

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/137314 A1

(43) Date de la publication internationale
17 août 2017 (17.08.2017)

- (51) Classification internationale des brevets :
H04L 12/707 (2013.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/052333
- (22) Date de dépôt international :
3 février 2017 (03.02.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1650982 8 février 2016 (08.02.2016) FR
- (71) Déposants : FONDATION B COM [FR/FR]; ZAC des Champs Blancs, 1219 Avenue des champs blancs, 35510 Cesson Sevigne (FR). ORANGE [FR/FR]; 78, rue Olivier de Serres, 75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : GUILLEMIN, Fabrice; 5 Karrhent ar Bleiz, 22560 Pleumeur Bodou (FR). HOUZE, Patrice; 21 avenue Aristide Briand, 35000 Rennes (FR).
- (74) Mandataire : CALVEZ, Olivia; Cabinet Le Guen Maillat, 5 Place Newquay, B.P 70250, 35802 Dinard Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiens (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR TRANSMITTING DATA IN A MULTI-PATH COMMUNICATION

(54) Titre : PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES DANS UNE COMMUNICATION MULTI-CHEMIN

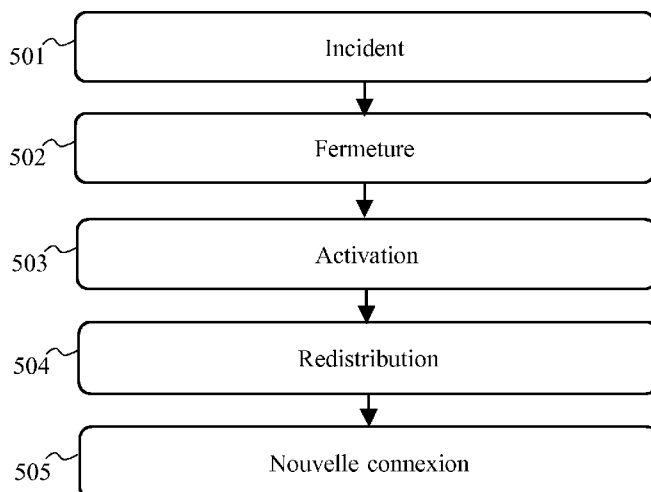


Fig. 5

501 Incident
502 Closure
503 Activation
504 Redistribution
505 New connection

(57) Abstract : In the context of a data transmission for a multi-path communication from a source terminal device to a destination terminal device, the method: establishes, on at least one path of the multi-path communication, a plurality of connections with the destination terminal device; for each path on which a so-called plurality of connections has been established, selecting, in order to activate same, at least one connection from the plurality of established connections, the other established connections being held in reserve; distributing the data between the selected connections, termed active connections, according to at least one predefined distribution and transmitting the distributed data. On detection (501) of a transmission incident via an active connection on a path on which a so-called plurality of connections has been established, the method closes (502) said active connection, and activates (503) a connection that had been placed in reserve on said path.

(57) Abrégé : Dans le cadre d'une transmission de données pour une communication multi-chemin depuis un équipement terminal source vers un équipement terminal destination, le procédé: établit, sur au

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/137314 A1

moins un chemin de la communication multi- chemin, une pluralité de connexions avec l'équipement terminal destination; pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, sélectionner pour la rendre active au moins une connexion parmi la pluralité de connexions établies, les autres connexions établies étant mises en réserve; répartir les données entre les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins une règle de répartition prédéfinie et transmettre les données réparties. Sur détection (501) d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, le procédé ferme (502) ladite connexion active, et rend active (503) une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit chemin.

Procédé de transmission de données dans une communication multi-chemin

La présente invention concerne une communication multi-chemin de données depuis un équipement terminal source vers un équipement terminal destination via un réseau de communication, et plus particulièrement une gestion d'incident de transmission dans le cadre de la communication multi-chemin afin d'éviter des situations de blocage en tête de ligne.

Dans le cadre de transmissions de données depuis un équipement terminal source jusqu'à un équipement terminal destination, il peut exister une pluralité de chemins de communication pour permettre de transmettre lesdites données. Certaines technologies de transmission permettent d'exploiter l'existence d'une telle pluralité de chemins, de manière à notamment augmenter la bande passante mise à disposition de l'équipement terminal source pour transmettre lesdites données à l'équipement terminal destination. En s'appuyant sur le protocole de transport TCP (« Transmission Control Protocol » en anglais), tel que décrit dans le document normatif RFC 793, la technologie MPTCP (« MultiPath TCP » en anglais), tel que décrite dans le document normatif RFC 6824, a ainsi été développée. En utilisant une technologie de communication multi-chemin, l'équipement terminal source établit avec l'équipement terminal destination diverses connexions sur des chemins respectifs, et distribue, entre ces diverses connexions, les données à transmettre.

Etant donné que les connexions sont établies sur des chemins distincts, les données qui transitent par ces connexions subissent des contraintes de transmission différentes d'une connexion à l'autre. Cela est d'autant plus vrai lorsque les connexions reposent sur des liens physiques hétérogènes (*e.g.* une connexion passe par un réseau communication de type Wi-Fi (marque déposée), alors qu'une autre connexion passe par un réseau de communication mobile selon une technologie promue par l'organisation 3GPP (« Third Generation Partnership Project » en anglais), comme par exemple GPRS (« General Paquet Radio Service » en anglais), UMTS (« Universal Mobile Telecommunications System » en anglais) ou LTE (« Long-Term Evolution » en anglais). Des situations de blocage en tête de ligne (« head-of-line blocking » en anglais) peuvent alors survenir, ce qui est particulièrement dommageable dans le cadre d'applications temps-réel qui imposent une contrainte temporelle de disponibilité des données en réception. En effet, si une perte de données survient sur un chemin A qui est utilisé dans le cadre d'une communication multi-

chemin et qui induit une latence moyenne de transmission de bout-en-bout bien plus élevée que sur au moins un autre chemin B utilisé dans le cadre de ladite communication multi-chemin, alors cette différence significative de latences de transmission entre les chemins A et B entraîne d'importants dé-séquencements de données au niveau de l'équipement terminal destination. La perte de données implique
5 que de nombreuses données reçues par l'équipement terminal destination sont mises en file d'attente de réception, le temps que l'équipement terminal destination reçoive effectivement les données perdues grâce à un mécanisme de retransmission activé par l'équipement terminal source pour le chemin A, et un phénomène de blocage en tête
10 de ligne apparaît alors. Des blocages en tête de ligne peuvent apparaître rien que par la différence significative de latences de transmission entre les chemins A et B, mais la perte de données amplifie le phénomène lorsque ladite perte de donnée survient sur le chemin A qui présente la latence moyenne de transmission de bout-en-bout la plus élevée.

15 Il est souhaitable de pallier ces inconvénients de l'état de la technique. Il est plus particulièrement souhaitable de limiter, voire d'éviter, que des situations de blocage en tête de ligne surviennent dans des communications multi-chemin, notamment lorsque des différences significatives de latences de transmission existent entre les différents chemins empruntés par lesdites communications multi-chemin. Il est aussi
20 souhaitable de pouvoir utiliser, dans le cadre de connexions établies pour ces communications multi-chemin, des protocoles de transmission en mode orienté connexion qui soient standard, tels que TCP, qui sont d'ores et déjà bien supportés par les équipements d'infrastructures réseau par lesquels passent les chemins de communication de la communication multi-chemin.

25 La présente invention concerne un procédé de transmission de données dans le cadre d'une communication multi-chemin depuis un équipement terminal source vers un équipement terminal destination. Le procédé est tel qu'il comporte les étapes suivantes : établir, sur au moins un chemin de la communication multi-chemin, une pluralité de connexions depuis l'équipement terminal source vers l'équipement
30 terminal destination ; pour chaque chemin sur lequel une pluralité de connexions a été établie, sélectionner pour la rendre active au moins une connexion parmi ladite pluralité de connexions, les autres connexions établies étant mises en réserve ; et répartir les données entre les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins une règle de répartition prédéfinie, et transmettre les données réparties. Sur

détection d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, le procédé est en outre tel qu'il comporte les étapes suivantes : fermer ladite connexion active, et rendre active une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit chemin. Ainsi, en fermant la
5 connexion active où l'incident de transmission a été détecté, le procédé coupe court aux retransmissions de données via cette connexion, et remet à disposition, pour la répartition de données entre les chemins, une nouvelle connexion (qui avait été mise en réserve sur ledit chemin). La mise en réserve d'au moins une connexion permet d'assurer que la communication multi-chemin bénéficie sans tarder d'une nouvelle
10 connexion sur le chemin où l'incident de transmission a été détecté. La perte de la connexion défaillante est ainsi compensée par un ensemble de connexions actives plus performantes, ce qui permet de limiter, voire d'éviter, des situations de blocage en tête de ligne.

Selon un mode de réalisation particulier, une pluralité de connexions est établie
15 depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination pour chaque chemin de la communication multi-chemin. Ainsi, la communication multi-chemin est plus robuste aux incidents de transmission, tels que des pertes de paquet de données, qui peuvent survenir sur n'importe lequel desdits chemins.

Selon un mode de réalisation particulier, après avoir établi chaque dite pluralité
20 de connexions, une unique connexion est sélectionnée pour la rendre active pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie. Ainsi, la répartition des données entre les différents chemins permet d'implémenter une politique d'équité (« fairness » en anglais) de charge entre lesdits chemins.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé implémentant un mécanisme
25 de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de congestion de la connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, selon un mécanisme de démarrage lent. Ainsi, le procédé a un comportement prudent et respectueux (« friendly » en anglais), ce qui limite les risques de perte de données via
30 la connexion qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, et ce qui permet une recherche graduelle d'une taille de fenêtre de congestion appropriée.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de congestion de la

connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, à une valeur maximale de taille autorisée. Ainsi, le procédé peut être plus efficace, puisqu'il ne perd pas de temps à monter en puissance lorsque la répartition de données va faire que la connexion qui a été rendue active suite à l'incident de transmission est effectivement utilisée.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de congestion de la connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, à une valeur de taille égale à une valeur de taille que la fenêtre de congestion de la connexion où l'incident a été détecté avait avant d'être fermée. Ainsi, le procédé exploite la connaissance *a priori* des caractéristiques actuelles du chemin en question.

