



(51) Classification internationale des brevets :
H04L 12/56 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/051138

(22) Date de dépôt international :
19 mai 2011 (19.05.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1053928 20 mai 2010 (20.05.2010) FR

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

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **SAHALY, Sinda** [FR/FR]; 2 rue Henri Dunant - Appartement 106,
F-35700 Rennes (FR). **CHRISTIN, Philippe** [FR/FR]; 6
rue Raoul Ponchon, F-35000 Rennes (FR).

(74) Mandataire : **MATHAN, Luc**; France Télécom
R&D/PIV/Brevets, 38-40 rue du Général Leclerc,
F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : LINK-STATE ROUTING METHOD FOR ROUTING DATA STREAMS IN A MESHED NETWORK COMPRISING NODES CONNECTED BY THREE-STATE LINKS

(54) Titre : PROCÉDE DE ROUTAGE A ETATS DE LIENS POUR ROUTER DES FLUX DE DONNEES DANS UN RESEAU MAILLE COMPRENANT DES NŒUDS RELIES PAR DES LIENS A TROIS ETATS

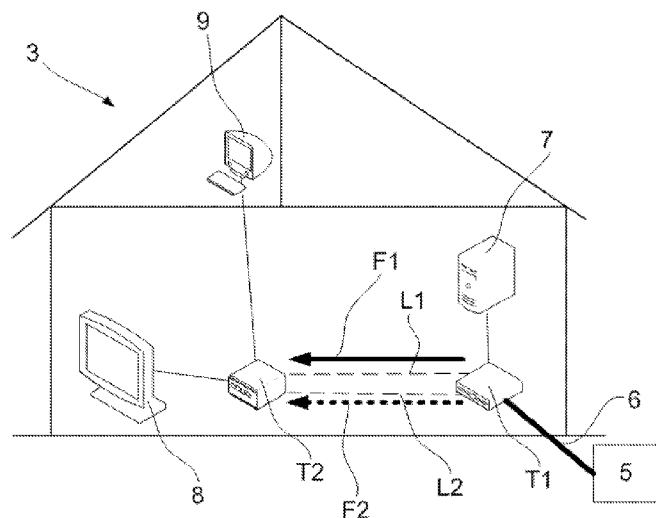


FIGURE 3

(57) Abstract : The invention relates to a link-state routing method for routing a data stream in a meshed communication network (3) comprising a plurality of nodes (T1 -T2) connected by links (L1, L2), at least one of the nodes of the network comprising a topology table containing at least one link (L1), in which the node (T1) carries out the following steps: a step consisting in measuring a parameter relating to the load on the link (L1); a step consisting in comparing the measured load parameter with a predetermined overload threshold (M), an overload state being assigned to the link (L1) when the load parameter exceeds the overload threshold (M); and a step consisting in distributing an item of information relating to the overload state of said link (L1) to at least some of the nodes (N2) of the network.

(57) Abrégé : Un procédé de routage à états de liens pour

[Suite sur la page suivante]



-
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

router un flux de données dans un réseau de communication maillé (3) comprenant une pluralité de nœuds (T1 -T2) reliés par des liens (L1, L2), au moins un nœud dudit réseau comportant une table de topologie qui comprend au moins un lien (L1), dans lequel le nœud (T1) met en œuvre : une étape de mesure d'un paramètre de charge sur ledit lien (L1); une étape de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge (M) prédéterminé, un état de surcharge étant attribué audit lien (L1) en cas de dépassement dudit seuil de surcharge (M) par ledit paramètre de charge; et; une étape de diffusion à au moins certains nœuds (N2) dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien (L1).

PROCEDE DE ROUTAGE A ETATS DE LIENS POUR ROUTER DES FLUX DE DONNEES DANS UN RESEAU MAILLE COMPRENANT DES NOEUDS RELIES PAR DES LIENS A TROIS ETATS

La présente invention concerne le domaine du routage de données entre des nœuds d'un réseau de communication.

Un réseau de communication comprend de manière classique une pluralité de nœuds qui sont reliés les uns aux autres pour former un réseau maillé. De tels nœuds peuvent être des terminaux informatiques de type IP, pour « Internet Protocol », des équipements du cœur de réseau, une passerelle domestique, etc. Un lien relie un nœud source à un nœud destinataire.

Un lien se présente sous la forme d'une liaison de données qui peut être filaire (Ethernet, fibre optique, Courant Porteur en Ligne dit « CPL », etc.) ou sans fil (par exemple basée sur la norme de réseau radioélectrique IEEE 802.11 et ses évolutions, regroupées sous l'appellation WiFi « Wireless Fidelity » (Wifi 802.11 a, 802.11n, etc.)).

Pour échanger des données entre un nœud source et un nœud destinataire du réseau maillé, il est nécessaire de déterminer le chemin que doivent suivre les données dans le réseau depuis ce nœud source vers ce nœud destinataire. Un chemin est défini par la séquence de liens et de nœuds par lesquels les données circulent dans le réseau de communication. Un protocole de routage permet de déterminer le meilleur chemin pour acheminer des données entre un nœud source et un nœud destinataire. De manière classique, chaque nœud du réseau de communication comporte une table de routage qui est mise à jour par le protocole de routage à partir de la table de topologie du réseau comprenant l'ensemble des liens constituant le réseau.

Des protocoles de routage à états de liens, tels que OSPF pour « Open Shortest Path First » et OLSR pour « Optimized Link State Routing », connus de l'homme du métier, permettent de construire les tables de routage des nœuds afin d'acheminer correctement les données entre le nœud source et le nœud destinataire.

Dans un protocole de routage à états de liens, pour définir le meilleur chemin reliant deux nœuds distants, chaque lien est caractérisé par au moins deux paramètres : un état et une métrique.

Traditionnellement, un lien possède deux états : un état actif, dit état « UP », dans lequel le lien est utilisable pour envoyer des données entre deux nœuds voisins, et un état inactif, dit état « DOWN », dans lequel aucun trafic de données n'est possible. L'état du lien permet à un protocole de routage de déterminer si le lien est utilisable pour former un chemin. De manière classique, seuls les liens actifs sont référencés dans la table de topologie d'un nœud.

De manière connue, un lien actif possède une métrique qui le caractérise telle que le débit, le délai ou la gigue du lien. La métrique du lien permet à un protocole de routage de comparer les chemins

entre eux et de sélectionner en priorité les chemins ayant une meilleure métrique de bout en bout, c'est-à-dire, sur l'ensemble des liens qui les constituent.

Ainsi, un nœud du réseau de communication comporte classiquement une table de topologie dans laquelle chaque lien actif du réseau est répertorié avec sa métrique, un lien inactif n'étant pas répertorié. Un algorithme du type Dijkstra, connu de l'homme du métier, permet de déterminer le plus court chemin entre un nœud source et un nœud destinataire à partir de la table de topologie du nœud source. Les meilleurs chemins pour chaque nœud destinataire sont regroupés dans la table de routage du nœud source, la table de routage indiquant sur quel lien les données doivent être routées pour un nœud destinataire donné. Autrement dit, la table de routage du nœud source indique pour chaque nœud destinataire quel lien du nœud source doit être utilisé pour l'acheminement des données.

La table de routage est calculée à partir de la table de topologie qui est mise à jour par envoi de messages de topologie entre les nœuds du réseau. Ainsi, lorsqu'un lien devient inactif « DOWN », des messages de topologie sont diffusés par les nœuds de manière à ce que l'information relative à l'inactivité du lien soit connue de tous les nœuds. Les tables de topologie et de routage des nœuds sont alors mises à jour. Suite à la diffusion de messages de topologie entre les nœuds, les nœuds du réseau possèdent la même table de topologie.

Dans le cas d'un réseau domestique qui est installé, par exemple, chez des particuliers, le maillage du réseau est simple. De manière classique, le réseau domestique comprend une passerelle domestique reliée au réseau internet et une pluralité de terminaux informatiques (ordinateur portable, ordinateur de bureau, décodeur de télévision désigné également « set-top box ») qui sont reliés directement à la passerelle domestique. Un tel réseau domestique est désigné réseau en étoile, la passerelle domestique formant le centre de l'étoile.

