de contrôle électronique. Le nœud demandeur transmet une requête pour un élément tel qu'une partie de fichier ou fichier entier (par exemple concernant le fichier germe) à son nœud parent et à ses nœuds enfants. La file d'attente sert à alimenter les requêtes. Une requête peut concerner plusieurs parties de fichier ou fichiers, mais pour des raisons de clarté, le cas d'une partie de fichier unique sera considéré dans un premier temps. Une requête permet de déterminer si un nœud dans le réseau possède l'élément dans son stockage local et d'obtenir l'adresse de ce nœud. Il est à noter que lorsqu'il lance une requête, le nœud ignore la ou les adresses du ou des nœuds qui pourront lui fournir les données demandées.

[0093] De manière générale :

- a. un nœud recevant une requête (que ce soit d'un nœud demandeur initial ou d'un nœud intermédiaire) et possédant la partie de fichier demandée va en informer le nœud ayant transmis la requête, en y joignant sa propre adresse, et arrêter de propager la requête ;

- b. un nœud recevant une requête (que ce soit d'un nœud demandeur initial ou d'un nœud intermédiaire) et ne possédant pas la partie du fichier demandée va propager la requête à ses voisins directs (parent, enfants).
- [0094] De proche en proche, tout le réseau peut ainsi être atteint – mais la requête est arrêtée dans sa propagation dans une branche par un nœud qui possède la partie de fichier. Le nœud demandeur initial n'aura donc pas forcément à disposition une liste exhaustive de nœuds possédant le fichier, mais aura au minimum une liste de nœuds les plus proches.
- [0095] Le serveur est considéré comme un nœud parent dans ce procédé, bien que ne faisant pas partie en tant que tel du réseau maillé.
- [0096] Les adresses des nœuds possédant le fichier, dits nœuds source, sont remontées vers le nœud demandeur initial à travers les nœuds intermédiaires.
- [0097] Le nœud demandeur initial choisit l'un des nœuds source pour demander le téléchargement en lui adressant un message en ce sens à travers le nœud le plus proche sur le chemin vers le nœud source choisi, message qui est transmis de nœud en nœud sur ce chemin. Le choix peut être opéré par exemple en évaluant une fonction de coût, ou selon un autre critère.
- [0098] Une fois le nœud source choisi, le nœud demandeur initial envoie une demande de téléchargement à ce nœud source – le nœud source initie alors la transmission de l'élément à travers le réseau maillé. Si le nœud source et le nœud demandeur initial ne sont pas en liaison directe, les paquets de données correspondant à cet élément sont transmises de proche en proche par le ou les nœuds intermédiaires.
- [0099] Selon un mode de réalisation particulier, un nœud qui ne possède pas la partie du fichier demandée dans une requête et qui ne reçoit aucune réponse positive en ce sens de son propre sous-réseau remonte une information négative au nœud qui lui a propagé la requête. On entend par 'sous-réseau' toute la partie du réseau maillé qui est connectée directement ou indirectement au nœud ayant reçu la requête, hors la partie du réseau connectée au nœud dont provient la requête.
- [0100] Selon une variante de réalisation, si l'élément demandé n'est pas disponible mais est en cours de téléchargement par le nœud parent du nœud demandeur initial, alors le nœud parent informe le nœud demandeur initial que l'élément concerné est en cours de téléchargement, optionnellement avec une indication du taux de progression. Le nœud demandeur initial transmet une nouvelle requête pour cet élément après un temps d'attente, qui est par exemple un temps fixe (par exemple quelques dizaines de secondes) ou un temps choisi aléatoirement.
- [0101] Dans le cas où une requête propagée concerne plusieurs éléments, la réponse d'un nœud peut contenir des réponses distinctes pour chacun des éléments, et dans le cas de plusieurs réponses positives, autant d'adresses de nœuds sources.

- [0102] Selon une variante de réalisation, dans le cas où une requête reçue par un nœud concerne plusieurs éléments et que ce nœud possède seulement une partie des éléments demandés, il ne propage que la partie de la requête concernant le ou les éléments pour lesquels il ne peut apporter une réponse positive. Il concatène alors toutes les réponses reçues, y compris la sienne, en une seule réponse qui sera transmise au nœud dont il a reçu la requête.
- [0103] Selon une variante de réalisation, en vue de permettre au nœud demandeur initial de recevoir l'ensemble des adresses des nœuds source potentiels étant donné que les diverses requêtes et réponses doivent avoir le temps de se propager à travers le réseau maillé, le nœud demandeur initial prévoit un temps d'attente après réception d'une première réponse positive avant de choisir un nœud source. Ce temps d'attente, modifiable par paramétrage du nœud, peut être, par exemple, de quelques secondes.
- [0104] Selon une variante de réalisation, la requête du nœud demandeur initial contient l'adresse IP de ce nœud, pour qu'un nœud recevant indirectement la requête par un nœud intermédiaire puisse répondre directement au nœud demandeur initial par un message utilisant cette adresse IP comme adresse destinataire. Il n'y a alors pas de concaténation de la réponse par le nœud intermédiaire. Cela suppose aussi que cette adresse IP est contenue dans les requêtes propagées au-delà des nœuds directement connectés au nœud demandeur initial.
- [0105] Selon une variante de réalisation, l'évaluation d'une fonction de coût d'un téléchargement (de type d'information, de fichier ou de partie de fichier) est implémentée pour choisir l'une parmi plusieurs nœuds source pour télécharger un élément donné. Selon le présent mode de réalisation, la fonction de coût tend à privilégier un nœud du réseau maillé comme source plutôt qu'un serveur extérieur au réseau maillé, sans toutefois exclure ce serveur.
- [0106] Selon un exemple de réalisation particulier de cette variante, la fonction de coût prend en compte :
- a. Le niveau de signal (donné par le RSSI, qui est une valeur négative en dBm entre 0 et -255) entre deux nœuds
  - b. Le nombre de sauts (nombre de nœuds intermédiaires entre un nœud demandeur initial et un nœud source)
  - c. Le type de connexion (par exemple, cellulaire ou non-cellulaire)
- [0107] Concernant le point (a), le RSSI est le niveau du signal entre le client Wifi (la partie station d'un nœud enfant) et le point d'accès Wifi (la partie Access Point d'un nœud parent). Chaque liaison a son propre RSSI. Le RSSI global d'un chemin entre le nœud demandeur et le nœud fournisseur potentiel de l'élément à télécharger est la somme de ces RSSI. On pratique, pour évaluer le coût de la liaison, on prendra la valeur 255 retranchée du RSSI car plus le niveau du signal est élevé, plus le RSSI est élevé (proche