Selon un mode de réalisation particulier, après avoir fermé la connexion où l'incident a été détecté, le procédé établit une nouvelle connexion sur le chemin sur lequel avait été établie la connexion fermée, la nouvelle connexion étant mise en réserve. Ainsi, le procédé dispose de suffisamment de connexions en réserve pour absorber les incidents de transmission.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé établit, pour chaque dite pluralité de connexions, une quantité Q de connexions telle que :

$$Q = \left\lceil 1 + \frac{\max(t_1, t_2)}{RTT} \right\rceil$$

où $\lceil x \rceil$ représente la partie entière par excès de x , t_1 représente un temps nécessaire pour établir une connexion entre l'équipement terminal source et l'équipement terminal destination, t_2 représente un temps nécessaire pour fermer une connexion entre l'équipement terminal source et l'équipement terminal destination, et RTT représente un temps moyen d'aller-retour le long du chemin sur lequel ladite pluralité de connexions a été établie. Ainsi, le procédé dispose toujours de suffisamment de connexions en réserve pour absorber les incidents de transmission, car le procédé prend en compte les temps de fermeture et d'établissement de connexion, ces temps étant liés au temps moyen d'aller-retour le long du chemin en question.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé extrait des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à la connexion où l'incident a été détecté, et redistribue les données extraites entre les connexions actives de la

communication multi-chemin selon au moins une règle de redistribution prédéterminée. Ainsi, l'absorption de l'incident de transmission en termes de latence de transmission est améliorée.

5 Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend un classement des connexions actives en fonction de latences moyennes de transmission que lesdites connexions actives impliquent respectivement depuis l'équipement terminal source jusqu'au dispositif terminal destination, et redistribue lesdites données entre les connexions actives au moins en fonction dudit classement. Ainsi, l'absorption de l'incident de transmission en termes de latence de transmission est encore améliorée.

10 Selon un mode de réalisation particulier, le procédé effectue en outre une étape préalable de regroupement des données à transmettre en unités de données de taille inférieure à une valeur minimale des longueurs maximum de segment négociées pour les chemins de la communication multi-chemin, et le procédé répartit les unités de données entre les connexions actives. Ainsi, la redistribution des données suite à la
15 fermeture de la connexion où l'incident de transmission a été détecté est facilitée, car il n'y a pas besoin d'effectuer de nouveaux regroupements de données pour s'adapter aux capacités différentes des chemins sur lesquels lesdites connexions actives ont été établies.

20 Selon un mode de réalisation particulier, la redistribution comprend, pour au moins une file d'attente d'émission associée à une connexion active : une identification, parmi les données de ladite file d'attente, des données transmises au dispositif terminal destination mais non acquittées et des données en attente de transmission au dispositif terminal destination ; et une insertion des données à redistribuer, parmi lesdites données en attente de transmission. Ainsi, l'absorption de
25 l'incident de transmission en termes de latence de transmission est encore améliorée.

Selon un mode de réalisation particulier, suite à l'extraction des données de la file d'attente de la connexion où l'incident a été détecté, la redistribution de données comprend une insertion des données extraites en tête d'une file d'attente amont, en vue de leur répartition entre les connexions actives selon ladite ou lesdites règle(s) de répartition prédéfinie. Ainsi, l'application de ladite ou lesdites règle(s) de répartition
30 prédéfinie(s) est garantie.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé place les données extraites dans une mémoire tampon de délestage, et le procédé comporte en outre les étapes suivantes : sélectionner au moins une connexion active pour redistribuer les données

stockées dans la mémoire tampon de délestage ; fermer chaque connexion active sélectionnée ; rendre active une connexion qui avait été mise en réserve sur chaque chemin pour lequel une connexion active sélectionnée a été fermée ; et extraire des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à chaque connexion active sélectionnée qui a été fermée, et les placer dans la mémoire tampon de délestage, en vue de leur redistribution. Ainsi, la redistribution des données suite à la fermeture de la connexion où l'incident de transmission a été détecté est facilitée, car il n'y a pas besoin de se préoccuper de renuméroter (séquencement) des données déjà présentes en file d'attente d'émission, tout en permettant d'implémenter une politique d'équité de charge entre lesdits chemins.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé extrait des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à la connexion où l'incident a été détecté, et utilise pour transmettre lesdites données une connexion de substitution qui avait été mise en réserve sur un autre chemin que celui où avait été établie la connexion où l'incident a été détecté. Ainsi, la transmission des données qui étaient présentes dans la file d'attente d'émission associée à la connexion où l'incident a été détecté sont transmises de manière simple, sur une connexion de substitution, dont la file d'attente d'émission ne contient aucune autre donnée, en limitant donc les risques qu'un nouvel incident de transmission ne survienne.

Selon un mode de réalisation particulier, lorsque la connexion qui avait été mise en réserve est rendue active suite à l'incident de transmission, le procédé effectue une phase de test vis-à-vis de ladite connexion, dans laquelle le procédé transmet des données à la fois via ladite connexion et via au moins une autre connexion active de sorte à créer de la redondance de données, et ce jusqu'à ce que ladite connexion rendue active montre une latence de transmission inférieure à un seuil prédéfini. Ainsi, la redistribution des données suite à la fermeture de la connexion où l'incident de transmission a été détecté est facilitée, car il n'y a pas besoin de se préoccuper de renuméroter (séquencement) des données déjà présentes en file d'attente d'émission.

L'invention concerne également un équipement configuré pour permettre à un équipement terminal source d'effectuer une transmission de données dans le cadre d'une communication multi-chemin depuis l'équipement terminal source vers un dispositif terminal destination. Ledit équipement est tel qu'il comporte une machine de calcul configurée pour : établir, sur au moins un chemin de la communication multi-chemin, une pluralité de connexions avec l'équipement terminal destination ;

pour chaque chemin sur lequel une pluralité de connexions a été établie, sélectionner pour la rendre active au moins une connexion parmi ladite pluralité de connexions, les autres connexions établies étant mises en réserve ; et répartir les données entre les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins une règle de répartition prédéfinie, et transmettre les données réparties. De plus, la machine de calcul est configurée pour, sur détection d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, fermer ladite connexion active, et rendre active une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit chemin.

10 L'invention concerne également un programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre le procédé mentionné ci-dessus dans l'un quelconque de ses modes de réalisation, lorsque ledit programme d'ordinateur est exécuté par un processeur. L'invention concerne également un support de stockage d'informations stockant un tel programme d'ordinateur.

15 Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

- la Fig. 1A illustre schématiquement un premier exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée ;

- la Fig. 1B illustre schématiquement un second exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée ;

- la Fig. 1C illustre schématiquement un troisième exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée ;

25 - la Fig. 2 illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un équipement terminal source ;

- la Fig. 3 illustre schématiquement un algorithme, implémenté par l'équipement terminal source, d'initialisation d'une communication multi-chemin avec un équipement terminal destination ;

30 - la Fig. 4 illustre schématiquement une configuration de système de communication résultant d'une exécution de l'algorithme de la Fig. 3 ;

- la Fig. 5 illustre schématiquement un algorithme, implémenté par l'équipement terminal source, de gestion d'incident de transmission de données dans

le cadre de la communication multi-chemin avec l'équipement terminal destination ;
et

- la Fig. 6 illustre schématiquement une configuration de l'équipement terminal source, dans un mode de réalisation particulier d'implémentation de
5 l'invention.

Pour éviter que surviennent des situations de blocage en tête de ligne dans le cadre d'une communication multi-chemin depuis un équipement terminal source jusqu'à un équipement terminal destination, il est proposé un procédé établissant, sur au moins un chemin de la communication multi-chemin, une pluralité de connexions
10 depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination. Puis, pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, au moins une connexion est sélectionnée, parmi ladite pluralité de connexions, pour la rendre active, et les autres connexions établies sont mises en réserve. Les données sont alors réparties via les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins
15 une règle de répartition prédéfinie en vue de leur transmission dans le cadre de la communication multi-chemin. Puis, sur détection d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, le procédé ferme ladite connexion active, et rend active une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit chemin. Il est aussi proposé un équipement
20 configuré pour permettre la mise en œuvre du procédé.

Les Figs. 1A à 1C décrites ci-après montrent différents exemples de système de communication dans lesquels une pluralité de chemins de communication existent entre deux équipements terminaux, et donc dans lesquels l'invention peut être implémentée.

La **Fig. 1A** illustre schématiquement un premier exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée. Dans ce premier exemple, le système de communication comporte un équipement terminal source 110 et un équipement terminal destination 120. L'emploi du terme *équipement* signifie que l'équipement terminal source 110 et l'équipement terminal destination 120 peuvent
25 respectivement prendre la forme d'un unique dispositif ou d'un ensemble de dispositifs interconnectés pour réaliser les fonctions et opérations à la charge dudit équipement. Par la suite, il est considéré à titre illustratif, que l'équipement terminal source 110 et l'équipement terminal destination 120 sont respectivement des
30 dispositifs uniques.

Le dispositif terminal source 110 comporte une première interface 111 configurée pour permettre au dispositif terminal source 110 de communiquer via un premier réseau de communication 101, ainsi qu'une seconde interface 112 configurée pour permettre au dispositif terminal source 110 de communiquer via un second
5 réseau de communication 102. De manière analogue, le dispositif terminal destination 120 comporte une première interface 121 configurée pour permettre au dispositif terminal destination 120 de communiquer via le premier réseau de communication 101, ainsi qu'une seconde interface 122 configurée pour permettre au dispositif terminal destination 120 de communiquer via le second réseau de communication 102.
10 Par exemple, le premier réseau de communication 101 est un réseau Wi-Fi (marque déposée), tel que décrit dans la famille de standards IEEE 802.11, et le second réseau de communication 102 est un réseau Ethernet (marque déposée), tel que décrit dans la famille de standards IEEE 802.3. Dans ce premier exemple, il existe au moins un chemin de communication via le premier réseau de communication 101, et au moins
15 un autre chemin de communication via le second réseau de communication 102, pour permettre au dispositif terminal source 110 de transmettre des données au dispositif terminal destination 120 dans le cadre d'une communication multi-chemin.