En raison de l'augmentation des débits de données pour les passerelles domestiques, il est maintenant possible d'envoyer des données de différentes natures (vidéo, musique, domotique, etc.) sur des terminaux distants situés à divers endroits d'une maison (salon, chambre, cuisine, etc.). Pour permettre une transmission de données optimale, les réseaux traditionnels en étoile nécessitent un câblage structuré souvent inexistant. En pratique, plusieurs technologies alternatives hétérogènes sont utilisées en parallèle dans un réseau domestique, telles que les technologies CPL, WiFi et analogues. Le routage des données dans le réseau domestique n'est pas optimal.

Pour transmettre un débit important de données entre la passerelle domestique et la set-top box, le lien entre la passerelle domestique et la set-top box ne doit pas être saturé. On considère qu'un lien est saturé quand le débit de données à la sortie du lien est inférieur au débit à l'entrée de ce lien. Des données sont perdues au cours de la transmission sur le lien saturé. A titre d'exemple,

pour la transmission d'un flux vidéo, une saturation du lien résulte en la perte de trames vidéo ce qui détériore la visualisation du flux vidéo par l'utilisateur. Plus le nombre de flux de données émis sur un même lien est important, plus la probabilité de saturation du lien est élevée.

- 5 L'inconvénient des protocoles de routage à états de liens actuels est qu'ils ne sont pas adaptés pour réagir graduellement à une saturation d'un lien. En effet, tant qu'un lien est actif « UP » dans la table de topologie, ce lien peut être utilisé d'après la table de routage du nœud et des flux de données peuvent être émis sur ledit lien. Si un lien est saturé, il est considéré comme inactif et est retiré de la table de topologie et de la table de routage du nœud. Aucun flux de donnée ne peut
10 alors être émis sur ce lien saturé.

Un protocole de routage à états de liens utilisant des métriques dynamiques pourrait être utilisé. Selon ce type de routage, plus un lien est saturé, plus sa métrique est faible. Autrement dit, la métrique du lien varie en fonction du trafic de données. Lorsqu'un premier lien est saturé, les flux
15 de données du premier lien sont redirigés vers un deuxième lien dont la métrique est meilleure que celle du premier. Lorsque le deuxième lien est de même nature que le premier lien (technologie similaire, débit similaire, etc.), le deuxième lien sature à son tour et sa métrique est pénalisée. Les flux de données du second lien sont alors redirigés vers le premier lien dont la métrique s'est améliorée en l'absence de trafic de données. Au cours du temps, le flux de données va être
20 alternativement basculé entre les premier et deuxième liens. Cela se traduit par un phénomène d'oscillation de flux. Le problème de saturation est ainsi reporté de lien en lien. Un protocole de routage avec une métrique dynamique ne permet donc pas de résoudre le problème de saturation d'un lien d'un réseau maillé.

- 25 On notera que ce problème n'est pas propre aux réseaux domestiques, décrits ici à titre de simple exemple, mais peut se présenter dans tout type de réseau de communication.

Afin d'éliminer au moins certains de ces inconvénients, l'invention concerne un procédé de routage à états de liens pour router un flux de données dans un réseau de communication maillé
30 comprenant une pluralité de nœuds reliés par des liens, au moins un nœud dudit réseau comportant une table de topologie qui comprend au moins un lien, dans lequel le nœud met en œuvre :

- une étape de mesure d'un paramètre de charge sur ledit lien,
- une étape de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge
35 prédéterminé, un état de surcharge étant attribué audit lien en cas de dépassement dudit seuil de surcharge par ledit paramètre de charge; et
- une étape de diffusion à au moins certains nœuds dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien.

On entend par paramètre de charge le rapport d'une mesure du débit de données sur le débit maximal pouvant être supporté par ledit lien. Pour un lien sans fil, par exemple du type WiFi, le paramètre de charge peut correspondre au pourcentage d'occupation de la bande passante dudit lien par un flux de données.

5

Dans un procédé de routage selon l'art antérieur dans lequel les liens possèdent uniquement deux états (actif ou inactif), un flux de données est émis en fonction de ladite table de routage sans tenir compte de l'état de charge du réseau.

- 10 Grâce au procédé de routage selon l'invention dans lequel le lien possède trois états potentiels (actif, inactif, en surcharge), l'état de surcharge d'un lien permet d'influencer le routage des données sur le réseau. La détection d'un lien en surcharge par un nœud du réseau est diffusée aux autres nœuds du réseau ce qui permet à chaque nœud de s'adapter pour éviter une saturation du lien en surcharge. Par exemple, un nœud peut continuer à envoyer sur le lien en surcharge les
- 15 flux qui y circulent déjà et peut envoyer les nouveaux flux sur un autre lien.

Selon un aspect de l'invention, le nœud met en œuvre une étape de mise à jour de sa table de topologie à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

- 20 Ainsi, le nœud qui détecte un lien en état de surcharge peut directement mettre à jour sa table de topologie ce qui permet de modifier la formation de sa table de routage. L'acheminement de flux de données par ledit nœud peut alors tenir compte de l'état de surcharge du lien et éviter une saturation du lien.

- 25 Selon une réalisation, le nœud dudit réseau comporte une table de routage, construite à partir de la table de topologie mise à jour, comprenant au moins un chemin menant à un nœud destinataire, et le nœud met en œuvre une étape de mémorisation de l'état de surcharge dudit chemin dans la table de routage.

- 30 Les chemins de la table de routage qui sont en surcharge sont avantageusement indiqués dans la table de routage. Ainsi, lorsqu'un flux de données doit être acheminé sur un chemin en surcharge, le flux peut être détourné vers un autre chemin ou n'être pas émis. La saturation du lien en surcharge est alors évitée.

- 35 Selon un aspect, la table de routage comportant un chemin en état de surcharge menant à un nœud destinataire, le nœud ajoute dans sa table de routage un autre chemin menant audit nœud destinataire.

- 40 Au cours de la formation de la table de routage à partir de la table de topologie, le nœud forme de manière avantageuse un chemin de contournement du chemin en surcharge. Ainsi, si un flux de

données doit être acheminé sur un chemin en surcharge, le flux peut être acheminé sur un chemin alternatif. La capacité du réseau est alors utilisée de manière optimale.

De préférence, le nœud met en œuvre une étape de mémorisation dans sa table de routage d'un identifiant d'un flux de données circulant sur ledit chemin.

La mémorisation du flux de données circulant sur un chemin permet avantageusement d'empêcher d'autres flux d'être acheminés sur le chemin en surcharge, ce dernier étant réservé pour le flux ou les flux qui y circule(nt). Ainsi, le procédé permet un contrôle d'admission de flux de données sur le chemin en surcharge.

Selon un aspect de l'invention, le nœud met en œuvre :

- une étape de comparaison du paramètre de charge dudit lien en surcharge à un seuil actif prédéterminé, un état actif étant attribué audit lien si ledit paramètre de charge est inférieur audit seuil actif, et
- une étape de mise à jour de sa table de topologie à partir d'une information d'état actif dudit lien.

La table de topologie est mise à jour en fonction du paramètre de charge mesuré sur ledit lien afin de déterminer si le lien est toujours en surcharge. Lorsque le lien n'est plus en surcharge, la table de topologie indique que le chemin n'est plus en surcharge et l'émission du flux de données par ledit procédé n'est plus sélective. Ainsi, ces étapes permettent avantageusement de limiter des basculements trop fréquents entre l'état actif et l'état en surcharge, un basculement oscillatoire est alors évité. Autrement dit, ces étapes permettent avantageusement d'introduire une temporisation, ou hystérésis, entre deux basculements.

L'invention concerne également un procédé de routage à états de liens pour router un flux de données dans un réseau de communication maillé comprenant une pluralité de nœuds reliés par des liens, au moins un nœud dudit réseau comportant une table de topologie qui comprend au moins un lien, dans lequel le nœud met en œuvre :

- une étape de réception d'une information d'état de surcharge dudit lien émise par au moins un autre nœud du réseau, et
- une étape de mise à jour par ledit nœud de sa table de topologie, à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

L'information d'état de surcharge dudit lien est diffusée à certains nœuds du réseau ce qui permet à ces derniers de mettre à jour leur table de topologie et de modifier l'acheminement des données sur le réseau maillé pour tenir compte du lien en surcharge. Autrement dit, l'ensemble des nœuds du réseau peut tenir compte du lien en surcharge, cette information n'étant pas réservée au nœud ayant détecté la surcharge.