de 0). Les valeurs des RSSI des liaisons entre le nœud demandeur et le nœud fournisseur sont véhiculées dans le message de réponse positive du nœud fournisseur à la demande de fourniture du fichier. A cette fin, le message de réponse contient deux registres numériques : RSSI et STABILITE, initialisés par le nœud fournisseur respectivement à 0 et 1. Le nœud fournisseur transmet ce message au nœud qui lui a transmis la demande du fichier. Ce dernier incrémente le registre RSSI du message avec la valeur 255 retranchée de la valeur du RSSI entre lui-même et le nœud fournisseur et réalise le produit de la valeur du registre STABILITE avec la valeur de la stabilité de la liaison entre lui-même et le nœud fournisseur. Puis il transmet ce message au nœud qui lui avait transmis la demande qu'il avait lui-même transmise au nœud fournisseur. Le processus se répète jusqu'à ce que le message parvienne au nœud demandeur. Ce dernier réalise les mêmes opérations puis calcule le coût total du chemin entre lui et le nœud fournisseur en divisant la valeur du registre RSSI par celle du registre STABILITE.

[0108] Le tableau 2 illustre les valeurs successives prises par les registres RSSI et STABILITE au fur et à mesure de la progression du message dans le réseau.

[0109] [Tableaux2]

Rang		Avec nœud précédent		Registres du message	
		RSSI	Stabilité	RSSI	STABILITE
n	Nœud Fournisseur (n)	N/A	N/A	0	1
n-1	Nœud intermédiaire (n-1)	$R_{n-1}$	$S_{n-1}$	$0+R_{n-1}$	$1 \times S_{n-1}$
n-2	Nœud intermédiaire (n-2)	$R_{n-2}$	$S_{n-2}$	$0 + R_{n-1} + R_{n-2}$	$1 \times S_{n-1} \times S_{n-2}$
	...	...	...		
1	Nœud intermédiaire 1	$R_1$	$S_1$	$0 + R_{n-1} + R_{n-2} + \dots + R_1$	$1 \times S_{n-1} \times S_{n-2} \times \dots \times S_1$
0	Nœud demandeur	$R_0$	$S_0$	$0 + R_{n-1} + R_{n-2} + \dots + R_1 + R_0$	$1 \times S_{n-1} \times S_{n-2} \times \dots \times S_1 \times S_0$

[0110] Le coût du chemin entre le nœud fournisseur (n) et le nœud demandeur (0) est :

[0111] [Math.1]

$$C = \frac{\sum_{k=0}^{n-1} R_k}{\prod_{k=0}^{n-1} S_k}$$

- [0112] Concernant le point (c), une valeur de coût de la liaison entre le serveur 105 et le nœud racine est fournie par ce dernier aux autres nœuds du réseau maillé.
- [0113] Selon une autre variante de réalisation, la stabilité du réseau est également prise en compte sous la forme d'une valeur entre 0 et 1, où 1 représente une stabilité maximale. La stabilité de plusieurs connexions consécutives est obtenue par le produit des stabilités de chaque connexion entre le nœud demandeur et le nœud source, et une évaluation de la puissance du signal entre ces deux nœuds est compensée en divisant cette évaluation de puissance par le produit des stabilités. Selon un mode de réalisation particulier, la stabilité d'une connexion individuelle est fonction d'un ou plusieurs critères parmi le temps de connexion constaté sur une période donnée, l'heure de la journée, la stabilité du voisinage dans le réseau maillé et d'autres critères mesurables dépendant indirectement des déplacements du nœud.
- [0114] La [Fig.4] montre un exemple de réseau maillé simple comprenant un serveur 400 et des nœuds 401 à 404. La source 401 et le nœud 404 sont des sources potentielles pour des données requises par le nœud demandeur 402. Le nœud 401 est le nœud racine et les nœuds 402, 403 et 404 sont des nœuds de rangs respectifs 1, 2, 3. Une valeur de RSSI, est associée à chaque connexion parmi les nœuds. Cette valeur de RSSI est notée 'RSSI x-y' où x indique le rang d'un premier nœud et y indique le rang d'un second nœud connecté au premier nœud, avec  $x < y$ .
- [0115] La fonction de coût évaluée pour les deux sources potentielles peut alors être de la forme :
- [0116]  $\text{CoûtSource1} = (255 - \text{« RSSI 2-3 »}) + (255 - \text{« RSSI 1-2 »})$
- [0117]  $\text{CoûtSource2} = (255 - \text{« RSSI 0-1 »}) + \text{TELCO}$
- [0118] où 'TELCO' est un coût associé au réseau d'accès auquel le nœud racine est connecté. Selon le présent exemple, le coût associé à la liaison TELCO le coût maximum d'une liaison dans le réseau maillé, soit '-255.
- [0119] La [Fig.5] est un exemple chiffré d'un réseau et de l'évaluation des coûts prenant en compte la stabilité de chaque connexion. Dans l'exemple de la [Fig.5], le serveur 500 et les nœuds 501 à 504 sont respectivement connectés de manière similaire au serveur 400 et aux nœuds 401 à 404 de la [Fig.4]. Le nœud 502 possède par ailleurs un fils 505 et un petit-fils 506. La figure donne les valeurs des différents critères pris en compte dans la fonction de coût.

[0120] [Tableaux3]

Source	Destination	Coût
Serveur 500	Nœud 502	$((255 + 255) + (255 + 43)) / (0.99 * 0.7) = 1166$
Nœud 506	Nœud 502	$((255 + 68) + (255 + 58)) / (0.85 * 0.9) = 831$
Nœud 504	Nœud 502	$((255 + 38) + (255 + 33)) / (0.7 * 0.6) = 1383$

[0121] Le nœud 506 est le nœud source donnant le coût le plus faible. A noter qu'en tant que source, le serveur a un coût moyen, notamment grâce à la valeur de stabilité importante associée à la connexion avec le nœud racine.