La **Fig. 1B** illustre schématiquement un second exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée. Dans ce second
20 exemple, le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120 sont interconnectés uniquement par le premier réseau de communication 101, dans lequel il existe au moins deux chemins de communication 131, 132, pour permettre au dispositif terminal source 110 de transmettre des données au dispositif terminal destination 120 dans le cadre d'une communication multi-chemin. Par exemple, le
25 premier réseau de communication 101 est un réseau maillé à commutation de paquets ou de circuits

La **Fig. 1C** illustre schématiquement un troisième exemple de système de communication dans lequel l'invention peut être implémentée. Dans ce troisième
30 exemple, le dispositif terminal source 110 est connecté au premier réseau de communication 101 et au second réseau de communication 102 de la même manière que dans le premier exemple représenté sur la Fig. 1A, et le dispositif terminal destination 120 est connecté au premier réseau de communication 101 de la même manière que dans le second exemple représenté sur la Fig. 1B. Un dispositif passerelle
150 étant configuré pour interconnecter les premier 101 et second 102 réseaux de

communication, il existe au moins un chemin de communication via le premier réseau de communication 101, et au moins un autre chemin de communication via le dispositif passerelle 150, pour permettre au dispositif terminal source 110 de transmettre des données au dispositif terminal destination 120 dans le cadre d'une communication multi-chemin. Par exemple, le premier réseau de communication 101 est l'Internet accédé par le dispositif terminal source 110 via un point d'accès Wi-Fi (marque déposée), et le second réseau de communication 102 est un réseau UMTS ou LTE (« Long-Terme Evolution » en anglais).

La **Fig. 2** illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle du dispositif terminal source 110. Le dispositif terminal destination 120 peut être agencé selon le même exemple d'architecture matérielle.

Selon l'exemple de la Fig. 2, le dispositif terminal source 110 comprend, reliés par un bus de communication 210 : un processeur ou CPU (« Central Processing Unit » en anglais) 201 ; une mémoire vive RAM (« Random Access Memory » en anglais) 202 ; une mémoire morte ROM (« Read Only Memory » en anglais) 203 ; une unité de stockage 204 ou un lecteur de support de stockage, tel qu'un lecteur de cartes SD (« Secure Digital » en anglais) ou un disque dur HDD (« Hard Disk Drive » en anglais) ; au moins une interface I/f 205, comme par exemple les interfaces 111 et 112 mentionnées en relation avec les Figs. 1A et 1C, configurée pour permettre au dispositif terminal source 110 de communiquer via au moins un réseau de communication respectif.

Le processeur 201 est capable d'exécuter des instructions chargées dans la mémoire RAM 202 à partir de la mémoire ROM 203, d'une mémoire externe (non représentée), d'un support de stockage (tel qu'une carte SD), ou d'un réseau de communication (potentiellement autre que les premier 101 et second 102 réseaux de communication). Lorsque le dispositif terminal source 110 est mis sous tension, le processeur 201 est capable de lire de la mémoire RAM 202 des instructions et de les exécuter. Ces instructions forment un programme d'ordinateur causant l'implémentation, par le processeur 201, de tout ou partie des algorithmes et étapes décrits ci-après.

Tout ou partie des algorithmes et étapes décrits ci-après peut être implémenté sous forme logicielle par exécution d'un ensemble d'instructions par une machine programmable ou une machine de calcul, par exemple un processeur, un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais) ou un microcontrôleur, ou être implémenté

sous forme matérielle par une machine de calcul ou un composant dédié, par exemple un FPGA (« Field-Programmable Gate Array » en anglais) ou un ASIC (« Application-Specific Integrated Circuit » en anglais).

5 Dans un mode de réalisation en variante, l'invention concerne une machine de calcul, ou un processeur, ou un composant dédié, comme décrit ci-dessus, configuré(e) pour causer l'implémentation, par le dispositif terminal source 110, de tout ou partie des algorithmes et étapes décrits ci-après.

10 La **Fig. 3** illustre schématiquement un algorithme, implémenté par le dispositif terminal source 110, d'initialisation d'une communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120.

15 Dans une étape 301, le dispositif terminal source 110 détecte un besoin ou une opportunité d'établissement d'une communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120. Le dispositif terminal source 110 détecte devoir transmettre des données au dispositif terminal destination 120 et a connaissance que plusieurs chemins permettent de joindre le dispositif terminal destination 120. En d'autres termes, le dispositif terminal source 110 détecte avoir l'opportunité d'effectuer une communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120.

20 Dans une étape 302 suivante, le dispositif terminal source 110 identifie chacun des chemins de communication sur lesquels doit reposer la communication multi-chemin.

25 Dans une étape 303 suivante, le dispositif terminal source 110 sélectionne un chemin de communication parmi les chemins de communication identifiés à l'étape 302, par exemple de manière arbitraire. Des règles prédéfinies de sélection peuvent être appliquées pour que le dispositif terminal source 110 puisse décider quel chemin de communication sélectionner de manière préférentielle parmi les chemins de communication identifiés à l'étape 302.

30 Dans une étape 304 suivante, le dispositif terminal source 110 établit une pluralité de connexions avec le dispositif terminal destination 120 via le chemin de communication sélectionné à l'étape 303. Lors de l'établissement de chaque connexion, un protocole d'initialisation est mis en place avant de pouvoir transmettre des données utiles. Ce protocole d'initialisation consiste typiquement en une poignée de main en trois étapes (« three-way handshake » en anglais) dont l'objectif est de partager des numéros de séquence utilisés, par incréments successifs au fil des transmissions de données, pour assurer que les données sont délivrées à une

application réceptrice du dispositif terminal destination 120 selon la même séquence que celle selon laquelle lesdites données ont été fournies par une application émettrice dudit dispositif terminal source 110. Chacune desdites connexions est préférentiellement établie conformément au protocole TCP. D'autres protocoles peuvent toutefois être utilisés, dès que ces protocoles offrent des possibilités d'établir des connexions entre le dispositif terminal 110 et le dispositif terminal destination 120, ainsi que des mécanismes de contrôle de flux et de contrôle de congestion.

Dans un mode de réalisation particulier, le dispositif terminal source 110 établit une quantité Q de telles connexions qui a été fixée par défaut ; par exemple, deux connexions sont ainsi établies à l'étape 304 pour le chemin de communication sélectionné à l'étape 303.

Dans un autre mode de réalisation particulier, le dispositif terminal 110 établit une quantité Q de telles connexions, qui a été fixée de la manière suivante :

$$Q = \left\lceil 1 + \frac{\max(t_1, t_2)}{RTT} \right\rceil$$

où $\lceil x \rceil$ représente la partie entière par excès (« ceiling » en anglais) de x , t_1 représente un temps nécessaire pour établir une connexion entre le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120, t_2 représente un temps nécessaire pour fermer une connexion entre le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120, et RTT représente un temps moyen d'aller-retour le long du chemin de communication sélectionné à l'étape 303 (c'est-à-dire en substance le double de la latence de transmission depuis le dispositif terminal 110 jusqu'au dispositif terminal destination 120 via le chemin de communication sélectionné à l'étape 303). Cela permet réduire un temps nécessaire pour activer ultérieurement une connexion devant venir en remplacement d'une autre connexion, de ladite pluralité de connexions, qui a dû être fermée suite à un incident de transmission.

La valeur du temps moyen d'aller-retour le long du chemin de communication sélectionné à l'étape 303 est obtenue par statistiques au fur et à mesure que des transmissions avec acquittement sont effectuées le long du chemin de communication sélectionné à l'étape 303. Si aucune donnée statistique n'est disponible au moment de l'établissement de la connexion multi-chemin, le dispositif terminal source 110 établit une quantité Q de telles connexions qui a été fixée par défaut, et ajuste ultérieurement la quantité Q de ces connexions lorsque des données statistiques relatives au chemin de communication sélectionné à l'étape 303 permettent au dispositif terminal source

110 de déterminer la valeur du temps moyen d'aller-retour le long dudit chemin de communication.

Dans une étape 305 suivante, le dispositif terminal 110 sélectionne, pour la rendre active, au moins une connexion parmi la pluralité de connexions qui ont été
5 établies à l'étape 304 pour le chemin de communication sélectionné à l'étape 303. Sélectionner une connexion pour rendre active ladite connexion revient à configurer la connexion, et les mécanismes qui lui sont inhérents tels que le contrôle de flux et le contrôle de congestion, pour rendre ladite connexion utilisable pour transmettre des données. Chaque connexion active est ainsi identifiée comme étant utilisable pour
10 transmettre des données par application d'au moins une règle de répartition prédéfinie. Le dispositif terminal 110 met en réserve chaque autre connexion de ladite pluralité de connexions qui ont été établies pour le chemin de communication sélectionné à l'étape 303. Chaque connexion mise en réserve est ainsi identifiée comme n'étant pas prise en compte dans l'application de la règle (ou des règles) de répartition prédéfinie(s).

15 Préférentiellement, dans l'étape 305, le dispositif terminal 110 sélectionne, pour la rendre active, une unique connexion parmi la pluralité de connexions qui ont été établies à l'étape 304 pour le chemin de communication sélectionné à l'étape 303, chaque autre connexion de ladite pluralité de connexions qui ont été établies pour le chemin de communication sélectionné à l'étape 303 étant mise en réserve.

20 Dans une étape 306 suivante, le dispositif terminal 110 vérifie si l'établissement de la communication multi-chemin doit encore prendre en compte au moins un autre chemin de communication parmi les chemins de communication identifiés à l'étape 302. Si tel est le cas, l'étape 303 est réitéré en sélectionnant un tel autre chemin de communication parmi les chemins de communication identifiés à l'étape 302 ; sinon,
25 une étape 307 est effectuée, dans laquelle il est mis à l'algorithme de la Fig. 3.