Il va de soi que tout nœud du réseau, qu'il soit un nœud détectant une surcharge ou un nœud recevant l'information de surcharge, peut mettre en œuvre les étapes précédemment citées (mise à jour de la table de routage, formation de chemin de contournement, mémorisation de flux de données, etc.). Il va également de soi que les étapes peuvent être mises en œuvre simultanément ou séquentiellement.

L'invention concerne en outre un nœud d'un réseau de communication maillé comprenant une pluralité de nœuds reliés par des liens, le nœud comprenant une table de topologie comprenant au moins un lien, des moyens de mesure d'un paramètre de charge sur ledit lien, des moyens de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge prédéterminé, un état de surcharge étant attribué audit lien en cas de dépassement dudit seuil de surcharge par ledit paramètre de charge et des moyens de diffusion à au moins certains nœuds dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien.

Le nœud du réseau de communication maillé permet de définir pour un lien trois états potentiels (actif, inactif, en surcharge), l'état de surcharge d'un lien permettant d'influencer le routage des données sur le réseau. Le nœud peut ainsi prévenir les autres nœuds afin qu'ils s'adaptent pour éviter une saturation du lien en surcharge.

L'invention concerne également un nœud d'un réseau de communication maillé comprenant une pluralité de nœuds reliés par des liens, le nœud comprenant une table de topologie comprenant au moins un lien, des moyens de réception d'une information d'état de surcharge dudit lien émise par au moins un autre nœud du réseau et des moyens de mise à jour de sa table de topologie à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

L'information d'état de surcharge dudit lien est reçue par le nœud ce qui lui permet de mettre à jour sa table de topologie et de modifier l'acheminement des données sur le réseau maillé pour tenir compte du lien en surcharge. L'ensemble des nœuds du réseau peut ainsi tenir compte du lien en surcharge, cette information n'étant pas réservée au nœud ayant détecté la surcharge.

L'invention concerne en outre un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé de routage lorsque le programme est exécuté par un processeur ainsi qu'un support d'enregistrement dans lequel est stocké ledit programme.

L'invention vise également un signal émis par un nœud source d'un réseau de communication maillé, comprenant une pluralité de nœuds reliés par des liens, à destination d'au moins un nœud destinataire dudit réseau, le nœud destinataire comportant une table de topologie comportant au moins un lien, le signal transportant un message de topologie destiné à la mise à jour de la table

de topologie du nœud destinataire, dans lequel le message de topologie comprend un champ renseignant sur l'état de surcharge du lien de la table de topologie.

L'information de surcharge étant directement intégrée à un message de topologie, la mise à jour de la table de topologie d'un nœud du réseau est facilitée. Le signal transportant l'état de surcharge d'un lien est unitaire avec le procédé de routage étant donné qu'ils visent tous les deux à communiquer un état de surcharge d'un lien pour former une table de topologie permettant d'éviter une saturation du lien en surcharge.

L'invention concerne également une table de topologie d'un nœud d'un réseau de communication maillé qui comprend au moins un lien, la table de topologie comportant un champ dans lequel est défini l'état de surcharge dudit lien. De même, l'invention concerne aussi une table de routage d'un nœud d'un réseau de communication maillé qui comprend au moins un chemin, la table de routage comportant un champ dans lequel est défini l'état de surcharge dudit chemin.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs.

- la figure 1 est une représentation schématique du routage de flux de données selon l'invention dans un premier réseau de communication ;
- la figure 2 est une représentation schématique du routage de flux de données selon l'invention dans un deuxième réseau de communication ;
- la figure 3 est une représentation schématique du routage de flux de données selon l'invention dans un troisième réseau de communication qui est un réseau domestique ;
- et
- la figure 4 est une représentation d'un message de topologie avec une information relative à l'état de surcharge d'un lien.

En référence à la figure 1, un réseau de communication maillé 1 comprend six nœuds N1-N6, reliés entre eux par des liens filaires de même nature du type ethernet, chaque lien possédant la même métrique. Le nœud N1 est relié au réseau internet 5 par une liaison 6 du type FTTH pour « Fiber To The Home » qui garantit un débit important de l'ordre du Gigabit/s. Les nœuds se présentent sous la forme de terminaux informatiques aptes à router des flux de données sur le réseau maillé. Le nœud N1 est par exemple une passerelle résidentielle ou domestique, ou plus généralement une passerelle d'entrée dans un réseau local, par exemple d'entreprise.

Chaque nœud N1-N6 possède une table de topologie, qui lui est propre et dont le contenu est identique à celui des tables des autres nœuds, dans laquelle la topologie du réseau est définie. Comme indiqué précédemment, chaque lien actif est répertorié avec sa métrique dans la table de topologie. Dans cet exemple, les liens entre les nœuds sont tous actifs.

Chaque nœud N1-N6 possède également une table de routage, qui lui est propre, dans laquelle les chemins pour atteindre chaque nœud du réseau sont définis. Comme indiqué précédemment, un chemin est défini par la séquence de liens et de nœuds par lesquels les données circulent dans le réseau de communication. La table de routage d'un nœud est construite à partir de la table de topologie dudit nœud. Un chemin de la table de routage comprend l'identifiant du premier lien à utiliser, la métrique de bout en bout du chemin ainsi que l'indication d'une surcharge d'un lien quelconque sur ce chemin.

Un premier flux de données, désigné F1 sur la figure 1, est émis par le nœud N5 du réseau maillé 1 à destination du nœud N4. La table de routage du nœud N5 indique que pour atteindre le nœud N4, le premier flux de données F1 doit être acheminé par le nœud N2 et qu'aucun lien saturé n'est détecté sur le chemin menant à la destination N4. Comme tous les liens sont actifs sur le chemin N5/N4, le premier flux F1 est transmis sur ce chemin par le nœud N5.

Dans cette réalisation, chaque nœud N1-N6 mesure sur ses liens un paramètre de charge du lien. On entend par paramètre de charge le rapport d'une mesure de la capacité utilisée par rapport à la capacité maximale pouvant être supportée par ledit lien. A titre d'exemple, pour un lien sans fil du type WiFi, le paramètre de charge peut correspondre au pourcentage d'occupation de la bande passante dudit lien par un flux de données.

Ainsi, à titre d'exemple, le nœud N5 mesure le paramètre de charge du lien [N5, N2] à intervalles de temps réguliers. De même, le nœud N1 mesure le paramètre de charge des liens [N1, N3] et [N1, N2]. Toujours à titre d'exemple, le paramètre de charge mesuré pour chacun des liens par lequel passe le premier flux F1 est égal à 40%. Autrement dit, dans un mode de réalisation particulier où le paramètre de charge est fonction du débit du lien, le débit du premier flux F1 utilise 40% du débit maximal autorisé sur chacun des liens.

Selon le procédé selon l'invention, un nœud compare le paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge M prédéterminé. A titre d'exemple, le seuil de surcharge est ici égal à 75% de manière à attribuer à un lien un état de surcharge « OVERLOAD » lors du dépassement du seuil de surcharge M tout en évitant que ledit lien soit saturé lors du dépassement du seuil de surcharge M. Autrement dit, si un lien est considéré saturé quand son paramètre de charge est égal à 95%, un seuil de surcharge égal à 75% permet de ménager une marge de charge (de l'ordre de 20%). Grâce à cette marge, le lien peut accepter un flux additionnel de données qui modifie l'état du lien sans pour autant saturer le lien.

Suite à l'émission du premier flux F1, aucun des paramètres de charge mesuré par les nœuds N1-N6 ne dépasse le seuil de surcharge M, les tables de topologie et de routage des nœuds ne sont pas modifiées.

Un deuxième flux de données, désigné F2 sur la figure 1, est émis par le nœud N2 du réseau maillé 1 à destination du nœud N4. La table de routage du nœud N2 indique que pour atteindre le nœud N4, le deuxième flux de données F2 doit être acheminé par le nœud N1. Comme tous les liens sont actifs sur le chemin N2/N4, le deuxième flux F2 est transmis sur ce chemin.

5

Le nœud N5 recalcule le paramètre de charge sur le lien [N5, N2] qui ne varie pas suite à l'émission du deuxième flux F2 étant donné que le deuxième flux F2 ne circule pas sur ce lien. Le nœud N1 recalcule le paramètre de charge des liens [N1, N3] et [N1, N2]. Comme le premier flux F1 et le deuxième flux F2 circulent sur le lien [N1, N3], un paramètre de charge égal à 80% est mesuré par le nœud N1.