[0122] Bien que les deux exemples donnés ci-dessous combinent différents critères d'une certaine dans les fonctions de coût présentées, ces différents critères peuvent être utilisés indépendamment les uns des autres ou combinés de manière différente, selon les besoins. Il reste également possible de rajouter un ou plusieurs autres critères.

[0123] La [Fig.8] est un organigramme illustrant certaines des étapes selon l'un des modes de réalisation précédemment décrits et mises en œuvre au niveau d'un nœud.

[0124] Une première étape S801 comporte l'obtention des premières données identifiant un fichier à obtenir. Une seconde étape S802 comporte l'obtention de secondes données identifiant une pluralité de parties du fichier à obtenir. Une troisième étape S803 comporte le stockage des secondes données en local. Une quatrième étape S805 comporte l'obtention d'au moins une partie du fichier. Une cinquième étape comporte le stockage de l'au moins une partie obtenue en local.

[0125] Le nœud peut alors servir de source pour les secondes informations et/ou la ou les parties du fichier stockées en local. A noter que le nœud peut bien entendu servir de source pour les secondes informations sans que des parties de fichier soient déjà stockées localement.

[0126] La [Fig.9] est un organigramme illustrant certaines des étapes selon l'un des modes de réalisation précédemment décrits et mises en œuvre au niveau d'un nœud.

[0127] Une première étape S901 comporte la réception, au niveau d'un nœud donné, d'une requête d'un autre nœud du réseau maillé pour la vérifier la présence d'un élément dans le stockage local du nœud donné. Le nœud donné vérifie la présence de l'élément dans son stockage local (étape S902). Si l'élément est présent, le nœud donné s'identifie comme nœud source et transmet une réponse positive au nœud ayant envoyé la requête dans une étape S903. Le nœud donné précise un identifiant tel qu'une adresse qui permettra à un autre nœud recevant cet identifiant de le contacter. Si

l'élément n'est pas présent dans le stockage local, la requête est propagée, selon une étape S904, aux nœuds en liaison directe avec le nœud donné, à l'exception du nœud ayant envoyé la requête. Le nœud donné attend alors des réponses des nœuds auxquels la requête aura été propagée. Si une réponse positive est reçue avec une identification d'un nœud source, ce qui est testé lors d'une étape S905, alors le nœud donné transmet cette identification au nœud ayant envoyé la requête dans une étape S907. Le nœud source peut être l'un des nœuds en liaison directe avec le nœud donné, ou un autre nœud auquel la requête aura été propagée par ailleurs, ou le serveur. Plusieurs nœuds source peuvent s'identifier et leur identification transmise. Si aucune réponse positive n'est reçue, le nœud donné transmet une réponse négative au nœud ayant envoyé la requête, selon une étape S906.

[0128] La [Fig.10] est un organigramme illustrant certaines des étapes selon l'un des modes de réalisation précédemment décrits et mises en œuvre au niveau d'un nœud.

[0129] Selon une étape S1001, un nœud donné transmet, aux nœuds en liaison directe, une requête pour vérifier la présence d'un élément à télécharger. Si au moins un identifiant d'un nœud source est obtenu en retour (test positif à l'étape S1002), alors une sélection d'un nœud source est opérée lors d'une étape S1003, une demande de transmission de l'élément est envoyée au nœud source sélectionné lors d'une étape S1004, et l'élément est reçu et stocké localement dans une étape S1005. Si aucun identifiant de nœud source n'est obtenu, l'étape S1001 est reprise si certaines conditions sont remplies (par exemple et de façon non limitative, de telles conditions peuvent comprendre l'une ou plusieurs parmi : le réseau maillé est de nouveau connecté à un serveur, le nœud donné a obtenu un nouveau nœud enfant, de nouveaux nœuds se sont annoncés dans le réseau maillé...).

## Revendications

- [Revendication 1] Méthode de transmission de données dans un réseau maillé (103) de dispositifs de communication (301-307), la méthode étant mise en œuvre par un dispositif donné (101) du réseau maillé muni d'un processeur (208), la méthode comprenant:
- l'obtention (S801) de premières données (700) identifiant un fichier (600), lesdites premières données étant à obtenir d'une source externe (105) au réseau maillé et à l'exclusion des dispositifs du réseau maillé, ledit fichier étant obtainable sous la forme d'une pluralité de parties dont l'ensemble permet de former le fichier complet ;
  - l'obtention (S802) de secondes données (601) identifiant les parties (605-608) formant le fichier (600) à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;
  - l'obtention (S804) d'au moins une partie du fichier à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;
  - le stockage (S803, S805), dans un module de stockage (207) du dispositif donné, des secondes données et des parties de fichier pour transmission en cas de demande d'un autre dispositif du réseau maillé ;
  - le réseau maillé étant organisé sous la forme d'une structure arborescente selon laquelle chaque dispositif est connecté au plus à un dispositif parent et peut être connecté à zéro, un ou plusieurs dispositifs enfant, le procédé comportant en outre
  - la réception (S901) d'une requête d'un dispositif directement connecté au dispositif donné dans l'arborescence du réseau maillé, ladite requête identifiant un élément recherché, et l'envoi (S903) d'une réponse positive au dispositif dont la requête a été reçue si l'élément recherché est l'un parmi les secondes données et l'au moins une partie de fichier stockées par ledit dispositif donné, la réponse positive comportant une adresse du dispositif donné.
- [Revendication 2] Méthode selon la revendication 1, où l'obtention des secondes données (601) ou de l'au moins une partie du fichier (605 – 608) comprend la transmission (S1001) d'une requête aux dispositifs directement connectés au dispositif donné dans le réseau maillé dans la structure arborescente, ladite requête identifiant les secondes données ou l'au moins une partie de fichier à obtenir.
- [Revendication 3] Méthode selon la revendication 2, comprenant la réception de réponses des dispositifs auxquels la requête a été envoyée, les réponses

comportant le cas échéant l'adresse d'un ou plusieurs dispositifs du réseau maillé ayant stocké les secondes données ou l'au moins une partie de fichier à obtenir et auxquels la requête aura été envoyée ou au moins partiellement propagée.