L'algorithme de la Fig. 3 montre qu'une pluralité de connexions est ainsi préférentiellement établie pour chacun des chemins de communication sur lesquels doit reposer la communication multi-chemin. Il est toutefois possible de n'établir une telle pluralité de connexions que pour une quantité Q' de chemins de communication
30 parmi une quantité N de chemins de communication sur lesquels doit reposer la communication multi-chemin, avec $0 < Q' < N$. Par exemple, $Q' = 1$. Il est notamment possible de n'établir une telle pluralité de connexions que pour chaque chemin de communication présentant une latence de transmission moyenne supérieure à un seuil qui a été prédéterminé en fonction de la latence de transmission moyenne la plus

faible parmi lesdits chemins de communication sur lesquels doit reposer la communication multi-chemin, chaque autre chemin ne disposant alors que d'une unique connexion (le caractère multi-chemin de la communication étant ainsi conservé). Par exemple, en prenant l'exemple de la Fig. 1C dans lequel le premier
5 réseau de communication 101 est l'Internet accédé via un point d'accès Wi-Fi (marque déposée) et le second réseau de communication 102 est un réseau UMTS ou LTE, il est notamment possible de n'établir une telle pluralité de connexions que pour le chemin passant par le second réseau de communication 102 et une unique connexion pour le chemin passant par le premier réseau de communication 101.

10 La **Fig. 4** illustre schématiquement une configuration de système de communication, qui résulte d'une exécution de l'algorithme de la Fig. 3 de sorte à établir une communication multi-chemin depuis le dispositif terminal source 110 vers le dispositif terminal destination 120 en s'appuyant sur une pluralité de chemins de communication 431, 432, 433. De manière illustrative, la configuration de la Fig. 4
15 considère qu'une pluralité de connexions a été établie pour chaque chemin de la communication multi-chemin.

Selon la configuration de la Fig. 4, le dispositif terminal source 110 comporte une file d'attente amont 441 dédiée à la communication multi-chemin établie avec le dispositif terminal destination 120. La file d'attente amont 441 est configurée pour
20 recevoir et stocker temporairement une séquence de données, issues de l'application émettrice (non représentée) dudit dispositif terminal source 110, en vue de leur transmission vers le dispositif terminal destination 120 via ladite communication multi-chemin. D'une manière similaire, le dispositif terminal destination 120 comporte une file d'attente aval 442 dédiée à la communication multi-chemin établie
25 avec le dispositif terminal source 110. La file d'attente aval 442 est configurée pour stocker les données reçues en provenance du dispositif terminal source 110, en vue de leur transfert vers l'application réceptrice (non représentée) du dispositif terminal destination 120.

De plus, le dispositif terminal source 110 comporte un planificateur
30 (« scheduler » en anglais) 410 en charge de répartir les données contenues dans la file d'attente amont 441 entre les différents chemins de communication, en appliquant la règle (ou les règles) de répartition prédéfinie(s). Le planificateur applique ainsi typiquement des règles prédéfinies de balance de charge (« load balancing » en anglais) entre les différents chemins de communication, qui peuvent notamment

prendre en compte des informations de longueur maximum de segment MSS (« Maximum Segment Size » en anglais) et/ou des informations les longueurs d'unité maximum de transmission MTU (« Maximum Transmission Unit » en anglais) négociées pour les connexions actives, et/ou qui peuvent prendre en compte des informations de latences de transmission via les connexions actives, et/ou qui peuvent prendre en compte des quantités de données déjà transmises et/ou des quantités de données en attente d'acquittement via les connexions actives. Les règles de répartition prédéfinies peuvent être telles qu'une ou plusieurs connexions actives ne sont pas forcément utilisées à tout moment. Cela peut notamment dépendre de la latence de transmission (donc du temps d'aller-retour) constatée via cette connexion active (ou ces connexions actives). Notamment, il peut y avoir des circonstances selon lesquelles, bien qu'une connexion vienne d'être rendue active sur un chemin, celle-ci n'est pas immédiatement pleinement utilisée par le dispositif terminal source 110 car la latence de transmission actuellement constatée via cette connexion active est supérieure à un seuil prédéfini. C'est le rôle du planificateur 410 de décider via quelle connexion active les données contenues dans la file d'attente amont 441 doivent être envoyées au dispositif terminal destination 120, et de décider si telle ou telle connexion active doit être effectivement utilisée à un moment donné. L'algorithme de la Fig. 3 assure cependant que chaque chemin dispose d'une connexion active, c'est-à-dire qui est effectivement utilisable pour transmettre au dispositif terminal destination 120 des données contenues dans la file d'attente amont 441.

D'une manière similaire, le dispositif terminal destination 120 comporte un assembleur 420 en charge de reconstruire la séquence de données à partir des données reçues via les différents chemins de communication, et de stocker la séquence de données reconstruite dans la file d'attente aval 442.

Par application de l'algorithme de la Fig. 3, une pluralité de connexions a été établie pour chacun des chemins de la communication multi-chemin entre le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120. Une file d'attente d'émission et une file d'attente de réception sont implémentées pour chacune des connexions établies. Ainsi : le dispositif terminal source 110 implémente une pluralité de files d'attente d'émission 41, et le dispositif terminal destination 120 implémente une pluralité de files d'attente de réception 44, pour les connexions respectives établies sur le chemin de communication 431 ; le dispositif terminal source 110 implémente une pluralité de files d'attente d'émission 42, et le dispositif terminal

destination 120 implémente une pluralité de files d'attente de réception 45, pour les connexions respectives établies sur le chemin de communication 432 ; et, le dispositif terminal source 110 implémente une pluralité de files d'attente d'émission 43, et le dispositif terminal destination 120 implémente une pluralité de files d'attente de
5 réception 46, pour les connexions respectives établies sur le chemin de communication 433. Etant donné qu'une unique connexion est active par chemin de communication, une unique file d'attente d'émission 411 est activée dans la pluralité de files d'attente d'émission 41, et une unique file d'attente de réception 424 est activée en correspondance dans la pluralité de files d'attente de réception 44 ; une
10 unique file d'attente d'émission 412 est activée dans la pluralité de files d'attente d'émission 42, et une unique file d'attente de réception 425 est activée en correspondance dans la pluralité de files d'attente de réception 45 ; et, une unique file d'attente d'émission 413 est activée dans la pluralité de files d'attente d'émission 43, et une unique file d'attente de réception 426 est activée en correspondance dans la
15 pluralité de files d'attente de réception 46.

Chacune des connexions qui ont été établies par application de l'algorithme de la Fig. 3 est indépendante des autres connexions ainsi établies. Chacune des connexions dispose alors de son propre mécanisme de contrôle de flux et de son propre mécanisme de contrôle de congestion, et est donc apte à permettre au dispositif
20 terminal source 110 de détecter des incidents de transmission (comme des pertes de données) survenant dans le cadre de la communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120, et de déterminer quelles connexions ont été respectivement concernées par lesdits incidents de transmission. Chacune des connexions actives dans le cadre de la communication multi-chemin depuis le dispositif terminal source 110
25 vers le dispositif terminal destination 120 est autonome.

Au sein des connexions actives, le dispositif terminal source 110 émet des octets de données selon un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre. Les octets sont numérotés grâce à des numéros de séquence et sont envoyés selon une fenêtre, dite fenêtre de congestion, d'une taille de w octets, ce qui signifie
30 qu'au plus w octets peuvent être émis dans le cadre de la connexion en question sans attendre d'être acquittés. La taille w de la fenêtre de congestion est ajustée en fonction de l'évolution des conditions de transmission sur le chemin de communication sur lequel la connexion en question est établie, sans toutefois dépasser une valeur maximale autorisée w_{max} . Comme déjà mentionné, chacune des connexions actives

dans le cadre de la communication multi-chemin depuis le dispositif terminal source 110 vers le dispositif terminal destination 120 est préférentiellement conforme au protocole TCP, et la gestion de la fenêtre de congestion est par exemple conforme à TCP Reno ou TCP CUBIC.

5 Des incidents de transmission peuvent survenir dans le cadre de chacune des connexions actives établies pour transmettre des données depuis le dispositif terminal source 110 vers le dispositif terminal destination 120. Comme détaillé ci-après, le dispositif terminal source 110 ferme une connexion active qui subit un incident de transmission afin d'annuler les mécanismes de retransmission qui vont s'enclencher
10 sur cette connexion, et s'appuie alors sur une connexion qui avait été mise en réserve, pour rapidement fournir une alternative à la connexion qui a été ainsi fermée, afin de limiter, voire d'éviter, que ne surviennent des situations de blocage en tête de ligne.

La **Fig. 5** illustre schématiquement un algorithme, implémenté par le dispositif terminal source 110, de gestion d'incident de transmission de données dans le cadre de
15 la communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120.

Dans une étape 501, le dispositif terminal source 110 détecte un incident de transmission survenant sur une connexion active de la communication multi-chemin avec le dispositif terminal destination 120. Un tel incident de transmission est par exemple : une perte de paquet de données, une expiration de temporisation associée à
20 l'émission d'une donnée sans qu'un acquittement n'ait été reçu pour ladite donnée de la part du dispositif terminal destination 120, une réactivation d'un mécanisme de démarrage lent (« slow start » en anglais) du contrôle de congestion de ladite connexion, etc. Un démarrage lent est une technique connue de l'homme du métier consistant à initialiser une connexion avec une taille de fenêtre de congestion égale à
25 une valeur minimale (par exemple égale à un segment), et la taille de la fenêtre est doublée à chaque temps d'aller-retour jusqu'à atteindre un seuil prédéterminé à partir duquel l'augmentation de la taille de fenêtre de congestion devient linéaire. On retrouve un tel mécanisme dans le protocole TCP par exemple.