10

Suite à l'émission du deuxième flux F2, le paramètre de charge de chaque lien est comparé au seuil de surcharge M égal à 75%. Le lien [N1, N3] qui possède un paramètre de charge égal à 80%, supérieur à 75%, est déclaré en surcharge « OVERLOAD » tandis que les autres liens demeurent actifs « UP ».

15

Le nœud N1 met à jour sa table de topologie pour indiquer que le lien [N1, N3] possède un état de surcharge « OVERLOAD ». A cet effet, l'état du lien [N1, N3] passe de « UP » à « OVERLOAD » dans la table de topologie du nœud N1.

20

Le nœud N1 diffuse également cette information relative à l'état de surcharge du lien [N1, N3] aux autres nœuds du réseau 1 afin que ces derniers mettent à jour leurs tables de topologie. Ainsi, après diffusion, tous les nœuds du réseau possèdent la même table de topologie.

25

A titre d'exemple, le nœud N1 diffuse aux autres nœuds du réseau 1 un message de topologie comprenant un champ identifiant le lien [N1, N3], un champ relatif à la métrique du lien et un champ relatif à l'état de surcharge du lien [N1, N3]. Les nœuds N2-N6 destinataires du message de topologie mettent à jour leur table de topologie de manière similaire au nœud N1. Les tables de routage des nœuds N1-N6 sont ensuite mises à jour à partir des tables de topologie de manière à indiquer les chemins en surcharge.

30

La table de routage de N1 indique en particulier que le chemin menant au nœud N4 est en surcharge. Les chemins de la table de routage qui comportent un chemin avec un lien en surcharge sont qualifiés de chemins en surcharge.

35

Grâce au seuil de surcharge M égal à 75%, l'admission du deuxième flux de données F2 permet de dépasser le seuil de surcharge M (paramètre de charge supérieur à 75%) sans saturation (paramètre de charge inférieur à 95%).

Dans ce mode de mise en œuvre de l'invention, lorsqu'un nœud achemine un flux de données sur un chemin de sa table de routage, le nœud mémorise dans sa table de routage le flux de données en associant l'identifiant du flux de données au chemin sur lequel il est acheminé. Ainsi, en référence à la figure 1, la table de routage de N1 comprend, en outre des champs déjà présentés, une colonne dans laquelle les flux de données F1 et F2 émis sont identifiés.

Le premier flux F1 et le deuxième flux F2, mis en mémoire dans la table de routage du nœud N1, circulent sur le lien [N1, N3] préalablement à ce que le lien soit déclaré en surcharge. Les flux F1, F2 sont considérés comme des flux autorisés et le changement d'état du lien n'affecte pas le routage des flux F1, F2. Ainsi, lorsque des paquets de données du flux de données F2 doivent être acheminés par le nœud N1 à destination du nœud N4, les paquets sont acheminés par le nœud N3 sans tenir compte de l'état de surcharge du lien [N1, N3].

Un troisième flux de données, désigné F3 sur la figure 1, est émis par le nœud N1 du réseau maillé 1 à destination du nœud N6. La table de routage du nœud N1 indique que pour atteindre le nœud N6, le troisième flux de données F3 doit être acheminé par le nœud N3. Comme le lien [N1, N3] est en surcharge « OVERLOAD » et que le réseau maillé 1 est un réseau mono-chemin, aucun autre chemin n'est disponible pour contourner le lien en surcharge et le troisième flux F3 n'est pas acheminé par le nœud N1. Autrement dit, le troisième flux de données F3 est rejeté car il ne peut pas être acheminé jusqu'à sa destination sans emprunter un chemin en surcharge.

Le procédé de routage selon l'invention permet, grâce à son état de surcharge, de contrôler l'admission des flux de données dans le réseau maillé. Seuls les flux qui circulaient sur un lien préalablement à la modification de son état sont autorisés. Seuls les flux autorisés peuvent circuler sur les liens en surcharge, tout flux additionnel non autorisé étant rejeté. Ainsi, le lien en surcharge [N1, N3] n'est pas saturé et aucune donnée n'est perdue sur le lien en surcharge [N1, N3]. On augmente ainsi la qualité de service du réseau maillé.

Selon un aspect de l'invention, un nœud compare le paramètre de charge dudit lien en surcharge à un seuil actif prédéterminé N. A titre d'exemple, le seuil actif prédéterminé est égal à 60%. Si le paramètre de charge dudit lien est inférieur audit seuil actif N, le lien n'est plus considéré en surcharge « OVERLOAD » et retrouve un état actif « UP ». Le nœud diffuse un message de topologie pour informer les autres nœuds du réseau que le lien est à l'état actif. Les tables de topologie et de routage desdits nœuds sont ensuite mises à jour.

Comme le seuil actif N est distinct du seuil de surcharge M, on évite que l'état du lien soit modifié de manière intempestive quand le lien possède un paramètre de charge proche du seuil de surcharge M. Grâce au seuil actif N, une fois que le lien n'est plus en surcharge, il devient de nouveau opérationnel et l'acheminement de nouveaux flux de données sur le réseau maillé via ce lien est permis. La gestion de l'état de surcharge est dynamique grâce au seuil de surcharge M et

au seuil actif N. Cela permet avantageusement d'éviter un basculement oscillatoire entre les deux états de lien.

5 Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, on pourrait également envisager, à titre de variante, que le seuil actif N et le seuil de surcharge M soient identiques.

10 En référence à la figure 2, un réseau de communication maillé 2 comprend quatre nœuds Q1-Q4, les liens [Q1, Q2] et [Q2, Q4] étant formés par un lien ethernet (représenté par un trait simple continu), le lien [Q3, Q4] étant formé par une liaison dite à courant porteur en ligne dit CPL (représenté par un trait double continu) tandis que les autres liens sont des liaisons sans fil (représentés par un trait simple discontinu) qui sont basées sur la norme de réseau radioélectrique IEEE 802.11 et ses évolutions, regroupées sous l'appellation WiFi « Wireless Fidelity ».

15 Dans le réseau de la figure 2, les liens ne possèdent pas la même métrique, un lien ethernet étant meilleur qu'un lien CPL qui est lui-même meilleur qu'un lien WiFi au sens de la métrique particulière considérée ici.

20 Chaque nœud Q1-Q4 possède sa propre table de topologie et sa propre table de routage dans laquelle les chemins pour atteindre chaque nœud du réseau sont définis avec l'état de surcharge de chaque chemin. Dans cet exemple, les liens entre les nœuds sont tous actifs.

Un premier flux de données, désigné F1 sur la figure 1, est émis par le nœud Q3 du réseau maillé 2 à destination du nœud Q4. Pour atteindre le nœud Q4, le premier flux de données F1 peut passer successivement :

- 25 - par les nœuds Q3 et Q4 via le lien CPL [Q3, Q4] qui est actif, ou
- par les nœuds Q3, Q2 et Q4 via le lien WiFi [Q3, Q2] et le lien Ethernet [Q2, Q4] qui sont actifs.

30 Comme la métrique du lien CPL [Q3, Q4] est meilleure que celle du lien WiFi [Q3, Q2], la table de routage du nœud Q3 indique que pour atteindre le nœud Q4, les données doivent être acheminées par le lien CPL [Q3, Q4] considéré comme le meilleur chemin.

35 Le nœud Q3 mesure le paramètre de charge sur le lien [Q3, Q4] suite à l'émission du premier flux F1. Le débit du premier flux F1 utilise 40% du débit maximal autorisé sur le lien [Q3, Q4]. Le paramètre de charge du lien [Q3, Q4] est comparé au seuil de surcharge M, égal à 75%.

Aucun des paramètres de charge des nœuds ne dépassant le seuil de surcharge M, les états de charge des liens de la table de topologie ne sont pas modifiés, les liens demeurant à l'état actif. Dans la table de routage du nœud Q3, l'identifiant du premier flux F1 est mémorisé et associé au chemin menant au nœud Q4 passant par le lien [Q3-Q4].

40

Un deuxième flux de données F2 est émis par le nœud Q3 du réseau maillé 2 à destination du nœud Q4. Pour les mêmes raisons que citées précédemment pour le routage du premier flux de données F1, comme tous les liens sont actifs, le deuxième flux F2 est acheminé sur le lien [Q3, Q4].