- [Revendication 4] Méthode selon la revendication 3 comprenant la détermination, parmi le ou les dispositifs dont la ou les adresses ont été reçues, d'un dispositif auprès duquel les secondes données ou l'au moins une partie du fichier sont à obtenir, la détermination étant basée sur une fonction de coût prenant en compte la ou les liaisons sur le chemin, dans la structure arborescente, entre le dispositif donné et chacun du ou des dispositifs dont la ou les adresses ont été reçues.
- [Revendication 5] Méthode selon la revendication 4, dans laquelle la fonction de coût prend en compte un ou plusieurs parmi un ou des niveaux de signal sur la ou les liaisons sur ledit chemin, le nombre de sauts sur ledit chemin, la nature de la ou des liaisons sur ledit chemin, un ou des indicateurs de stabilité de la ou des liaisons sur ledit chemin.
- [Revendication 6] Méthode selon la revendication 5, dans laquelle la fonction de coût prend en compte la combinaison d'un ou des niveaux de signal sur la ou les connexions sur ledit chemin et un ou des indicateurs de stabilité de la ou des liaisons sur ledit chemin.
- [Revendication 7] Méthode selon la revendication 6, dans laquelle le coût induit par une liaison entre un dispositif du réseau maillé et la source externe est pris supérieur au coût induit par une liaison entre deux dispositifs du réseau maillé.
- [Revendication 8] Méthode selon la revendication 1, comportant, en cas d'absence de l'élément recherché dans le stockage du dispositif donné, la propagation (S904) de la requête aux dispositifs directement connectés au dispositif donné dans l'arborescence en dehors du dispositif dont la requête a été initialement reçue, et la collecte des réponses des dispositifs auprès desquels la requête a été propagée pour renvoi (S906, S907) d'une réponse au dispositif dont la requête a été initialement reçue.
- [Revendication 9] Méthode selon l'une des revendications 1 ou 8, comprenant, si le dispositif donné est connecté à ladite source externe (105) et ne possède pas l'élément recherché dans son stockage, le renvoi de l'adresse de ladite source externe dans la réponse.
- [Revendication 10] Méthode selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant la réception, à partir de la source externe (105), de données de registre d'une chaîne de blocs maintenue par ladite source externe, ladite chaîne de blocs

contenant un bloc avec les secondes et troisièmes données ou des blocs avec respectivement les secondes données et les troisièmes données, les données de registre étant adaptées à permettre la vérification, par le nœud, de l'intégrité des secondes et troisièmes données, les troisièmes données comprenant au moins une partie du fichier.

[Revendication 11]

Dispositif de communication adapté à se connecter à un réseau maillé comprenant d'autres dispositifs, ledit dispositif comprenant une interface (203) de réseau maillé, un module de stockage local (207) et un processeur (208) configuré pour conduire ledit dispositif de communication à mettre en œuvre :

l'obtention (S801) de premières données (700) identifiant un fichier (600), lesdites premières données étant à obtenir d'une source externe (105) au réseau maillé et à l'exclusion des dispositifs du réseau maillé, ledit fichier étant obtainable sous la forme d'une pluralité de parties dont l'ensemble permet de former le fichier complet ;

l'obtention (S802) de secondes données (601) identifiant les parties (605-608) formant le fichier (600) à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;

l'obtention (S804) d'au moins une partie du fichier à partir de la source externe ou d'un autre dispositif du réseau maillé ;

le stockage (S803, S805), dans le module de stockage (207) du dispositif de communication, des secondes données et des parties de fichier pour transmission en cas de demande d'un autre dispositif du réseau maillé ;

et, le réseau maillé étant organisé sous la forme d'une structure arborescente selon laquelle chaque dispositif est connecté au plus à un dispositif parent et peut être connecté à zéro, un ou plusieurs dispositifs enfant, la réception (S901) d'une requête d'un dispositif directement connecté au dispositif donné dans l'arborescence du réseau maillé, ladite requête identifiant un élément recherché, et l'envoi (S903) d'une réponse positive au dispositif dont la requête a été reçue si l'élément recherché est l'un parmi les secondes données et l'au moins une partie de fichier stockées par ledit dispositif donné, la réponse positive comportant une adresse du dispositif donné.

[Revendication 12]

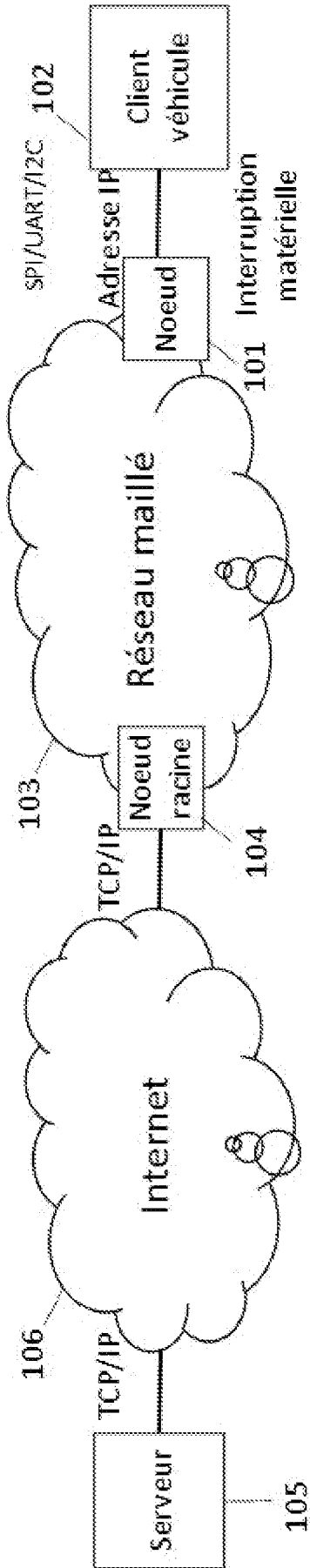
Dispositif de communication selon la revendication 11, comprenant - une interface programmable d'application (201) pour transmettre les premières données à un dispositif client (200) et à recevoir de ce dispositif client une requête pour l'obtention d'un fichier identifié (600)

dans les premières données et pour transmettre le fichier identifié au dispositif client ;