Dans une étape 502 suivante, le dispositif terminal source 110 ferme la
30 connexion active sur laquelle est survenu l'incident de transmission détecté à l'étape 501. Les données qui étaient présentes dans la file d'attente d'émission associée à ladite connexion et qui n'ont pas été acquittées par le dispositif terminal destination 120 sont conservées pour être préférentiellement redistribuées, selon au moins une règle de redistribution prédéterminée, entre les connexions actives de la

communication multi-chemin. Pour cette redistribution de données, le dispositif terminal source 110 applique typiquement des règles prédéfinies de balance de charge entre les différents chemins de communication, qui peuvent notamment prendre en compte des informations de longueur maximum de segment MSS et/ou des informations les longueurs d'unité maximum de transmission MTU négociées pour les connexions actives, et/ou qui peuvent prendre en compte des informations de latences de transmission via les connexions actives.

Dans une étape 503 suivante, le dispositif terminal source 110 active une connexion qui avait été mise en réserve pour le chemin de communication sur lequel était établie la connexion qui a été fermée à l'étape 502. La connexion activée à l'étape 503 vient en remplacement de la connexion qui a été fermée à l'étape 502, et est ainsi utilisable pour répartir des données à transmettre au dispositif terminal destination 120. Le fait que cette connexion de remplacement soit effectivement ou pas utilisée, ou à quel moment cette connexion de remplacement soit effectivement utilisée, dépend des règles de répartition susmentionnées.

Fermer la connexion active et activer une connexion de réserve permet une réaction rapide à l'incident de transmission, *e.g.* perte de paquet en termes, sans avoir à effectuer de modification au niveau du comportement individuel de chaque connexion. Cela permet notamment d'utiliser des protocoles de connexion standard, tels que TCP, qui sont d'ores et déjà bien supportés par les équipements d'infrastructures réseau par lesquels passent les chemins de communication de la communication multi-chemin. Aucune modification des équipements d'infrastructures réseau déjà disponibles sur étagère n'est ainsi requise.

Dans un mode de réalisation particulier, le dispositif terminal source 110 implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre pour chaque connexion active, le dispositif terminal source 110 initialise la fenêtre de congestion de la connexion activée à l'étape 503 selon un mécanisme de démarrage lent, aussi connu sous l'appellation *algorithme à croissance exponentielle* (« exponential growth algorithm » en anglais), durant lequel la taille de ladite fenêtre de congestion est doublée à intervalles réguliers de durée égale au temps d'aller-retour (« round trip time » en anglais) via la connexion en question.

Selon une variante de réalisation, le dispositif terminal source 110 implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre pour chaque connexion active, le dispositif terminal source 110 initialise la taille de la

fenêtre de congestion de la connexion activée à l'étape 503 à une valeur maximale autorisée pour ladite taille.

Selon une autre variante de réalisation, le dispositif terminal source 110 implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à
5 fenêtre pour chaque connexion active, le dispositif terminal source 110 initialise la taille de la fenêtre de congestion de la connexion activée à l'étape 503 à la valeur de taille de fenêtre de congestion que la connexion qui a été fermée à l'étape 502 avait avant la fermeture.

Dans une étape 504 suivante, le dispositif terminal source 110 redistribue entre
10 les connexions actives les données qui étaient précédemment destinées à être transmises via la connexion qui a été fermée à l'étape 502 et qui n'ont pas été acquittées par le dispositif terminal destination 120 (en considérant notamment que les données qui n'ont pas encore été transmises n'ont, par définition, pas été acquittées par le dispositif terminal destination 120). La redistribution s'effectue selon au moins
15 une règle de redistribution prédéterminée, comme déjà mentionné. Cette étape est effectuée par le planificateur 410 dans le cadre de la configuration qui a été présentée en relation avec la Fig. 4.

Préférentiellement, le dispositif terminal source 110 effectue un classement des connexions actives en fonction des latences moyennes de transmission que lesdites
20 connexions actives impliquent respectivement, et le dispositif terminal source 110 redistribue lesdites données entre les connexions actives en fonction au moins dudit classement, en privilégiant les connexions impliquant les latences moyennes de transmission les plus faibles parmi lesdites connexions actives.

Dans un mode de réalisation particulier, le dispositif terminal source 110
25 effectue des regroupements de données en file d'attente d'émission en fonction d'une information de longueur maximum de segment MSS et/ou d'une information d'unité maximum de transmission MTU négociées entre le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120 pour la connexion à laquelle ladite file d'attente d'émission est associée. Le dispositif terminal source 110 retire de la file d'attente
30 d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502 les données qui n'ont pas été acquittées par le dispositif terminal destination 120, et lorsque le dispositif terminal source 110 redistribue lesdites données entre les connexions actives, le dispositif terminal source 110 effectue de nouveaux regroupements de données en fonction d'une information de longueur maximum de segment MSS et/ou

d'une information d'unité maximum de transmission MTU négociées entre le dispositif terminal source 110 et le dispositif terminal destination 120 pour au moins une connexion active vers laquelle la redistribution de données est opérée. Lorsque la longueur maximum de segment MSS et/ou l'unité maximum de transmission MTU qui ont négociées pour une connexion active vers laquelle la redistribution de données est opérée sont respectivement inférieures à la longueur maximum de segment MSS et/ou l'unité maximum de transmission MTU qui avaient été négociées pour la connexion fermée, alors de nouveaux regroupements sont ainsi effectués. En variante préférentielle, le dispositif terminal source 110 (et plus particulièrement le planificateur 410) effectue, préalablement au placement des données en file d'attente d'émission, des regroupements de données en unités de données de taille M inférieure à une valeur minimale des longueurs maximum de segment MSS négociées pour les chemins de la communication multi-chemin. Ainsi, les données sont transmises par unités de données de taille M sur les connexions actives, et on évite d'avoir à faire de nouveaux regroupements lors de la redistribution des données de la connexion fermée entre les connexions actives à la disposition du dispositif terminal source 110.

Dans un mode de réalisation particulier, en variante ou en complément du précédent, en reprenant l'illustration de la Fig. 4, le dispositif terminal source 110 retire de la file d'attente d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502 toutes les données contenues dans ladite file d'attente d'émission, à savoir les données en attente de transmission et celles en cours de transmission mais non encore acquittées. Le dispositif terminal source 110 identifie, pour chaque file d'attente d'émission associée à une connexion active, les données transmises mais non encore acquittées et les données en attente de transmission. Ainsi, lors de la redistribution des données qui étaient en file d'attente d'émission de la connexion où l'incident de transmission a été détecté, le dispositif terminal source 110 insère les données de la file d'attente d'émission de la connexion où l'incident de transmission a été détecté parmi les données non encore transmises de la file d'attente d'émission d'au moins une connexion active. Par exemple, le dispositif terminal source 110 détermine, pour chaque file d'attente d'émission associée à une connexion active, une frontière entre données transmises au dispositif terminal destination 120 mais non acquittées et données non encore transmises au dispositif terminal destination 120. Le dispositif terminal source 110 insère alors, à ladite frontière d'au moins une file d'attente d'émission associée à une connexion active, au moins une partie des données qui ont

été retirées de la file d'attente d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502, de telle sorte que l'ensemble des données retirées de la file d'attente d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502 soit ainsi redistribuées. Dans ce mode de réalisation particulier, il peut être nécessaire de réviser
5 des numéros de séquence qui ont d'ores et déjà été attribués par le dispositif terminal source 110 aux données en attente de transmission dans laquelle sont insérées les données qui ont été retirées de la file d'attente d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502. Les numéros de séquence qui auraient été attribués par le dispositif terminal source 110 dans le cadre de la connexion qui a été fermée sont
10 remplacés par des numéros de séquence correspondant à la place à laquelle lesdites données sont insérées dans la file d'attente d'émission de la connexion active vers laquelle la redistribution de données est effectuées, les numéros de séquence des données qui étaient alors déjà présentes dans ladite file d'attente d'émission étant alors augmentés d'autant.

15 Pour éviter d'avoir à réviser les numéros de séquence au sein des files d'attentes d'émission dans lesquelles sont insérées les données qui ont été extraites de la file d'attente d'émission de la connexion qui a été fermée à l'étape 502, le dispositif terminal source 110 peut utiliser pour transmettre lesdites données une connexion de substitution qui avait été mise en réserve sur un autre chemin. Ladite connexion de substitution n'est alors pas considérée comme active par le planificateur 410 pour
20 l'application des règles de répartition susmentionnées, mais sert juste de manière temporaire pour vider la file d'attente d'émission de la connexion qui a été fermée à l'étape 502. Dans un mode de réalisation particulier, lorsque les données qui ont été extraites de la file d'attente d'émission de la connexion qui a été fermée à l'étape 502
25 ont finalement été transmises via la connexion de substitution, ladite connexion de substitution est fermée et une nouvelle connexion est établie pour être mise en réserve.

Dans un autre mode de réalisation particulier, en reprenant l'illustration de la Fig. 4, le dispositif terminal source 110 retire de la file d'attente d'émission associée à la connexion qui a été fermée à l'étape 502 toutes les données contenues dans ladite
30 file d'attente d'émission, à savoir les données en attente de transmission et celles en cours de transmission mais non encore acquittées. Le dispositif terminal source 110 insère alors lesdites données en tête de la mémoire tampon 441, afin que le planificateur 410 redistribue lesdites données entre les connexions actives, en appliquant les règles de répartition susmentionnées.

Encore un autre mode de réalisation particulier est détaillé ci-après en relation avec la Fig. 6.

Dans une étape 505 suivante, le dispositif terminal source 110 établit préférentiellement une nouvelle connexion avec le dispositif terminal source via le chemin de communication sur lequel était établie la connexion qui a été fermée à l'étape 502. Le dispositif terminal source 110 met en réserve la connexion établie à l'étape 505, de sorte à ce que la quantité de connexions établies pour le chemin de communication en question soit le même qu'avant la fermeture de connexion effectuée à l'étape 503. Il est aussi possible de choisir de ne pas disposer d'une quantité constante de connexions établies pour chaque chemin de communication.

Comme déjà évoqué, il peut y avoir des circonstances selon lesquelles, bien qu'une connexion vienne d'être rendue active sur un chemin, celle-ci n'est pas immédiatement pleinement utilisable par le dispositif terminal source 110, sous peine de créer un nouvel incident de transmission. Un mode de réalisation particulier consiste alors en ce que le dispositif terminal source 110 implémente une phase de test vis-à-vis de la connexion qui avait été mise en réserve et qui est devenue active suite à un incident de transmission. Dans cette phase de test, le dispositif terminal source 110 transmet des données à la fois via la connexion en question et via au moins une autre connexion active (donc sur au moins un autre chemin respectif) de sorte à créer de la redondance de données, et ce, jusqu'à ce que ladite connexion en question montre une latence de transmission inférieure à un seuil prédéfini.