Le premier flux F1 et le deuxième flux F2 circulent sur le lien [Q3, Q4] ce qui modifie le paramètre de charge qui est maintenant égal à 80%. Suite à l'émission du deuxième flux F2, le paramètre de charge de chaque lien est comparé au seuil de surcharge M égal à 75%. Le lien [Q3, Q4] qui possède un paramètre de charge égal à 80%, supérieur à 75%, est déclaré en surcharge « OVERLOAD » tandis que les autres liens demeurent actifs « UP ».

Le nœud Q3 émet un message de topologie pour informer les autres nœuds que le lien [Q3, Q4] est en surcharge. Les nœuds du réseau 2 mettent à jour leur table de topologie ainsi que leur table de routage.

A titre d'exemple, la table de routage du nœud Q3 est modifiée de manière à ce que le chemin menant au nœud Q4 passant par le lien [Q3, Q4] soit déclaré en surcharge « OVERLOAD ». Dans la table de routage du nœud Q3, l'identifiant du deuxième flux F2 est mémorisé et associé au chemin sur lequel il circule.

Comme présenté précédemment, le premier flux F1 et le deuxième flux F2 qui circulent déjà sur le lien en surcharge sont considérés comme des flux autorisés dans les tables de routage des nœuds Q3 et Q4 et le changement d'état du lien CPL [Q3, Q4] n'affecte pas le routage des flux F1, F2.

Un troisième flux de données, désigné F3 sur la figure 2, est émis par le nœud Q3 du réseau maillé 2 à destination du nœud Q4. Comme le chemin comprenant le lien [Q3, Q4] est en surcharge, le troisième flux F3 ne peut pas être acheminé par le lien [Q3, Q4] car cela entraînerait sa saturation.

En consultant sa table de topologie, le nœud Q3 constate qu'un autre chemin est disponible pour contourner le lien en surcharge, en particulier, le chemin passant par les nœuds Q3, Q2 et Q4. A partir de sa table de topologie, le nœud Q3 calcule un nouveau chemin menant nœud Q4 en considérant que les liens en surcharge de la table de topologie sont des liens inactifs. L'algorithme de formation de chemins, par exemple un algorithme du type Dijkstra, sera modifié afin de conserver dans la table de routage les chemins sur lesquels circule un flux de données et calculer un chemin de contournement des liens en surcharge pour atteindre une destination donnée.

Ainsi, à titre d'exemple, comme des flux de données F1, F2 circulent sur le lien [Q3-Q4], la table de routage de Q3 conserve le chemin menant à Q4 via le lien [Q3-Q4]. Néanmoins, comme ce chemin

est en surcharge, la table de routage comporte également un chemin de contournement menant à Q4 via le lien [Q3-Q2].

Le procédé de routage selon l'invention permet, grâce à son état de surcharge « OVERLOAD », d'utiliser toute la capacité du réseau pour permettre de tirer profit de tous les liens et ainsi augmenter le volume et le débit de données pouvant être transmis entre les nœuds Q3 et Q4.

Dans le réseau maillé 2, lorsqu'un lien est en surcharge « OVERLOAD », une étape de sélection des flux prioritaires à émettre peut être mise en œuvre, seules les flux prioritaires étant émis sur le lien en surcharge, les flux de priorité moindre étant transmis par les autres chemins qui ne sont pas en surcharge.

Le procédé selon l'invention peut s'intégrer à tout type de protocole de routage existant pour permettre d'améliorer la qualité de service d'un réseau maillé.

Le procédé selon l'invention trouve une application avantageuse dans les réseaux locaux (domestiques ou d'entreprises) comprenant différents terminaux de natures différentes (télévision, ordinateur portable, station multimédia, ordinateur de bureau, etc.) reliés entre eux par les liens de natures différentes (Ethernet, WiFi 802.11a, WiFi 802.11n, CPL, etc.).

A titre d'exemple, le procédé selon l'invention peut être intégré à un protocole de routage à états de liens optimisé dit protocole OLSR pour « Optimized Link State Routing » connu de l'homme du métier. Le protocole OLSR est un protocole de couche réseau (couche 3 du modèle OSI) défini dans la norme RFC 3626.

Le protocole OLSR est défini pour permettre de s'interfacer avec des nœuds comportant des interfaces sans fil ce qui est une particularité des réseaux locaux classiques. Néanmoins, d'autres protocoles de routage pourraient également être utilisés pour des réseaux locaux.

De manière classique, le protocole OLSR se base sur des liens à deux états: « UP » et « DOWN ». Les deux états « UP » et « DOWN » sont intégrés dans le fonctionnement du protocole d'une manière implicite. Au cours de l'étape de formation des tables de topologie des nœuds du réseau, les nœuds diffusent des messages de topologie, dits messages TC pour « Topology Control », pour déclarer des liens actifs. A titre d'exemple, un message de topologie TC est représenté sur la figure 4 et comprend, un champ avec le numéro de séquence de message MSN pour « Message Sequence Number », un champ avec le numéro de sous-séquence de message MSSN pour « Message SubSystem Number », un champ de métrique correspondant ici à un nombre de sauts HC pour « hop count », un champ réservé « Reserve », un champ avec l'adresse d'origine OA pour « Originator Address » et des champs d'adresse de sélection de relais multipoint MRSA pour « Multipoint Relay Selector Address ». L'ensemble des champs du message de topologie TC sont

définis en détails à la section 9 de la norme RFC 3626. Selon l'invention, le message de topologie comprend en outre un état de surcharge du lien « OVERLOAD » qui est renseigné dans le champ réservé comme illustré sur la figure 4.

5 Après réception d'un message de topologie TC par un nœud destinataire, ce dernier met à jour sa table de topologie pour y inclure le lien actif et un compte à rebours est déclenché. Si aucun message TC ne réactualise cette information avant l'expiration du compte à rebours, le lien est considéré comme inactif « DOWN » et est supprimé de la table de topologie du nœud destinataire. Si un autre message TC concernant le lien en question est reçu, le lien demeure à l'état actif « UP » et le compte à rebours est réinitialisé. La table de topologie de chaque nœud est ainsi mise à jour en échangeant des messages TC à intervalles de temps réguliers. Avec la table de topologie obtenue, un nœud du réseau maillé peut former sa table de routage.

15 A titre d'exemple, un réseau de communication maillé multipoint 3 installé dans un domicile d'un particulier est représenté sur la figure 3. Le réseau local 3 comporte une passerelle domestique T1 qui est agencée pour relier le réseau domestique 3 au réseau internet 5 par une liaison 6 du type FTTH qui garantit un débit important de l'ordre du Gigabit/s.

20 Le réseau local 3 comporte en outre un décodeur de télévision « set-top box » T2 qui est relié à la passerelle domestique T1 par deux liens L1, L2 qui correspondent respectivement à des liens WiFi 802.11n et 802.11a qui sont indépendants. Autrement dit, la passerelle domestique T1 et la set-top box T2 forment deux nœuds du réseau local 3 reliés par deux liens L1, L2.

25 Dans cet exemple, la set-top box T2 est reliée, d'une part, à un ordinateur de bureau 9 se situant à l'étage du domicile et, d'autre part, à un téléviseur 8 se situant au rez-de-chaussée du domicile.

30 La passerelle domestique T1 est, pour sa part, reliée à un serveur multimédia 7 situé également au rez-de-chaussée du domicile. L'avantage des liens WiFi L1, L2 est que la passerelle domestique T1 et le serveur multimédia 7 peuvent être distants de la set-top box T2. En particulier, les terminaux peuvent être situés dans des pièces différentes.

Dans cet exemple, la passerelle domestique T1 et la set-top box T2 sont fournies par un opérateur de télécommunication et mettent en œuvre un protocole de routage OLSR à trois états selon l'invention dans le réseau local 3.

35 Comme cela sera détaillé par la suite, la passerelle domestique T1 comporte des moyens agencés pour mesurer le paramètre de charge sur les deux liens L1, L2 sans fil, des moyens de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge prédéterminé et des moyens de diffusion à au moins certains nœuds dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien.

La passerelle domestique T1 possède comme adresse IP 192.168.0.1 et diffuse des messages de topologie TC aux autres nœuds du réseau domestique 3 afin de construire la table de topologie du réseau. Selon l'invention, le message de topologie TC comprend une information relative à l'état de surcharge dudit lien qui est définie dans le champ réservé dudit message TC comme représenté sur la figure 4.