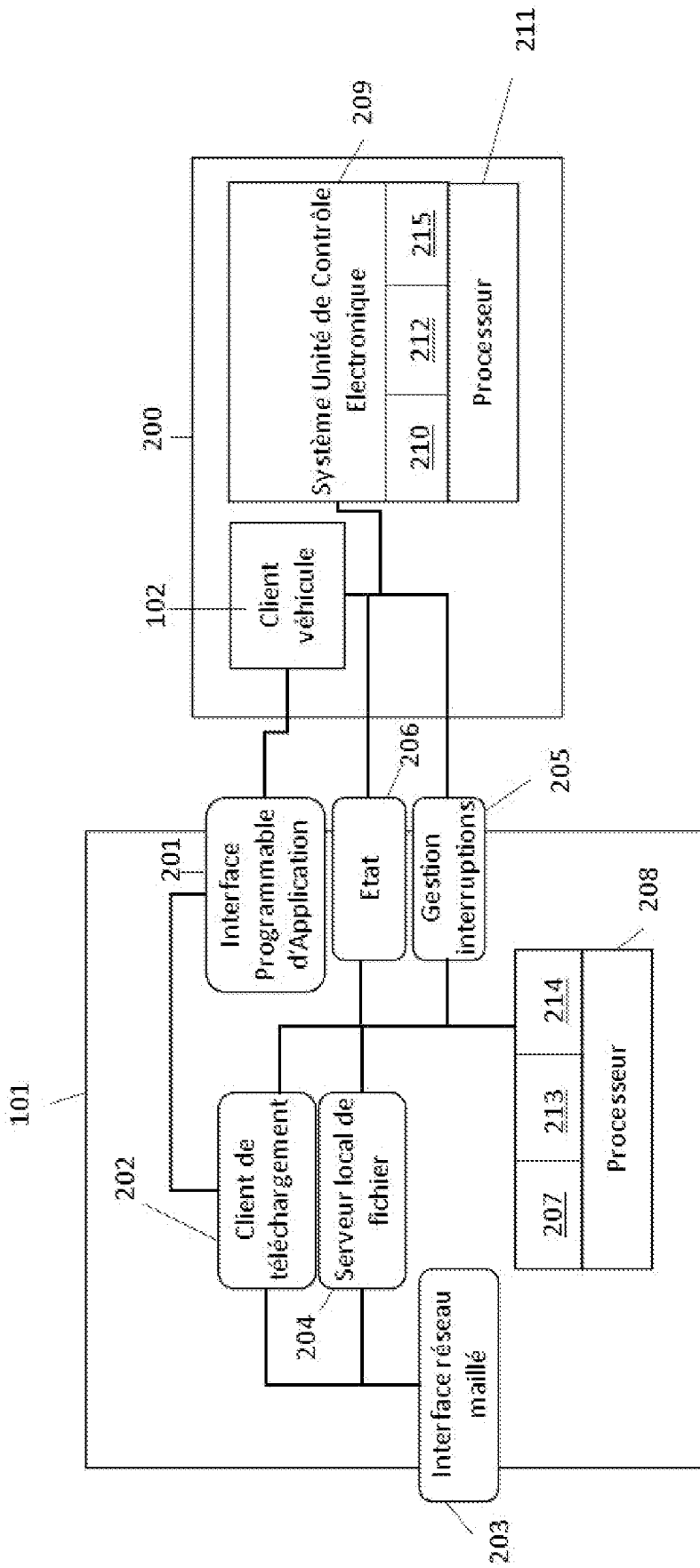
- un client de téléchargement (202) pour télécharger la pluralité de parties de fichier correspondant au fichier identifié (600), pour former le fichier identifié complet à partir des parties du fichier.

[Revendication 13] Dispositif de communication selon l'une des revendications 11 ou 12, dans lequel le processeur est configuré pour conduire ledit dispositif à mettre en œuvre l'une des méthodes des revendications 1 à 10.

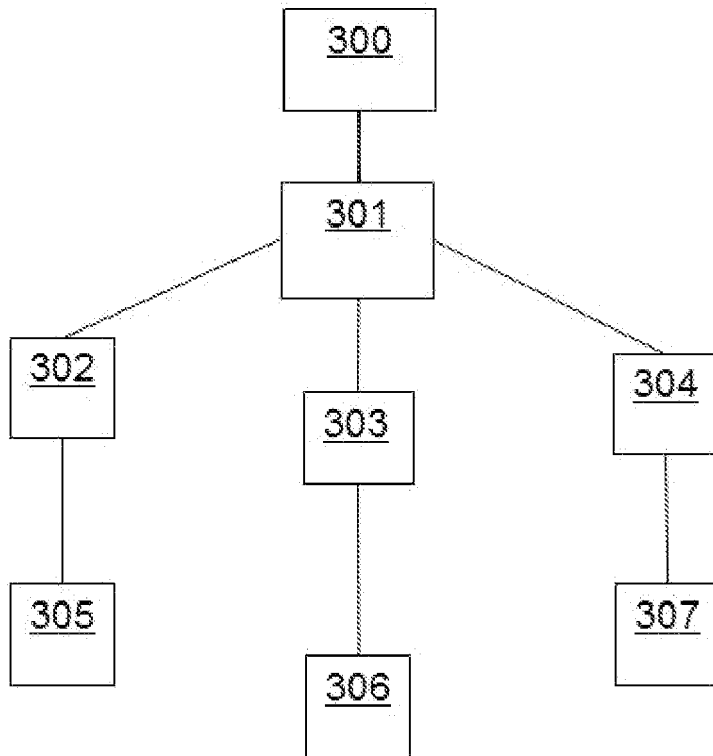
[Fig. 1]