La **Fig. 6** illustre schématiquement une configuration du dispositif terminal source 110, dans un mode de réalisation particulier d'implémentation de l'invention.

La configuration de la Fig. 6 reprend de manière simplifiée la configuration du dispositif terminal source 110 telle que déjà présentée en relation avec la Fig. 4. Y apparaissent le planificateur 410 et la file d'attente amont 441. Y apparaissent aussi la pluralité de files d'attente d'émission 41, la pluralité de files d'attente 42, et la pluralité de files d'attente de réception 43, respectivement établies sur les chemins de communication 431, 432, 433. La configuration de la Fig. 6 fait aussi apparaître un gestionnaire d'incident 60 en charge d'effectuer les opérations décrites ci-après d'extraction de données et de redistribution des données extraites. La configuration de la Fig. 6 fait aussi apparaître que le gestionnaire d'incident 60 dispose d'une mémoire tampon (« buffer » en anglais) de délestage 610.

Grâce à un tel agencement, lorsqu'un incident de transmission survient sur une connexion établie dans le cadre de la communication multi-chemin, le dispositif terminal source 110 retire de la file d'attente d'émission associée à ladite connexion (qui a été fermée à l'étape 502) toutes les données contenues dans ladite file d'attente
5 d'émission, à savoir les données en attente de transmission et celles en cours de transmission mais non encore acquittées. Le dispositif terminal source 110 stocke alors ces données dans la mémoire tampon de délestage 610. Pour redistribuer les données stockées dans la mémoire tampon de délestage 610, le dispositif terminal source 110 sélectionne au moins une connexion active parmi la pluralité de
10 connexions actives dont dispose le dispositif terminal source 110, et le dispositif terminal source 110 procède à la fermeture de chaque connexion active ainsi sélectionnée, lorsque la file d'attente d'émission associée à ladite connexion active n'est pas vide. Le dispositif terminal source 110 retire de la file d'attente d'émission associée à chaque connexion ainsi fermée toutes les données contenues dans ladite file
15 d'attente d'émission, à savoir les données en attente de transmission et celles en cours de transmission mais non encore acquittées. Le dispositif terminal source 110 place alors les données ainsi extraites dans la mémoire tampon de délestage 610, en vue de leur redistribution. De plus, le dispositif terminal source 110 rend active une connexion qui avait été mise en réserve sur chaque chemin pour lequel une connexion
20 active a été ainsi fermée. Le dispositif terminal source 110 dispose alors, pour au moins un sous-ensemble des chemins de la communication multi-chemin, de connexions actives dont les files d'attente d'émission associées sont vides. Le dispositif terminal source 110 redistribue alors les données stockées dans la mémoire tampon de délestage 610 parmi ces connexions actives dont les files d'attente
25 d'émission associées sont vides. Cette approche permet d'éviter d'avoir à réviser les numéros de séquence au sein des files d'attentes d'émission dans lesquelles sont insérées les données qui ont été extraites de la file d'attente d'émission de la connexion où l'incident de transmission a été détecté.

REVENDICATIONS

1) Procédé de transmission de données dans le cadre d'une communication multi-chemin depuis un équipement terminal source (110) vers un équipement terminal destination (120), caractérisé en ce que le procédé comporte les étapes suivantes :

- établir (304), sur au moins un chemin de la communication multi-chemin, une pluralité de connexions depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination ;
- 10 - pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, sélectionner (305) pour la rendre active au moins une connexion parmi la pluralité de connexions établies, les autres connexions établies étant mises en réserve ; et
- répartir les données entre les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins une règle de répartition prédéfinie et transmettre les données
- 15 réparties ;
- et, sur détection (501) d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie :
- fermer (502) ladite connexion active ; et
- rendre active (503) une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit
- 20 chemin.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une pluralité de connexions est établie (304) depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination pour chaque chemin de la communication multi-chemin.

25

3) Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'après avoir établi chaque dite pluralité de connexions, une unique connexion est sélectionnée (305) pour la rendre active pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie.

30

4) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, le procédé implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de

congestion de la connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, selon un mécanisme de démarrage lent.

5 5) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, le procédé implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de congestion de la connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, à une valeur maximale de taille autorisée.

10 6) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, le procédé implémentant un mécanisme de gestion de congestion reposant sur un protocole à fenêtre de congestion pour chaque connexion active, le procédé initialise la fenêtre de congestion de la connexion, qui a été rendue active suite à l'incident de transmission, à une valeur de taille égale à une valeur de taille que la fenêtre de congestion de la
15 connexion où l'incident a été détecté avait avant d'être fermée.

7) Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que, après avoir fermé (502) la connexion où l'incident a été détecté, le procédé établit (505) une nouvelle connexion sur le chemin sur lequel avait été établie la connexion
20 fermée, la nouvelle connexion étant mise en réserve.

8) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le procédé établit (304), pour chaque dite pluralité de connexions, une quantité Q de connexions telle que :

25
$$Q = \left\lceil 1 + \frac{\max(t_1, t_2)}{RTT} \right\rceil$$

où $[x]$ représente la partie entière par excès de x , t_1 représente un temps nécessaire pour établir une connexion depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination, t_2 représente un temps nécessaire pour fermer une
30 connexion depuis l'équipement terminal source vers l'équipement terminal destination, et RTT représente un temps moyen d'aller-retour le long du chemin sur lequel ladite pluralité de connexions a été établie.

9) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le procédé extrait des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à la connexion où l'incident a été détecté, et redistribue (504) les données extraites entre les connexions actives de la communication multi-chemin selon au moins une règle de redistribution prédéterminée.

10) Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le procédé comprend un classement des connexions actives en fonction de latences moyennes de transmission que lesdites connexions actives impliquent respectivement depuis l'équipement terminal source jusqu'au dispositif terminal destination, et redistribue (504) lesdites données entre les connexions actives au moins en fonction dudit classement.

11) Procédé selon l'une des revendications 9 et 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape préalable de regroupement des données à transmettre en unités de données de taille inférieure à une valeur minimale des longueurs maximum de segment négociées pour les chemins de la communication multi-chemin et en ce que le procédé répartit les unités de données entre les connexions actives.

12) Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la redistribution comprend, pour au moins une file d'attente d'émission associée à une connexion active:

- identifier, parmi les données de ladite file d'attente, les données transmises au dispositif terminal destination mais non acquittées et les données en attente de transmission au dispositif terminal destination ; et

- insérer les données à redistribuer, parmi lesdites données en attente de transmission.

13) Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que, suite à l'extraction des données de la file d'attente de la connexion où l'incident a été détecté, la redistribution de données comprend une insertion des données extraites en tête d'une file d'attente amont (441), en vue de leur répartition entre les connexions actives selon ladite ou lesdites règle(s) de répartition prédéfinie.

14) Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le procédé place les données extraites dans une mémoire tampon de délestage (610), en ce que le procédé comporte les étapes suivantes :

- 5 - sélectionner au moins une connexion active pour redistribuer les données stockées dans la mémoire tampon de délestage ;
- fermer chaque connexion active sélectionnée ;
- rendre active une connexion qui avait été mise en réserve sur chaque chemin pour lequel une connexion active sélectionnée a été fermée ; et
- 10 - extraire des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à chaque connexion active sélectionnée qui a été fermée, et les placer dans la mémoire tampon de délestage, en vue de leur redistribution.

15) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le procédé extrait des données présentes dans une file d'attente d'émission associée à la connexion où l'incident a été détecté, et utilise pour transmettre lesdites données une connexion de substitution qui avait été mise en réserve sur un autre chemin que celui où avait été établie la connexion où l'incident a été détecté.

16) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que, lorsque la connexion qui avait été mise en réserve est rendue active suite à l'incident de transmission, le procédé effectue une phase de test vis-à-vis de ladite connexion, dans laquelle le procédé transmet des données à la fois via ladite connexion et via au moins une autre connexion active de sorte à créer de la redondance de données, et ce, jusqu'à ce que ladite connexion rendue active montre 25 une latence de transmission inférieure à un seuil prédéfini.

17) Produit programme d'ordinateur comportant des instructions pour mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, lorsque lesdites instructions sont exécutées par un processeur.

30

18) Equipement configuré pour permettre à un équipement terminal source d'effectuer une transmission de données dans le cadre d'une communication multi-chemin depuis l'équipement terminal source (110) vers un équipement terminal

destination (120), caractérisé en ce que ledit équipement comporte une machine de calcul configurée pour :

- établir (304), sur au moins un chemin de la communication multi-chemin, une pluralité de connexions avec l'équipement terminal destination ;

5 - pour chaque chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie, sélectionner (305) pour la rendre active au moins une connexion parmi la pluralité de connexions établies, les autres connexions établies étant mises en réserve ; et

10 - répartir les données entre les connexions sélectionnées, dites connexions actives, selon au moins une règle de répartition prédéfinie et transmettre les données réparties ;

et, sur détection (501) d'un incident de transmission via une connexion active sur un chemin sur lequel une dite pluralité de connexions a été établie :

- fermer (502) ladite connexion active ; et

15 - rendre active (503) une connexion qui avait été mise en réserve sur ledit chemin.