Dans cet exemple, le réseau local 3 ne comporte que deux nœuds T1, T2 qui comportent chacun une table de topologie construite par échange de messages de topologie TC.

Comme indiqué dans le tableau 1 représenté ci-dessous, la table de topologie de la passerelle domestique T1 possède une ligne par lien. A titre d'exemple, la première ligne de la table de topologie correspond au lien L1 et indique que la set-top box T2, d'adresse IP 192.168.0.2, est reliée à la passerelle domestique par une interface réseau d'adresse 10.0.0.2 et dont l'état est actif « UP ». En comparaison à une table de topologie classique, la table de topologie selon l'invention est enrichie par une colonne supplémentaire indiquant l'état de surcharge du lien référencé « T_link state » dans le tableau 1.

T_dest_address	T_last_address	T_link state	T_sequence	T_Time
192.168.0.2	10.0.0.2	UP	1	200
192.168.0.2	10.0.0.6	UP	2	200

Tableau 1: Table de topologie de la passerelle domestique T1

A partir de la table de topologie représentée ci-dessus, la passerelle domestique T1 forme sa table de routage, représentée dans le tableau 2 ci-dessous, dans laquelle une ligne correspond à un chemin menant à un nœud destinataire du réseau.

A titre d'exemple, la première ligne de la table de routage indique que pour atteindre la set-top box T2, d'adresse IP 192.168.0.2, un flux de données peut être acheminé à l'interface réseau 802.11n d'adresse 10.0.0.2 via le lien L1. En comparaison à une table de routage classique, la table de routage selon l'invention est enrichie par deux colonnes supplémentaires indiquant, d'une part, l'état de surcharge des chemins du réseau (« Interface Status ») et, d'autre part, l'identifiant des flux circulant sur lesdits chemins (« Flow ID »).

Dest @	Next @	iface@	Interface status	Hop count	Flow ID
192.168.0.2	10.0.0.2	802.11n	Up	1	0
192.168.0.2	10.0.0.6	802.11a	Up	1	0

Tableau 2: Table de routage de la passerelle domestique T1 avec le lien L1 à l'état UP

Un premier flux F1 est émis depuis la passerelle domestique T1 vers la set-top box T2. Après consultation de sa table de routage, le premier flux F1 est acheminé par la passerelle domestique T1 sur le lien L1 qui possède une meilleure métrique que le lien L2. L'identifiant du premier flux F1 est alors mémorisé dans sa table de routage comme représenté dans le tableau 3 ci-dessous.

5

Dest @	Next @	iface@	Interface status	Hop count	Flow ID
192.168.0.2	10.0.0.2	802.11n	Up	1	F1
192.168.0.2	10.0.0.6	802.11a	Up	1	0

Tableau 3: Table de routage de la passerelle domestique T1 après mémorisation du flux F1

Suite à l'émission du premier flux de données F1, la charge du lien L1 augmente. La passerelle domestique T1 mesure le paramètre de charge du lien L1 qui est alors égal à 80%. La passerelle domestique T1 compare le paramètre de charge du lien L1 au seuil de surcharge M. Le lien L1 est déclaré en surcharge « OVERLOAD » tandis que les autres liens demeurent actifs « UP ». La passerelle domestique T1 met à jour sa table de topologie en indiquant que le lien est en surcharge et diffuse des messages de topologie TC pour indiquer aux autres nœuds du réseau domestique 3 que le lien L1 est en surcharge.

10

15

A cet effet, la set-top box T2 comporte des moyens de réception des messages de topologie TC comportant l'information d'état de surcharge dudit lien émise par la passerelle domestique T1 et des moyens de mise à jour de sa table de topologie à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

20

Suite à la mise à jour de sa table de topologie, la table de routage de la passerelle domestique T1 est recalculée et le chemin menant à la set-top box T2 utilisant le lien L1 est indiquée en surcharge comme représenté sur le tableau 4 ci-dessous.

Dest @	Next @	iface@	Interface status	Hop count	Flow ID
192.168.0.2	10.0.0.2	802.11n	Overload	1	F1
192.168.0.2	10.0.0.6	802.11a	Up	1	0

25

Tableau 4: Table de routage de la passerelle domestique T1 avec le lien L1 à l'état OVERLOAD

Un deuxième flux de données, désigné F2 sur la figure 3, est émis par la passerelle domestique T1 à destination de la set-top box T2. Pour acheminer le deuxième flux F2, la passerelle domestique T1 consulte sa table de routage. Comme le lien L1 est en surcharge et qu'un autre chemin est disponible pour contourner le lien en surcharge, la passerelle domestique T1 achemine le deuxième flux F2 par le deuxième lien L2.

30

Le procédé de routage selon l'invention permet, grâce à son état surcharge, d'utiliser toute la capacité du réseau pour permettre d'augmenter le volume et le débit de données pouvant être transmis entre les nœuds T1 et T2. La passerelle domestique T1 mémorise l'identifiant du deuxième flux F2 dans sa table de routage comme représenté sur le tableau 5 ci-dessous.

5

Dest @	Next @	iface@	Interface status	Hop count	Flow ID
192.168.0.2	10.0.0.2	802.11n	Overload	1	F1
192.168.0.2	10.0.0.6	802.11a	Up	1	F2

Tableau 5: Table de routage de la passerelle domestique T1 suite à la mémorisation du flux F2

Grâce à l'invention, la passerelle domestique T1 peut communiquer avec la set-top box T2 sans saturer un des liens L1, L2. En outre, l'émission du premier flux de données F1 n'est pas perturbée par le procédé de routage, le deuxième flux de données F2 étant émis de manière indépendante.

10

De manière similaire aux autres modes de réalisation de l'invention, dans ce réseau domestique 3, lorsqu'un lien est en surcharge « OVERLOAD », une étape de sélection des flux à émettre peut être mise en œuvre, seuls les flux de données prioritaires peuvent être envoyés sur le lien en surcharge, les flux de priorité moins élevée étant transmis par les autres chemins qui ne sont pas en surcharge. De même, un seuil actif peut être défini pour mettre à jour l'état du lien en surcharge.

15

Le procédé selon l'invention a été ici intégré à un protocole de routage qui correspond à la troisième couche du modèle OSI pour « Open Systems Interconnection » mais une intégration du procédé à un protocole de sélection de chemins, qui correspond à la deuxième couche du modèle OSI, peut se déduire de l'enseignement qui précède.

20

REVENDEICATIONS

1. Procédé de routage à états de liens pour router un flux de données dans un réseau de communication maillé (1 ; 2 ; 3) comprenant une pluralité de nœuds (N1-N6 ; Q1-Q4 ; T1-T2) reliés par des liens, au moins un nœud dudit réseau comportant une table de topologie qui comprend au moins un lien, dans lequel le nœud met en œuvre :
- une étape de mesure d'un paramètre de charge sur ledit lien,
 - une étape de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge (M) prédéterminé, un état de surcharge étant attribué audit lien en cas de dépassement dudit seuil de surcharge (M) par ledit paramètre de charge; et
 - une étape de diffusion à au moins certains nœuds dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nœud met en œuvre une étape de mise à jour de sa table de topologie à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, le nœud dudit réseau comportant une table de routage, construite à partir de la table de topologie mise à jour, comprenant au moins un chemin menant à un nœud destinataire, le nœud met en œuvre une étape de mémorisation de l'état de surcharge du chemin dans la table de routage.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, la table de routage comportant un chemin en état de surcharge menant à un nœud destinataire, le nœud ajoute dans sa table de routage un autre chemin menant audit nœud destinataire.
5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le nœud met en œuvre une étape de mémorisation dans sa table de routage d'un identifiant d'un flux de données circulant sur ledit chemin.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nœud met en œuvre :
- une étape de comparaison du paramètre de charge dudit lien en surcharge à un seuil actif (N) prédéterminé, un état actif étant attribué audit lien si ledit paramètre de charge est inférieur audit seuil actif, et
 - une étape de mise à jour de sa table de topologie à partir d'une information d'état actif dudit lien.
7. Procédé de routage à états de liens pour router un flux de données dans un réseau de communication maillé (1 ; 2 ; 3) comprenant une pluralité de nœuds (N1-N6 ; Q1-Q4 ; T1-T2) reliés par des liens, au moins un nœud dudit réseau comportant une table de topologie qui comprend au moins un lien, dans lequel le nœud met en œuvre :

- une étape de réception d'une information d'état de surcharge dudit lien émise par au moins un autre nœud du réseau, et
- une étape de mise à jour par ledit nœud de sa table de topologie, à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

5

8. Nœud d'un réseau de communication maillé (1 ; 2 ; 3) comprenant une pluralité de nœuds (N1-N6 ; Q1-Q4 ; T1-T2) reliés par des liens, le nœud comprenant :

- une table de topologie comprenant au moins un lien ;
- des moyens de mesure d'un paramètre de charge sur ledit lien,
- des moyens de comparaison du paramètre de charge mesuré à un seuil de surcharge (M) prédéterminé, un état de surcharge étant attribué audit lien en cas de dépassement dudit seuil de surcharge (M) par ledit paramètre de charge; et
- des moyens de diffusion à au moins certains nœuds dudit réseau d'une information relative audit état de surcharge dudit lien.