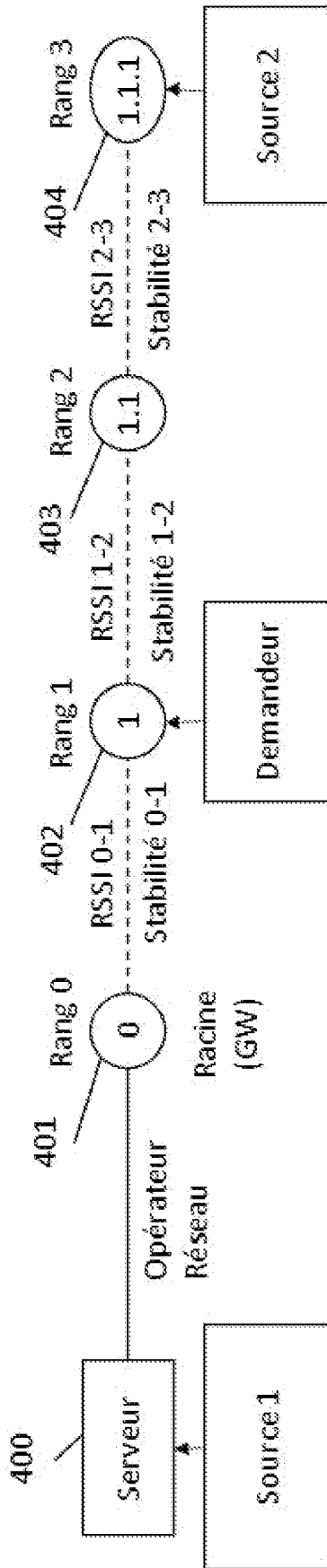
[Fig. 2]



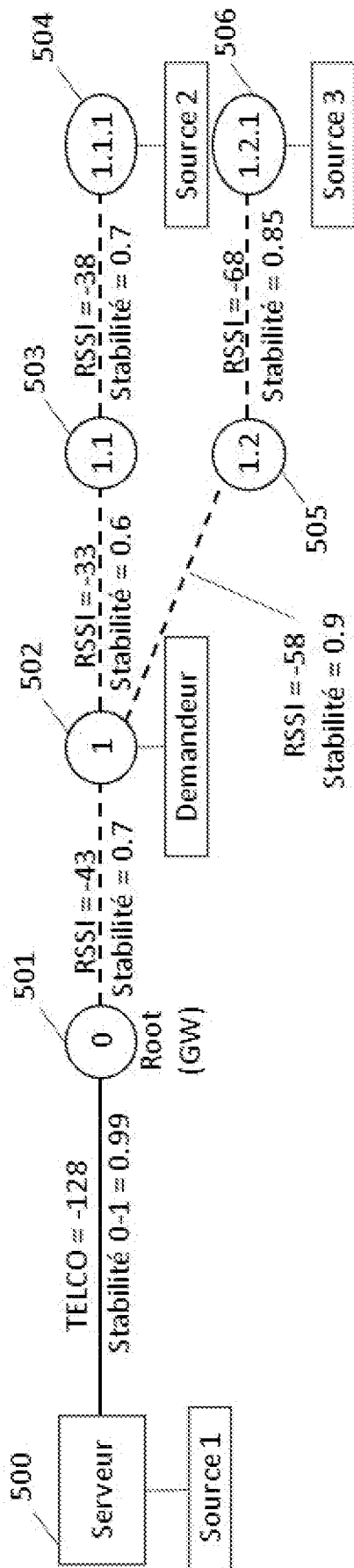
[Fig. 3]



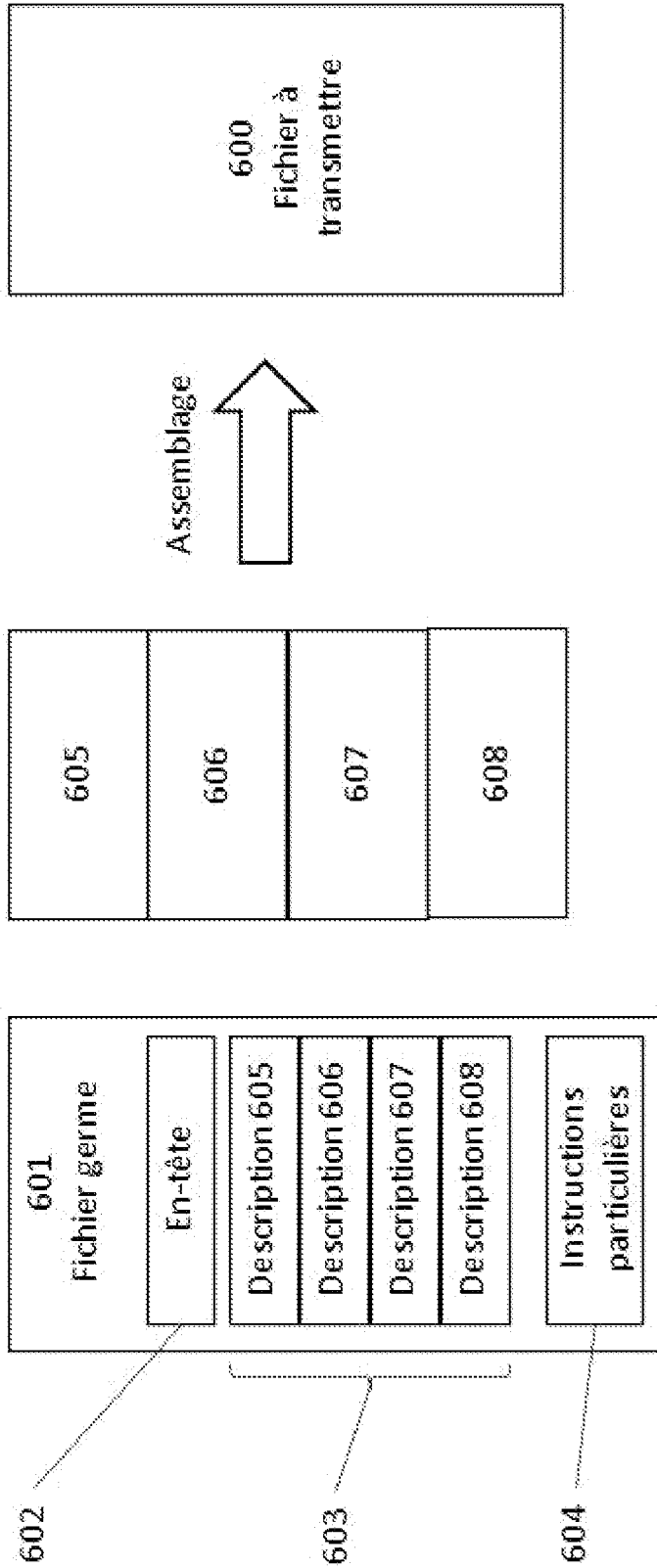
[Fig. 4]