1/4

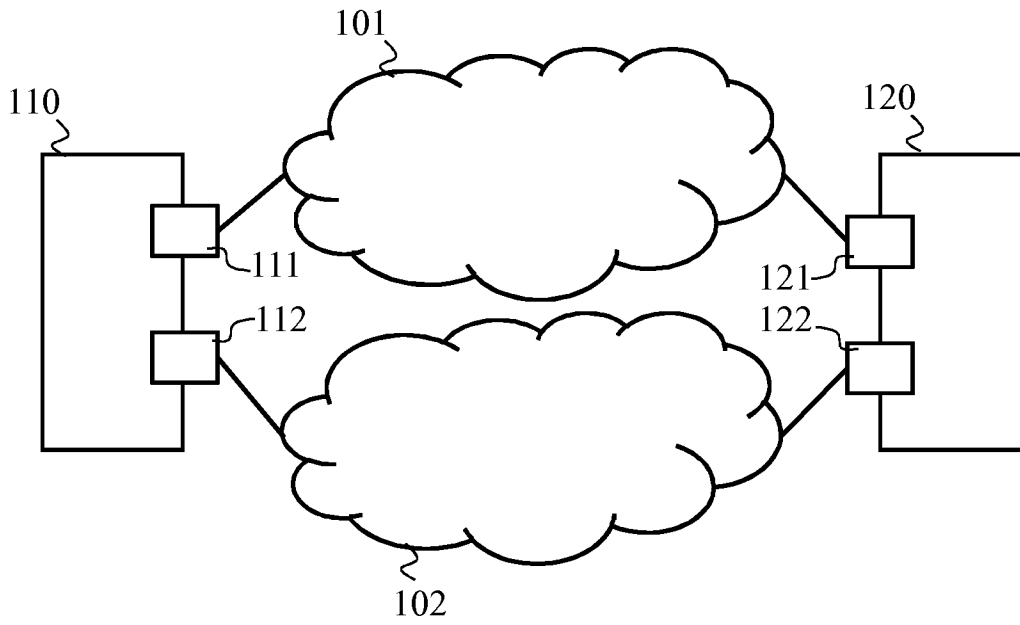


Fig. 1A

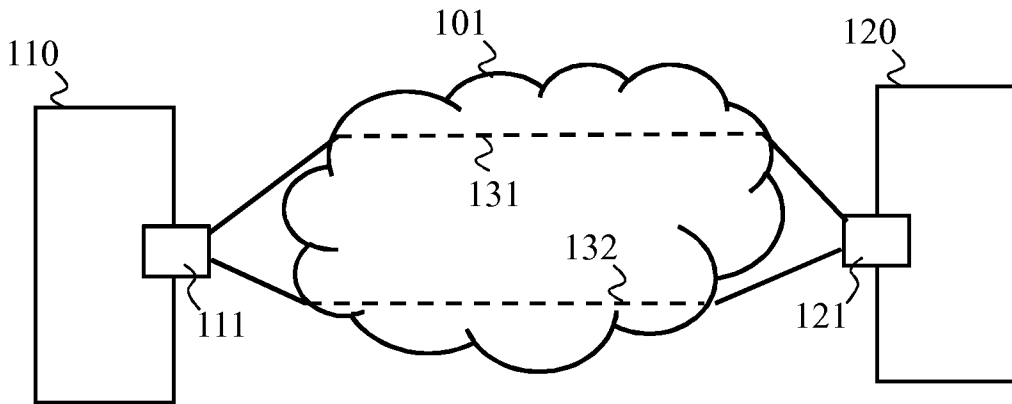


Fig. 1B

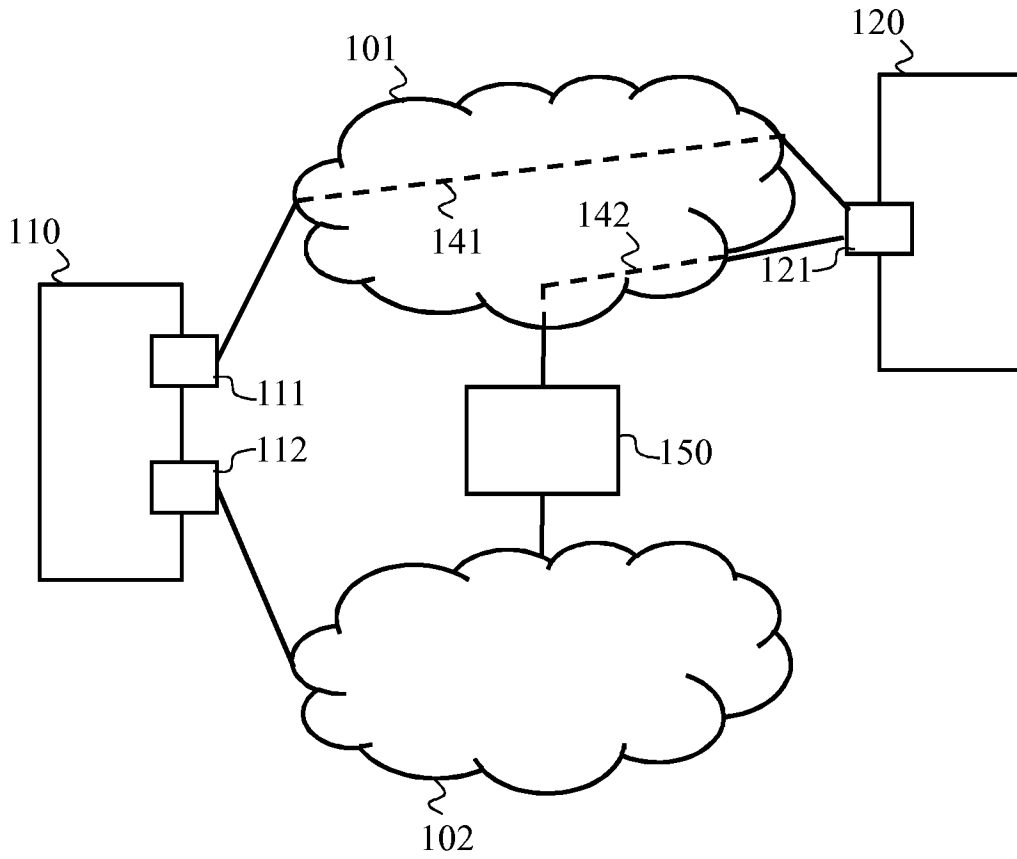


Fig. 1C

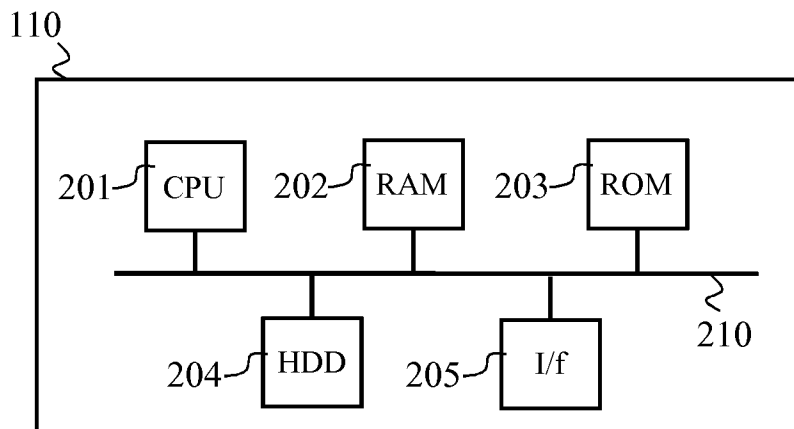


Fig. 2

3/4

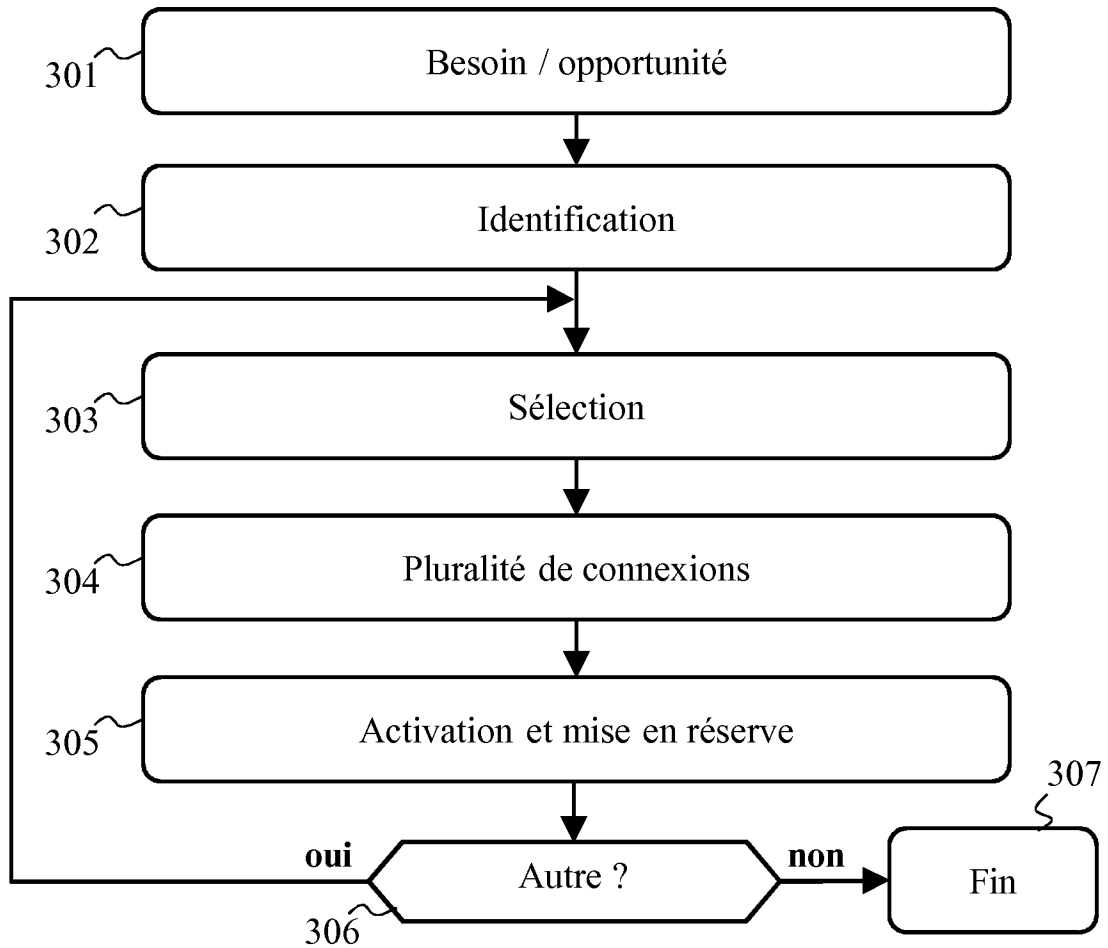


Fig. 3

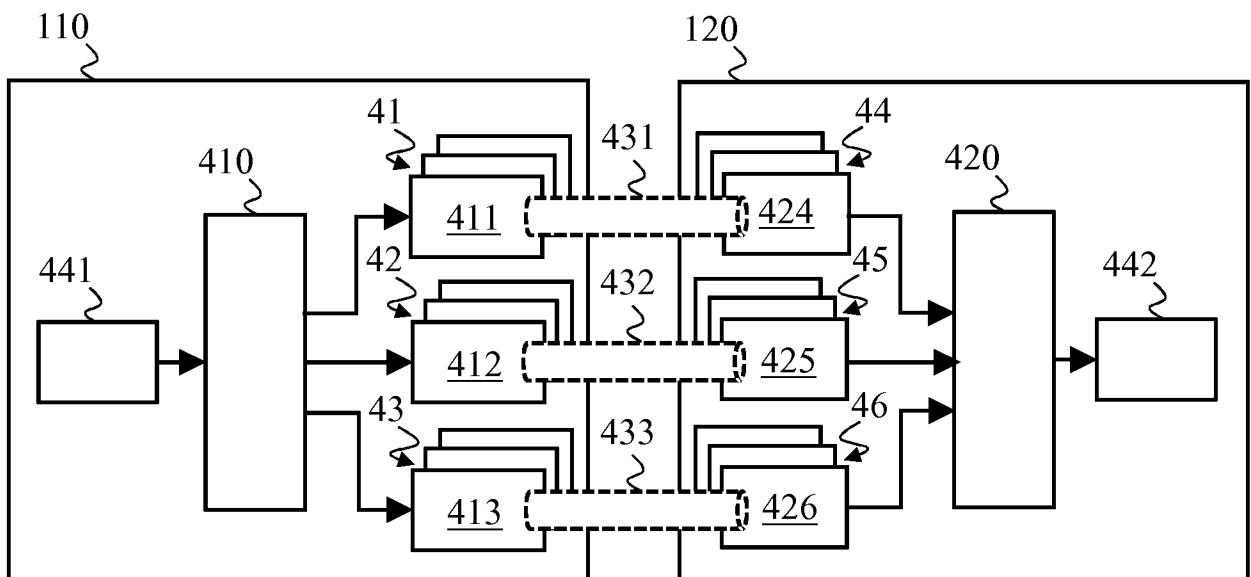


Fig. 4

4/4

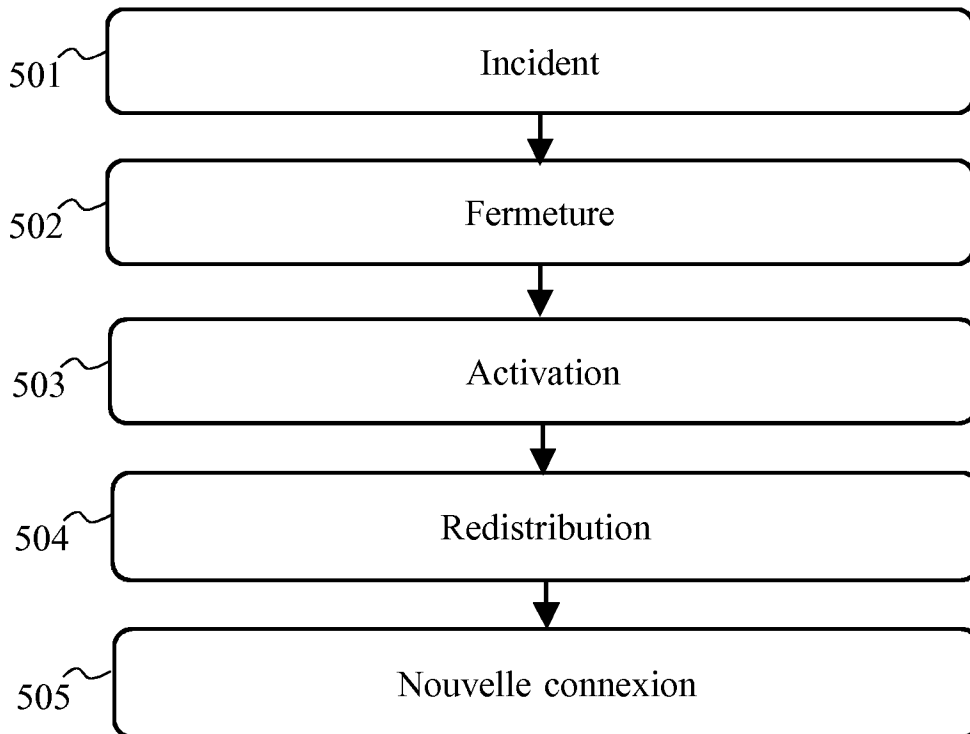


Fig. 5

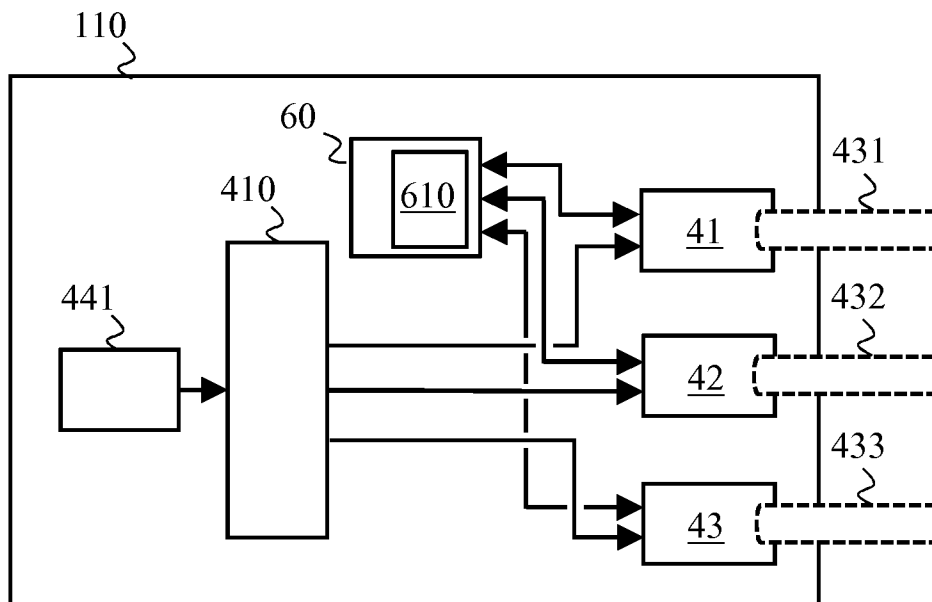


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04L12/707
ADD.
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)
H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/286942 A1 (BONAR JEFFREY G [US] ET AL) 31 October 2013 (2013-10-31)	1-18
Y	abstract paragraphs [0016] - [0023], [0088] - [0095], [0124] - [0156]	1-18
X	US 2015/156659 A1 (SZE DAVID [CA] ET AL) 4 June 2015 (2015-06-04)	1-18
Y	abstract paragraphs [0006] - [0011], [0056] - [0066], [0080] - [0086]	1-18
X	US 2015/127843 A1 (KARAOGUZ JEYHAN [US] ET AL) 7 May 2015 (2015-05-07)	1-18
Y	abstract paragraphs [0013] - [0032], [0049] - [0051]	1-18
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 1 March 2017	Date of mailing of the international search report 09/03/2017
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052333

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013/064198 A1 (KRISHNASWAMY DILIP [US] ET AL) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraphs [0018], [0067] -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/052333

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013286942 A1	31-10-2013	US 2010124196 A1 US 2013286942 A1	20-05-2010 31-10-2013

US 2015156659 A1	04-06-2015	US 2012260296 A1 US 2014250486 A1 US 2015156659 A1	11-10-2012 04-09-2014 04-06-2015

US 2015127843 A1	07-05-2015	US 2010131672 A1 US 2015127843 A1	27-05-2010 07-05-2015

US 2013064198 A1	14-03-2013	US 2013064198 A1 WO 2013040503 A2	14-03-2013 21-03-2013

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04L12/707 ADD.</p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>		