10

15

9. Nœud d'un réseau de communication maillé (1 ; 2 ; 3) comprenant une pluralité de nœuds (N1-N6 ; Q1-Q4 ; T1-T2) reliés par des liens, le nœud comprenant :

- une table de topologie comprenant au moins un lien ;
- des moyens de réception d'une information d'état de surcharge dudit lien émise par au moins un autre nœud du réseau, et
- des moyens de mise à jour de sa table de topologie à partir de ladite information d'état de surcharge dudit lien.

20

10. Signal émis par un nœud source d'un réseau de communication maillé (1 ; 2 ; 3), comprenant une pluralité de nœuds (N1-N6 ; Q1-Q4 ; T1-T2) reliés par des liens, à destination d'au moins un nœud destinataire dudit réseau (1 ; 2 ; 3), le nœud destinataire comportant une table de topologie comportant au moins un lien, le signal transportant un message de topologie destiné à la mise à jour de la table de topologie du nœud destinataire, caractérisé en ce que le message de topologie comprend un champ renseignant sur l'état de surcharge dudit lien.

25

30

11. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 lorsque le programme est exécuté par un processeur.

12. Support d'enregistrement dans lequel est stocké le programme selon la revendication 11.

35

13. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 7 lorsque le programme est exécuté par un processeur.