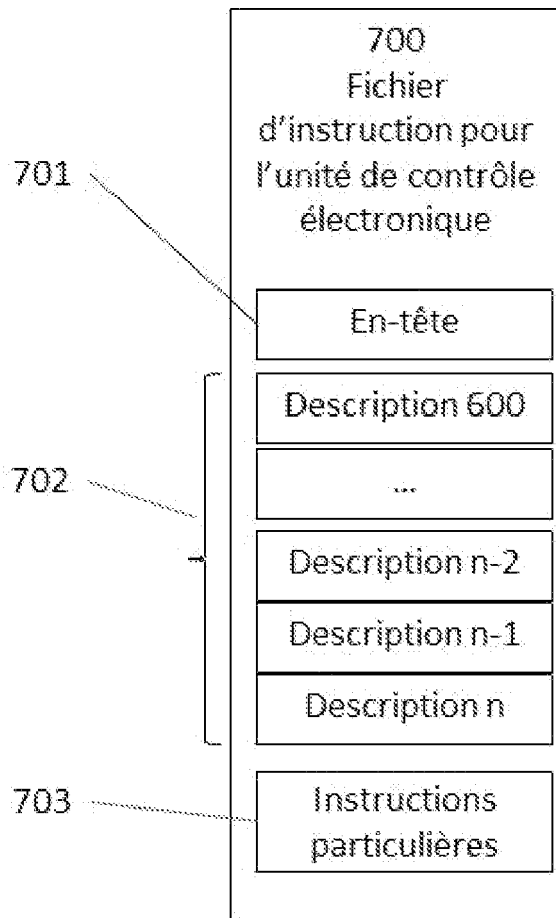
[Fig. 5]



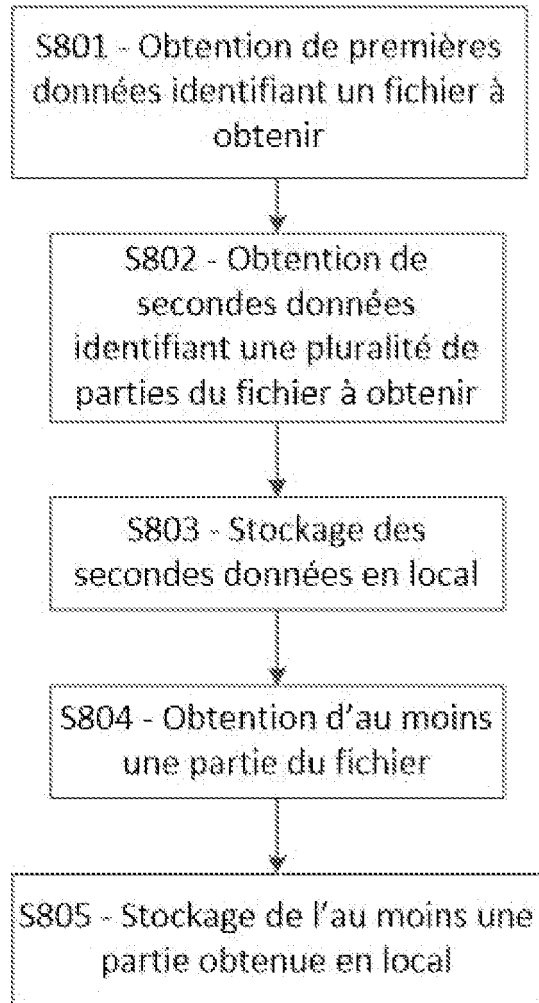
[Fig. 6]



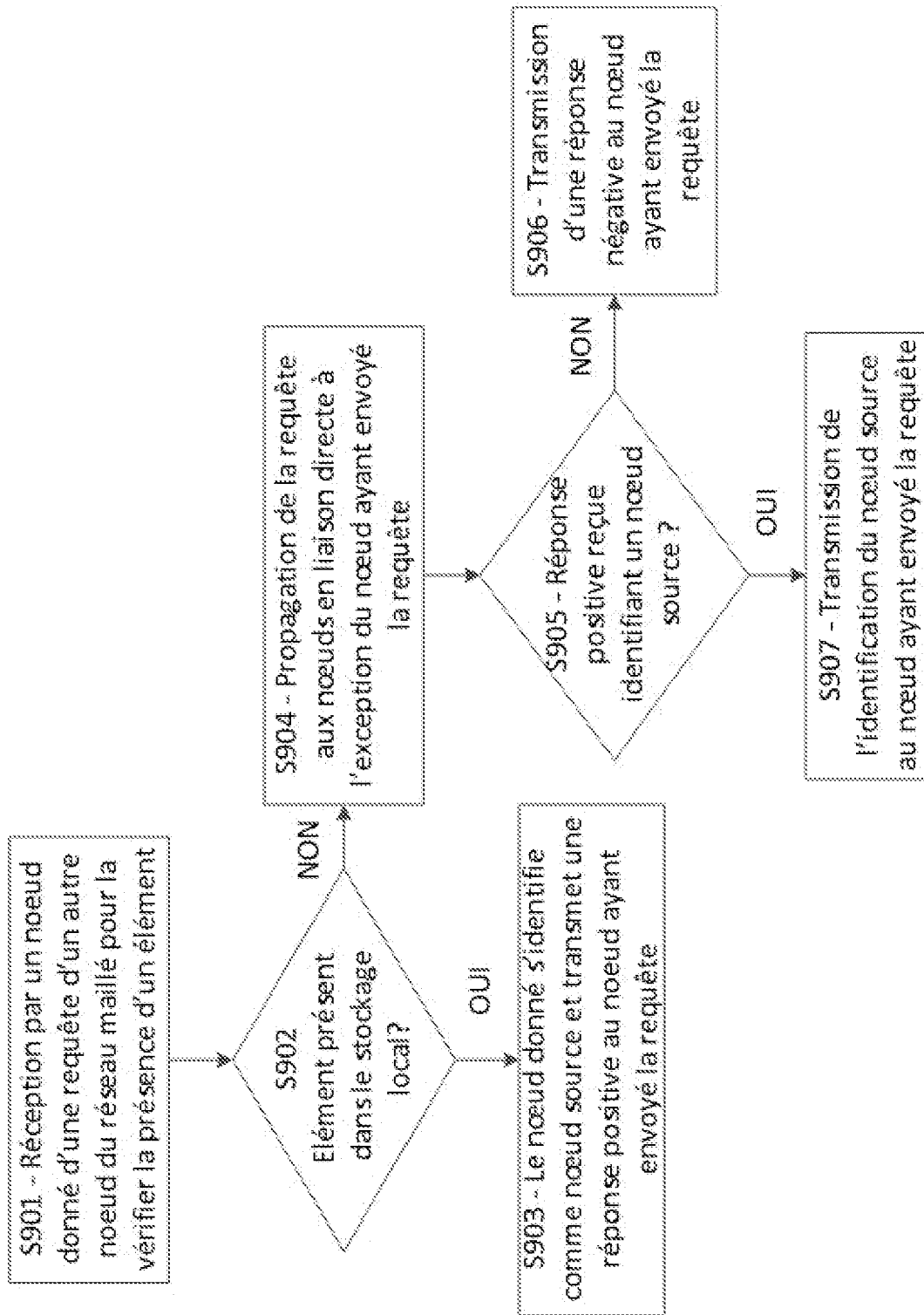
[Fig. 7]