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04L</p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>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-Internat</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2013/286942 A1 (BONAR JEFFREY G [US] ET AL) 31 octobre 2013 (2013-10-31)	1-18
Y	abrégé alinéas [0016] - [0023], [0088] - [0095], [0124] - [0156]	1-18
X	US 2015/156659 A1 (SZE DAVID [CA] ET AL) 4 juin 2015 (2015-06-04)	1-18
Y	abrégé alinéas [0006] - [0011], [0056] - [0066], [0080] - [0086]	1-18
X	US 2015/127843 A1 (KARAOGUZ JEYHAN [US] ET AL) 7 mai 2015 (2015-05-07)	1-18
Y	abrégé alinéas [0013] - [0032], [0049] - [0051]	1-18
	----- -/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>		
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p>		<p>"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</p>
<p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p>		<p>"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</p>
<p>"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)</p>		<p>"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</p>
<p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p>		<p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p style="text-align: center;">1 mars 2017</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">09/03/2017</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p style="text-align: center;">Le Bras, Patrick</p>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2013/064198 A1 (KRISHNASWAMY DILIP [US] ET AL) 14 mars 2013 (2013-03-14) alinéas [0018], [0067] -----	1-18

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/052333

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013286942 A1	31-10-2013	US 2010124196 A1 US 2013286942 A1	20-05-2010 31-10-2013
US 2015156659 A1	04-06-2015	US 2012260296 A1 US 2014250486 A1 US 2015156659 A1	11-10-2012 04-09-2014 04-06-2015
US 2015127843 A1	07-05-2015	US 2010131672 A1 US 2015127843 A1	27-05-2010 07-05-2015
US 2013064198 A1	14-03-2013	US 2013064198 A1 WO 2013040503 A2	14-03-2013 21-03-2013