14. Support d'enregistrement dans lequel est stocké le programme selon la revendication 13.

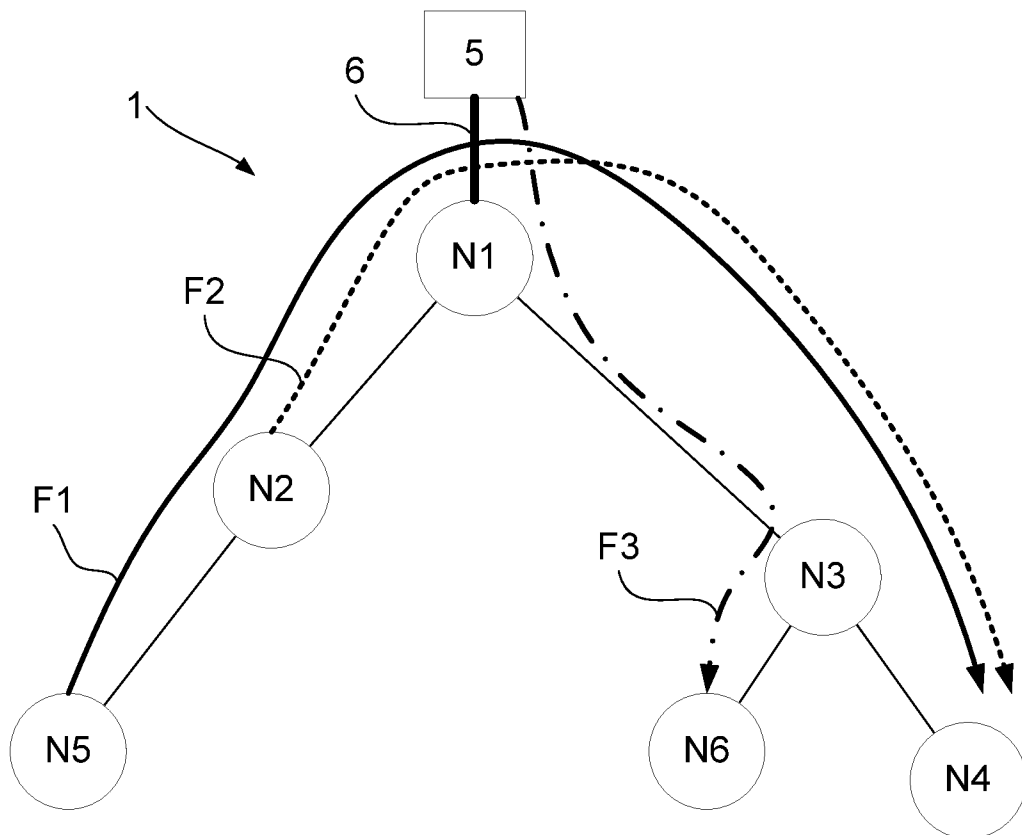


FIGURE 1

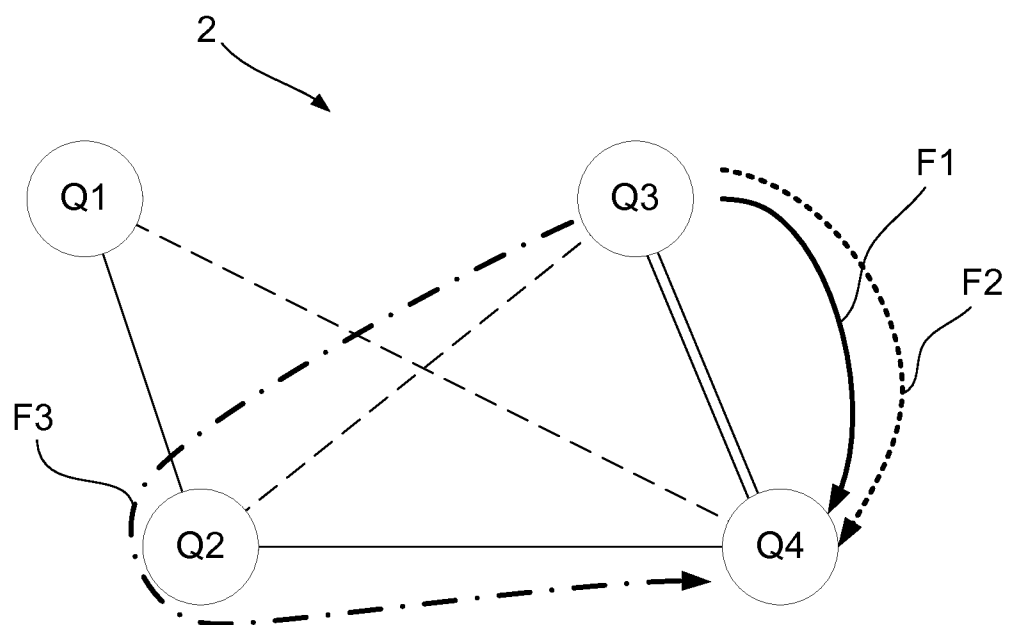


FIGURE 2

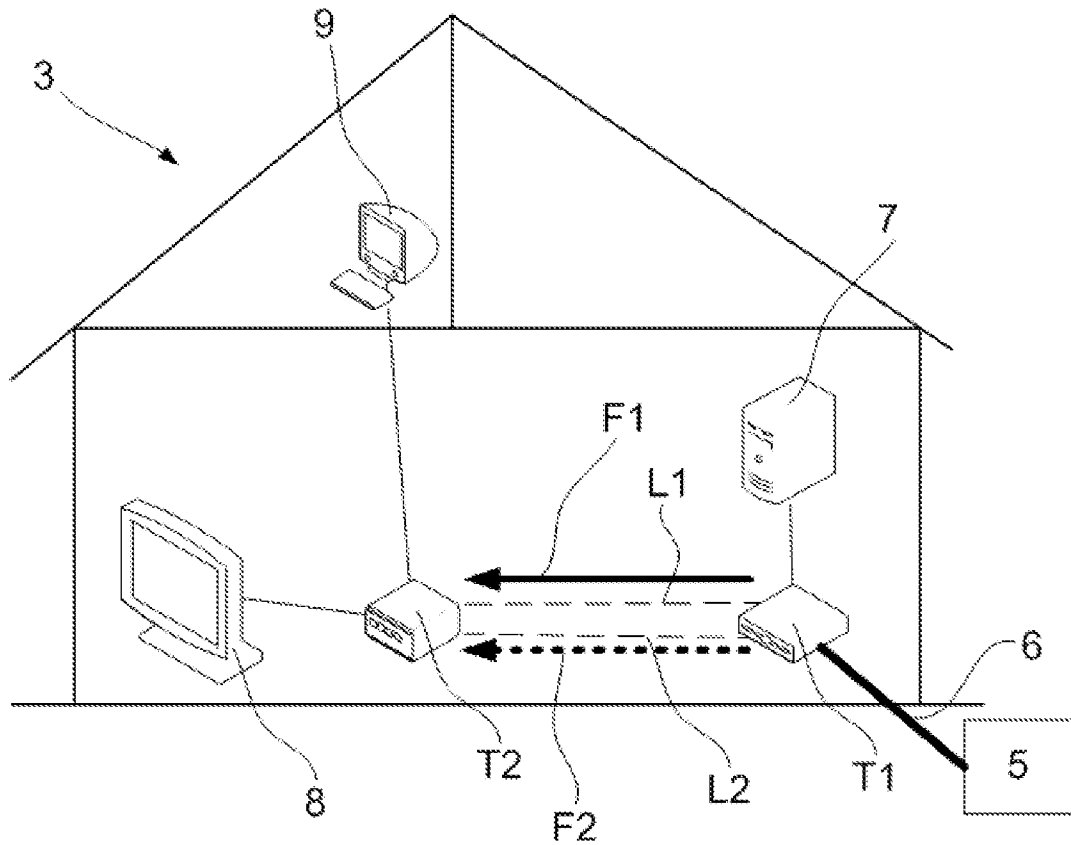


FIGURE 3

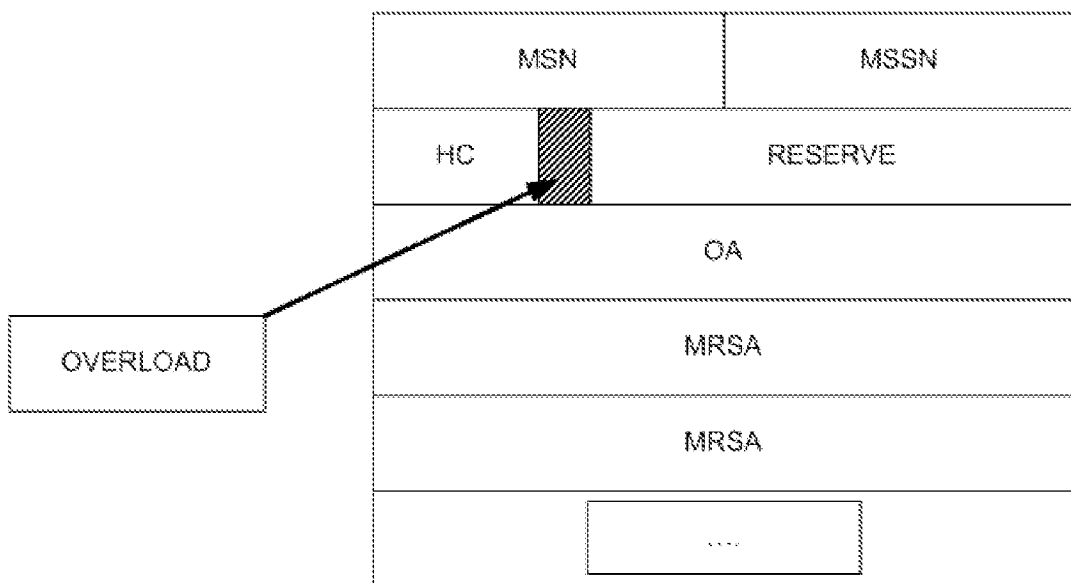


FIGURE 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/051138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04L12/56
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 practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 1 347 603 A1 (NOKIA CORP [FI]) 24 September 2003 (2003-09-24) abstract column 1, paragraph 8 - column 2, paragraph 12 column 3, paragraph 17 - column 5, paragraph 22 column 7, paragraph 33 - column 9, paragraph 39 claims 1,5 ----- -/--	1,8,11, 12 2-7,9, 10,13,14



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 document but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2011

Date of mailing of the international search report

19/09/2011

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

Avilés Martinez, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/051138

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AKIRA MORISAKI ET AL: "Research on the ad-hoc routing protocol that takes account of traffic conditions", TENCON 2009 - 2009 IEEE REGION 10 CONFERENCE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 23 January 2009 (2009-01-23), pages 1-6, XP031617371, ISBN: 978-1-4244-4546-2	2-7,9, 10,13,14
A	abstract page 1, right-hand column, paragraph II - page 2, left-hand column, paragraph C page 3, right-hand column, paragraph B - page 5, right-hand column, paragraph V figure 2 figure 3 figure 5	1,8,11, 12
A	----- HONGZHI JIAO ET AL: "A service-oriented routing scheme with load balancing in wireless mesh networks", WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS. 2008. ISWCS '08. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 21 October 2008 (2008-10-21), pages 658-662, XP031380419, ISBN: 978-1-4244-2488-7 abstract page 659, paragraph III - page 660, paragraph D page 659; figure 1 page 660; table 3 page 661, paragraph E	1-14
A	----- EP 2 107 733 A1 (BRITISH TELECOMM [GB]) 7 October 2009 (2009-10-07) abstract column 3, paragraph 10 - column 5, paragraph 20 column 6, paragraph 23 - column 8, paragraph 32 column 9, paragraph 36 - column 10, paragraph 40 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/051138

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1347603	A1	24-09-2003	AT 337660 T 15-09-2006
		DE 60307707 T2 23-08-2007	
		US 2003179704 A1 25-09-2003	

EP 2107733	A1	07-10-2009	EP 2266266 A1 29-12-2010
		WO 2009122152 A1 08-10-2009	
		US 2011026399 A1 03-02-2011	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051138

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04L12/56
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y	EP 1 347 603 A1 (NOKIA CORP [FI]) 24 septembre 2003 (2003-09-24) abrégé colonne 1, alinéa 8 - colonne 2, alinéa 12 colonne 3, alinéa 17 - colonne 5, alinéa 22 colonne 7, alinéa 33 - colonne 9, alinéa 39 revendications 1,5 ----- -/--	1,8,11, 12 2-7,9, 10,13,14



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



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 septembre 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/09/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Avilés Martinez, M

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	AKIRA MORISAKI ET AL: "Research on the ad-hoc routing protocol that takes account of traffic conditions", TENCON 2009 - 2009 IEEE REGION 10 CONFERENCE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 23 janvier 2009 (2009-01-23), pages 1-6, XP031617371, ISBN: 978-1-4244-4546-2	2-7,9, 10,13,14
A	abrégé page 1, colonne de droite, alinéa II - page 2, colonne de gauche, alinéa C page 3, colonne de droite, alinéa B - page 5, colonne de droite, alinéa V figure 2 figure 3 figure 5	1,8,11, 12
A	----- HONGZHI JIAO ET AL: "A service-oriented routing scheme with load balancing in wireless mesh networks", WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS. 2008. ISWCS '08. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 21 octobre 2008 (2008-10-21), pages 658-662, XP031380419, ISBN: 978-1-4244-2488-7 abrégé page 659, alinéa III - page 660, alinéa D page 659; figure 1 page 660; tableau 3 page 661, alinéa E	1-14
A	----- EP 2 107 733 A1 (BRITISH TELECOMM [GB]) 7 octobre 2009 (2009-10-07) abrégé colonne 3, alinéa 10 - colonne 5, alinéa 20 colonne 6, alinéa 23 - colonne 8, alinéa 32 colonne 9, alinéa 36 - colonne 10, alinéa 40 -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051138

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1347603	A1	24-09-2003	AT 337660 T	15-09-2006
			DE 60307707 T2	23-08-2007
			US 2003179704 A1	25-09-2003

EP 2107733	A1	07-10-2009	EP 2266266 A1	29-12-2010
			WO 2009122152 A1	08-10-2009
			US 2011026399 A1	03-02-2011