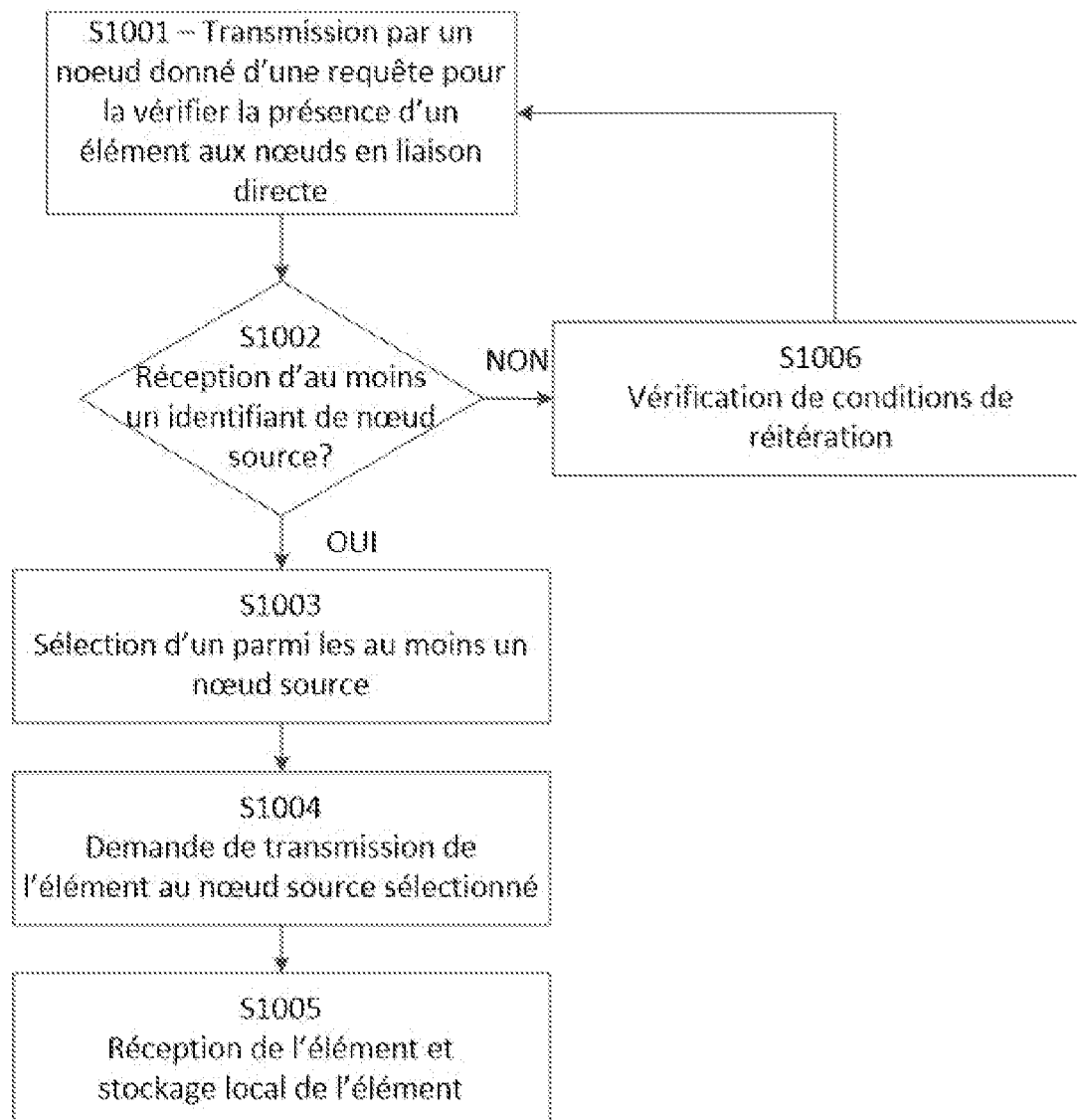
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2010/094923 A1 (MARTINEZ JOHN V [US])  
15 avril 2010 (2010-04-15)

US 2020/412801 A1 (HAEBLER MARCUS [US] ET  
AL) 31 décembre 2020 (2020-12-31)

US 2006/282405 A1 (KOFFRON MICAH A [US])  
14 décembre 2006 (2006-12-14)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT