



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

①① **N° de publication :** **3 044 855**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① **N° d'enregistrement national :** **15 61933**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 04 W 40/06** (2017.01), H 04 L 12/803, 12/701, 12/28

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMMUNICATION SANS-FIL DANS UN RESEAU IP.**

②② **Date de dépôt :** 07.12.15.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 09.06.17 Bulletin 17/23.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 10.08.18 Bulletin 18/32.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES —  
FR.

⑦② **Inventeur(s) :** JANNETEAU CHRISTOPHE et BOC  
MICHAEL.

⑦③ **Titulaire(s) :** COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES.

⑦④ **Mandataire(s) :** MARKS & CLERK FRANCE Société  
en nom collectif.

**FR 3 044 855 - B1**



## **DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMMUNICATION SANS-FIL DANS UN RESEAU IP**

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

5 L'invention concerne le domaine des télécommunications, et en particulier celui des communications dans les réseaux IP tels que l'Internet.

### **Etat de la Technique**

De nombreux usages requièrent de pouvoir se connecter au  
10 réseau Internet (ou tout autre réseau Internet Protocol IP) via une connexion sans-fil, par exemple pour accéder à l'Internet depuis un véhicule en mobilité, ou depuis une zone géographique non couverte par une infrastructure filaire comme la connexion ADSL. Les réseaux d'accès à large couverture - Wide Area Network (WAN) selon l'anglicisme  
15 consacré - tels que les réseaux cellulaires de type 2G, 3G ou 4G, ou les réseaux satellitaires, sont des moyens les plus communément utilisés pour se connecter sans-fil à l'Internet, de par leur grande couverture géographique. Par ailleurs, dans de nombreux cas, le besoin de connexion sans-fil à l'Internet ne concerne pas un seul et unique  
20 équipement tel un smart phone, mais peut concerner une pluralité d'équipements formant un réseau. Un cas de figure fréquent est celui d'un véhicule (voiture, camion, car, bus, train...) devant connecter au réseau Internet plusieurs de ses propres équipements ou terminaux embarqués ou équipements à bord. Pour répondre à ce besoin, il est connu d'utiliser  
25 un routeur sans-fil. Un exemple de routeur sans-fil communément utilisé est celui du smartphone configuré selon le mode « partage de connexion ». Dans ce mode, le smartphone configure son interface WiFi en mode point d'accès ou « Access Point » (AP) en anglais, pour créer un point d'accès WiFi auquel peuvent se connecter d'autres équipements ou

terminaux. Le smartphone peut alors router les communications IP de ses équipements ou des terminaux tiers via son interface WAN pour leur offrir l'accès à Internet.

La figure 1 illustre un environnement (100) de communication dans un réseau IP via un routeur sans-fil (102). Le routeur sans-fil (102) est constitué d'une interface WAN (104) par exemple une interface cellulaire de type 2G ou 3G ou 4G, permettant de se connecter à l'Internet, et d'une ou plusieurs interfaces locales - Local Area Network (LAN) selon l'anglicisme consacré – par exemple une interface Ethernet (106) et/ou une interface WiFi (108) via lesquelles des terminaux communicants (110, 112) peuvent se connecter au routeur sans-fil (102) pour se connecter à l'Internet. Les terminaux communicants peuvent être des terminaux de type Ethernet (110) et/ou WiFi (112) qui disposent d'une interface correspondante Ethernet ou WiFi mais n'ont pas besoin d'interface WAN. Le routeur sans-fil (102) achemine les communications IP entre les terminaux et leurs correspondants dans l'Internet – Correspondant Node (CN) selon l'anglicisme consacré - en routant les paquets IP de données associés à ces communications entre les interfaces LAN et WAN et vice-versa.

Le routeur sans-fil est aussi composé d'une pile protocolaire de communication TCP/IP (114) qui comprend des composants pour réaliser la fonction de routeur IP pour router les paquets de données entre les interfaces LAN et WAN, et la fonction de configuration de routeur d'accès pour chacune des interfaces LAN (Ethernet et WiFi). La configuration du routeur permet de réaliser les fonctions de:

- routage par défaut (116) qui permet au routeur sans-fil de s'annoncer comme un « routeur par défaut » auprès des terminaux (110, 112) connectés sur l'interface LAN (106, 108). Grâce à cette fonction ces terminaux peuvent découvrir l'adresse IP du routeur

sans-fil sur l'interface LAN et utiliser celle-ci comme leur routeur par défaut. Ainsi, tout trafic émis par ces terminaux est systématiquement transmis vers l'interface LAN correspondante (106, 108) du routeur sans-fil. Cette fonction s'appuie sur des protocoles standards, DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol for IPv4 (RFC 2131) ou NDP - Neighbor Discovery Protocol for IPv6 (RFC 4861) ;

5

➤ fournisseur d'adresse (118) qui permet au routeur sans-fil de fournir une adresse IP à chacun des terminaux (110, 112) connectés sur l'interface LAN. Cette fonction s'appuie sur l'un des protocoles standards suivants :

10

- configuration d'adresse dite en anglais "stateful" selon laquelle le routeur sans-fil héberge un serveur DHCP gérant un pool ou ensemble d'adresses IP et alloue une ou plusieurs adresses à un terminal agissant comme client DHCP à la demande de ce dernier, selon le protocole DHCP pour IPv4 DHCP pour IPv6.

15

- configuration d'adresse dite en anglais "stateless" selon laquelle le routeur sans-fil annonce un espace d'adressage (c'est-à-dire un préfixe IPv6) sur son interface LAN et sur la base duquel un terminal connecté à cette interface LAN peut construire ou auto-configurer une adresse IPv6 utilisable pour lui-même, selon le protocole IPv6 Stateless Address Autoconfiguration ;

20

➤ NAT (120) pour « Network Address Translation » en anglais qui permet au routeur sans-fil d'appliquer un changement d'adresse IP source lors du transfert des paquets IP sur l'interface WAN en y introduisant une adresse IP configurée sur cette interface afin que le paquet soit routable dans le domaine WAN et/ou l'Internet. En effet, de manière générale les adresses IP configurées par les terminaux connectés aux interfaces LAN du routeur sans-fil sont des adresses dites privées et donc non routables dans le réseau WAN et l'Internet.

25

30

Cette fonction NAT permet également, en exploitant les ports

TCP/UDP, d'effectuer l'opération inverse pour les paquets de données entrant sur l'interface WAN en remplaçant l'adresse destination du paquet par l'adresse IP privée allouée au terminal connecté à l'interface LAN auquel le paquet est destiné. Plus de  
5 détails sur la fonction NAT se trouvent dans la RFC 3022.

Dans la très grande majorité des cas, les technologies utilisées sur les interfaces LAN offrent des débits bien supérieurs à ceux disponibles sur une interface WAN, avec en approximation grosse maille un débit  
10 LAN environ 10 fois supérieur au débit WAN, par exemple 1 Gbps sur une interface LAN Ethernet et jusqu'à plusieurs centaines de Mbps sur une interface WiFi, lorsque le débit atteint au mieux aujourd'hui une centaine de Mbps sur une interface WAN 4G. De ce fait, l'interface WAN constitue un goulot d'étranglement pour l'ensemble du trafic transitant via un  
15 routeur sans-fil depuis ou vers des terminaux connectés à ses interfaces LAN. Et en pratique cela limite le nombre de terminaux et/ou la quantité de trafic qui peut être acheminée par un routeur sans-fil. La qualité de service ou qualité d'expérience perçue par les utilisateurs en est alors affectée.

20 Pour répondre à cette problématique de bande passante limitée, induite par l'utilisation d'une interface WAN d'un routeur sans-fil, une première approche consiste à équiper le routeur sans-fil de plusieurs interfaces WAN, permettant de créer un routeur sans-fil multi-interfaces. Cette approche est assez contraignante en pratique car elle nécessite à  
25 la fois des extensions matérielles et logicielles sur le routeur sans-fil car de nouvelles interfaces WAN doivent être intégrées dans le routeur, soit directement dans celui-ci (par exemple sous la forme d'une carte mini PCI express), soit sur des ports USB externes disponibles sur le routeur. Ces extensions matérielles induisent alors une augmentation significative du  
30 coût de l'équipement tout en limitant sa flexibilité car il reste difficile pour

l'utilisateur de faire évoluer le nombre d'interfaces WAN sur son routeur sans-fil pour l'adapter à ses propres besoins en termes de bande passante. De plus, cette approche requière également des extensions logicielles sur le routeur sans-fil afin de prendre en charge la répartition  
5 des différents flux de données sur les différentes interfaces WAN. Différentes stratégies existent pour cela :

- stratégie dite de « lien de backup » : dans ce cas une seule des interfaces WAN est utilisée pour acheminer tout le trafic. Si celle-ci devient non disponible, à cause d'une perte de la connectivité par  
10 exemple, alors une nouvelle interface WAN de backup est utilisée pour acheminer les nouveaux flux (les flux précédemment acheminés sur la première interface WAN étant eux interrompus). Cette stratégie ne permet pas d'augmenter la bande passante disponible puisqu'une seule interface WAN n'est active à fois ;

15 - stratégie dite de « load balancing / sharing » : dans ce cas plusieurs interfaces WAN sont utilisées pour acheminer les différents flux dans l'optique de distribuer la charge globale sur les différentes interfaces.

20 Une autre approche connue pour répondre à la problématique de bande passante limitée induite par l'utilisation d'une interface WAN d'un routeur sans-fil consiste à connecter un terminal source et/ou destinataire du trafic à plusieurs routeurs sans-fil, chacun étant équipé d'une interface WAN. Toutefois, cette approche est assez contraignante en pratique car  
25 elle nécessite à la fois des extensions matérielles et logicielles sur le terminal lui-même. En particulier :

- dans le cas où le terminal utilise la technologie Ethernet, celui-ci peut n'utiliser qu'une seule interface Ethernet pour se connecter aux différents routeurs sans-fil, ce qui présente l'avantage de ne pas  
30 engendrer d'extension matérielle sur le terminal. Cependant, dans cette

configuration, le terminal se trouve exposé à plusieurs routeurs par défaut, chaque routeur sans-fil se présentant comme un routeur par défaut, ce qui implique de prévoir des extensions logicielles sur le terminal afin de prendre en charge la répartition des différents flux de données sur les différents routeurs par défaut. Ce type de mécanisme revient en pratique à sélectionner l'adresse IP source à utiliser par le terminal pour un flux de données particulier ;

- dans le cas où le terminal utilise la technologie WiFi pour se connecter aux différents routeurs sans-fil, le terminal doit être équipé d'autant d'interfaces WiFi que le nombre de routeurs sans-fil auxquels il souhaite se connecter, car une interface WiFi ne peut être connectée qu'à un seul point d'accès WiFi à la fois. Ceci induit une augmentation significative du coût du terminal tout en limitant sa flexibilité d'usage. Par ailleurs cette approche requière également d'autres extensions logicielles sur le terminal afin de prendre en charge la répartition des différents flux de données sur les différentes interfaces, ce qui en pratique revient à sélectionner l'adresse IP source à utiliser par le terminal pour un flux de données particulier.

Ainsi, quelque soit la technologie LAN utilisée (Ethernet ou WiFi), cette seconde approche peut engendrer des conflits d'adresses puisqu'un terminal (110, 112) pourra se voir octroyer la même adresse IP par des routeurs sans-fil différents, les routeurs sans-fil allouant des adresses dans des espaces d'adressage privé, et donc potentiellement identiques d'un routeur à l'autre. Ceci est particulièrement le cas lorsque les routeurs sans-fil ne permettent pas à un utilisateur de configurer les espaces d'adressages privés qu'ils utilisent sur leurs interfaces LAN, ce qui est le cas de certains smartphones. Dans cette situation de conflit d'adresse, le mécanisme permettant de choisir le routeur sans-fil associé à un flux de données par le simple choix de l'adresse IP source n'est alors plus fonctionnel, ce qui peut engendrer diverses conséquences telles que la duplication ou la multiplication des flux si ils sont pris en charge par deux

ou plusieurs routeurs sans-fil et donc un dysfonctionnement potentiel des applications associées et un gaspillage de la bande passante. Cela peut aussi avoir pour conséquence d'un routage systématique des flux vers un seul des routeurs sans-fil, ne permettant plus alors de tirer avantage de la  
5 bande passante des autres routeurs.

Enfin, même si la possibilité est donnée à un utilisateur de configurer manuellement des espaces d'adressages différents sur ses différents routeurs sans-fil, cela implique pour lui une étape de vérification et configuration supplémentaire qui est fastidieuse, complexe et facilement  
10 oubliable, donc une complexité d'usage.

Ainsi, les approches connues présentes des inconvénients qui peuvent être résumés comme étant :

- des risques de conflits d'adresses au niveau du terminal utilisateur rendant l'approche inefficace voire inopérante ;
- 15 - une complexité d'usage induite par la nécessité de configurer manuellement les espaces d'adressages au niveau des routeurs sans-fil ;
- une augmentation du coût du terminal utilisateur ou du coût du routeur sans-fil due aux extensions hardware requises ;
- une flexibilité d'usage limitée due aux contraintes sur le nombre  
20 maximum de routeurs sans-fil pouvant être utilisés en fonction des interfaces LAN réellement disponibles sur le terminal, et due aux modifications logicielles nécessaires au niveau de tous les terminaux de l'utilisateur.

Il existe alors le besoin d'une solution qui palie aux inconvénients  
25 des approches connues. La présente invention répond à ce besoin.

### **Résumé de l'invention**

Un objet de la présente invention est de proposer un dispositif permettant d'accroître significativement la bande passante disponible

pour des communications sans-fil entre un terminal utilisateur et son correspondant dans un réseau IP.

Le dispositif de l'invention est d'une manière générale constitué d'un ou plusieurs routeurs sans-fil couplés de manière opérationnelle à un  
5 routeur dit « routeur d'agrégation » via une unique interface réseau, permettant à chaque terminal utilisateur connecté au routeur d'agrégation de communiquer avec son correspondant dans un réseau IP, en bénéficiant d'une bande passante plus importante correspondant à la bande passante agrégée des différents routeurs sans-fil.

10 Un autre objet de la présente invention est de proposer une solution fiable et fonctionnelle qui supprime tout risque de conflits d'adresses.

Un autre objet de la présente invention est de proposer une solution qui ne requiert aucune modification matérielle sur les routeurs  
15 sans-fil ni sur les terminaux utilisateurs, tout en permettant l'utilisation d'un nombre quelconque de routeurs sans-fil par le dispositif.

Avantageusement, le dispositif de l'invention augmente significativement la facilité d'usage pour un utilisateur, car il n'est requis aucune configuration manuelle des espaces d'adressage des routeurs  
20 sans-fil, les terminaux utilisateurs n'étant pas modifiés. Par ailleurs, l'utilisateur peut facilement ajouter de nouveaux routeurs sans-fil au dispositif pour accroître la bande passante disponible sans requérir de modification particulière au routeur d'agrégation, ni de modification des correspondants dans l'Internet.

25 Avantageusement, le mode agrégation au niveau des routeurs sans-fil agrégés du dispositif de l'invention peut être facilement implémenté sur tout routeur sans-fil connu, sous la forme d'un composant logiciel permettant d'exécuter les fonctions requises. Avantageusement le routeur d'agrégation ne requiert qu'une seule interface réseau.

La présente invention trouvera une application avantageuse dans tous les environnements où un équipement de type terminal utilisateur fixe ou mobile disposant d'une interface de communication (LAN) s'interface à l'Internet via un autre équipement ayant une bande passante  
5 limitée, de type routeur sans-fil équipé d'une interface WAN.

Avantageusement, le dispositif de l'invention permet à l'équipement « terminal utilisateur » de bénéficier d'une bande passante supérieure pouvant approcher le débit maximal de son interface LAN en agrégeant le débit de plusieurs interfaces WAN, la bande passante agrégée  
10 correspondant à la somme des bandes passantes des interfaces WAN des routeurs sans-fil s'étant configurés en mode agrégation.

Sans être limitatifs, des exemples d'application avantageuse de la présente invention peuvent être dans les scénarios suivants :

- scénario « Box » pour l'augmentation de la bande passante d'un  
15 boîtier ou box de communication fixe ne disposant que d'une seule interface WAN (de type Ethernet / ADSL, ou fibre optique). L'augmentation de la bande passante peut être réalisée par l'utilisation d'interfaces WAN additionnelles fournies par des équipements nomades des utilisateurs de la box tels que des smartphones disposant d'une  
20 connexion WAN.

- scénario « voiture » ou « transport public » pour l'augmentation de la bande passante d'un boîtier de communication mobile déployé dans une voiture ou un véhicule de transport public (p.ex. bus, car, train...) et ne disposant que d'un nombre limité d'interfaces WAN (par exemple une  
25 interface « 2G/3G/4G », une interface « WiFi » et une interface « 802.11p ») voire n'ayant aucune interface. L'augmentation de la bande passante peut être réalisée par l'utilisation d'interfaces WAN additionnelles fournies par des équipements nomades du conducteur ou des passagers du véhicule tels que des smartphones disposant d'une

connexion WAN. L'augmentation de la bande passante peut également être réalisée par l'utilisation de boîtiers de communication équipés d'une interface WAN qui seront intégrés de manière fixe dans le véhicule. Un tel scénario peut être étendu de manière similaire à la « sécurité  
5 publique » des véhicules de police, pompiers, ambulances, ou encore pour de la « logistique » ou au domaine « véhicule industriel ».

Pour obtenir les résultats recherchés, un dispositif et un procédé sont proposés. En particulier, il est proposé un dispositif de  
10 communications sans-fil dans un réseau IP ayant une pluralité de routeurs sans-fil aptes à router des flux de données, chaque routeur ayant au moins une interface LAN pour recevoir des flux de données d'au moins un terminal utilisateur et une interface WAN pour communiquer vers le réseau IP, qui comprend :

- 15 - un module de découverte de routeurs pour identifier parmi la pluralité de routeurs sans-fil, un sous-ensemble de routeurs, dits routeurs agrégés, utilisant systématiquement un mécanisme de translation d'adresse réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces LAN et WAN ;
- 20 - un module d'allocation de flux pour sélectionner un routeur agrégé dans le sous-ensemble de routeurs agrégés et lui allouer un flux de données reçu ; et
  - 25 - une interface réseau dite interface d'agrégation, apte à recevoir un flux de données d'un terminal utilisateur et à émettre le flux de données reçu vers ledit routeur agrégé sélectionné.

Dans un mode de réalisation, le dispositif comprend un module de configuration pour configurer l'interface d'agrégation en routeur par défaut et fournisseur d'adresses.

Avantageusement, le module de découverte de routeurs agrégés est apte à générer des messages de sollicitation vers la pluralité de routeurs sans-fil et à recevoir en réponse des messages d'annonce de routeurs agrégés.

- 5 Dans un mode de réalisation, le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer le nombre de flux transitant sur chacun des routeurs agrégés. Dans une variante, le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer la bande passante consommée par les flux sur chacun des
- 10 routeurs agrégés. Dans une autre variante, le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer la bande passante disponible sur chacun des routeurs agrégés.

Avantageusement, l'interface d'agrégation est une interface LAN de type Ethernet ou WiFi. Dans un mode de réalisation, l'interface

15 d'agrégation est une interface LAN de type WiFi configurée en mode point d'accès.

Dans une implémentation, le dispositif comprend au moins une deuxième interface d'agrégation apte à recevoir un flux de données d'un terminal utilisateur et à émettre le flux de données reçu vers un routeur

20 agrégé sélectionné dans le sous-ensemble de routeurs agrégés. Avantageusement, le module d'allocation de flux opère un algorithme de répartition des flux en mode allocation conjointe pour répartir les flux sur l'ensemble de ses interfaces d'agrégation. Dans une autre variante avantageuse, le module d'allocation de flux opère un algorithme de

25 répartition des flux en mode allocation disjointe pour répartir les flux sur chacune de ses interfaces d'agrégation.

Dan un mode de réalisation, le dispositif comprend de plus, une ou plusieurs interfaces réseau WAN, et le module d'allocation de flux opère

un algorithme pour répartir les flux sur la une ou plusieurs interfaces réseau WAN et sur son ou ses interfaces d'agrégation.

Dans un autre mode de réalisation, le dispositif comprend de plus, une ou plusieurs interfaces réseau permettant d'émettre des flux de données en mode terminal utilisateur.

Dans une variante d'implémentation, le dispositif comprend de plus, une ou plusieurs interfaces réseau LAN pour recevoir des flux de données de terminaux utilisateurs, et le module d'allocation de flux opère un algorithme pour répartir lesdits flux sur la une ou plusieurs interfaces réseau WAN et sur son ou ses interfaces d'agrégation.

Avantageusement, le routeur agrégé comprend un module de configuration pour activer le mécanisme de transfert d'adresse réseau (NAT) en utilisation systématique, et un module de génération de messages d'annonce pour émettre des messages d'annonce. Dans un mode opératoire, les messages d'annonce sont émis en réponse à des messages de sollicitation. Dans une variante d'implémentation, l'interface LAN du routeur agrégé est de type WiFi configurée en mode terminal station (STA) et utilise systématiquement un mécanisme de translation d'adresse réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces WiFi et WAN.

L'invention couvre aussi un procédé pour opérer des communications sans-fil dans un réseau IP ayant une pluralité de routeurs sans-fil aptes à router des flux de données, chaque routeur ayant au moins une interface LAN pour recevoir des flux de données d'au moins un terminal utilisateur et une interface WAN pour communiquer vers le réseau IP, le procédé comprend les étapes de :

- recevoir un flux de données d'un terminal utilisateur ;

- identifier parmi la pluralité de routeurs sans-fil, un sous-ensemble de routeurs, dits routeurs agrégés, utilisant systématiquement un mécanisme de translation d'adresse réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces LAN et WAN ;

5 - sélectionner un routeur agrégé du sous-ensemble de routeurs agrégés pour lui allouer le flux de données reçu ; et

- émettre le flux de données reçu vers ledit routeur agrégé sélectionné.

10 Tout ou partie de l'invention peut opérer sous la forme d'un produit programme d'ordinateur qui comprend des instructions de code permettant d'effectuer les étapes du procédé revendiqué lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur.

### **Description des figures**

15 Différents aspects et avantages de l'invention vont apparaître en appui de la description d'un mode préféré d'implémentation de l'invention mais non limitatif, avec référence aux figures ci-dessous :

La figure 1 montre un environnement de communication utilisant un routeur sans-fil;

20 La figure 2 illustre un environnement de communication utilisant un routeur sans-fil et un routeur d'agrégation dans un premier mode de réalisation de l'invention ;

25 La figure 3 illustre un environnement de communication utilisant un routeur sans-fil et un routeur d'agrégation dans un second mode de réalisation de l'invention;

La figure 4 montre un enchaînement d'étapes pour router un flux de données dans un mode de réalisation de l'invention ;

La figure 5 montre un enchaînement d'étapes pour initialiser un routeur d'agrégation selon un mode de réalisation de l'invention ;

- 5 La figure 6 montre un enchaînement d'étapes pour activer le mode agrégation sur un routeur sans-fil selon un mode de réalisation de l'invention ; et

La figure 7 illustre un exemple d'environnement opérationnel de l'invention selon un scénario d'implémentation « transport public ».

10

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

Référence est faite à la figure 2 qui illustre un environnement de communication dans un réseau IP utilisant un routeur d'agrégation (210) dans un mode de réalisation de l'invention utilisant la technologie WiFi.

- 15 Dans cette configuration, un ou plusieurs routeurs sans-fil (220 à 220-n) dits routeurs agrégés, communiquent en mode WiFi (221) avec le routeur d'agrégation (210) via leur interface Wifi respective. Dans l'exemple décrit, un équipement utilisateur (202) qui communique avec le routeur d'agrégation (210) en mode Wifi (211) va pouvoir communiquer  
20 avec son ou ses correspondants dans le réseau IP en bénéficiant d'une bande passante plus importante correspondant à la bande passante agrégée des différents routeurs sans-fil (220 à 220-n).

- L'agrégation de bande passante est obtenue par la distribution sur les différents routeurs sans-fil agrégés des différents flux de  
25 données des terminaux utilisateurs à destination du réseau IP.

Par exemple si un terminal utilisateur a 3 flux de données, chacun de ces flux peut être associé à un routeur sans-fil agrégé

différent, et ainsi chaque flux peut bénéficier de la bande passante maximale d'une interface WAN, alors que si tous les flux transitaient via la même interface WAN, sans « agrégation » des routeurs sans-fil, chaque flux ne pourrait disposer en moyenne que d'un tiers de la bande passante d'un interface WAN, tous les flux transitant alors vers un seul routeur sans-fil.

La bande passante maximale théoriquement disponible pour les flux des terminaux utilisateurs à destination du réseau IP, est la valeur minimale entre (1) la bande passante du réseau LAN auquel sont connectés les terminaux utilisateurs et le routeur d'agrégation, et les interfaces LAN des routeurs sans-fil agrégés, et (2) la somme des bandes passantes des interfaces WAN des routeurs sans-fil agrégés.

Le routeur d'agrégation (210) est composé d'une interface réseau unique, appelée interface d'agrégation (214) sur laquelle il est configuré via un module protocolaire (212) comme routeur d'accès, c'est-à-dire routeur par défaut et fournisseur d'adresse. Dans l'exemple de la figure 2, le routeur d'agrégation configure son interface d'agrégation WiFi en mode point d'accès (AP). De manière plus générale, pour toute technologie LAN associée à une topologie de type étoile, le routeur d'agrégation configure son interface d'agrégation pour opérer en tant que nœud racine de la topologie. L'interface d'agrégation est utilisée pour intercepter les flux de données issus des terminaux utilisateurs (202) et rediriger ces flux vers les interfaces WiFi des routeurs agrégés (220 à 220-n).

Le routeur d'agrégation (210) comprend aussi un module (216) de découverte des routeurs sans-fil (220 à 220-n) qui fonctionnent en mode agrégation et sont connectés à l'interface d'agrégation WiFi (214) du routeur d'agrégation.

Le routeur d'agrégation (210) comprend aussi un module (218) d'allocation des flux de données des terminaux utilisateurs (202) sur les

différents routeurs sans-fil agrégés (220 à 220-n) découverts connectés à l'interface d'agrégation (214) du routeur d'agrégation.

Le routeur d'agrégation (210) peut comprendre de plus des blocs d'interface supplémentaires (203) pour permettre au routeur d'agrégation  
5 de prendre en charge des flux de données issus de terminaux connectés à ces interfaces supplémentaires 203 et les dispatcher sur les routeurs agrégés.

Pour faciliter la description de l'invention, par la suite, un seul routeur sans-fil agrégé (220) est décrit plus en détail, mais l'homme du  
10 métier peut étendre les principes à une pluralité de routeurs sans-fil agrégés (220 à 220-n) en communication avec le routeur d'agrégation (214).

Un routeur sans-fil agrégé (220) comprend une interface WAN (222) connectée à l'Internet ou à un réseau IP, une interface LAN de type  
15 WiFi (224) configurée comme un terminal, c'est-à-dire n'opérant ni la fonction de routeur par défaut ni celle de fournisseur d'adresse, et pouvant être connectée à l'interface d'agrégation (214) d'un routeur d'agrégation (210). Le routeur sans-fil agrégé comprend de plus un module protocolaire (226) permettant l'activation du routage IP entre  
20 l'interface WAN (222) et l'interface WiFi (224) avec l'utilisation systématique d'un mécanisme de translation d'adresse NAT (référéncé NAT\* sur la figure) pour tout trafic IP routé entre ses interfaces LAN et WAN. Le routeur sans-fil agrégé (220) comprend de plus un module d'annonce (228) qui permet au routeur de s'annoncer comme étant  
25 configuré en mode agrégation pour permettre à un routeur d'agrégation (210) de découvrir que le routeur sans-fil opère selon le mode agrégation.

Le routeur sans-fil agrégé peut aussi comprendre d'autres interfaces LAN (223) de type Ethernet par exemple, tel qu'il est détaillé en référence à la figure 3. Les technologies communément utilisées pour les

interfaces LAN sont en particulier Ethernet (IEEE 802.3) et WiFi (famille de standards IEEE 802.11).

La figure 3 illustre un environnement de communication haut débit par agrégation de routeurs sans-fil (320 à 320-n) dans un cas d'utilisation de la technologie Ethernet.

Dans cette configuration, la topologie est de type bus ou « mesh » en anglais où chaque nœud (301, 311, 321, 321-n) sur le réseau LAN peut communiquer directement avec un autre nœud sur le même LAN.

Dans l'exemple décrit, un ou plusieurs routeurs sans-fil (320 à 320-n) dits routeurs agrégés, communiquent en mode Ethernet (321) avec un routeur d'agrégation (310) via leur interface Ethernet respective. Un équipement utilisateur (302) qui communique avec le routeur d'agrégation (310) en mode Ethernet sur le réseau LAN (301,311) va pouvoir communiquer avec son ou ses correspondants dans le réseau IP en bénéficiant d'une bande passante plus importante correspondant à la bande passante agrégée des différents routeurs sans-fil (320 à 320-n).

Le routeur d'agrégation (310) comprend une interface réseau Ethernet dite interface d'agrégation (314) sur laquelle il est configuré via un module protocolaire (312) comme un routeur d'accès, c'est-à-dire comme routeur par défaut et fournisseur d'adresse. Comme pour toute technologie LAN associée à une topologie de type « bus » ou « mesh », l'interface Ethernet ne requière pas de configuration particulière pour intercepter les flux de données issus de terminaux utilisateurs et les rediriger vers les interfaces Ethernet des routeurs agrégés.

Un routeur sans-fil agrégé (320) dans un mode opératoire Ethernet comprend une interface WAN (322) connectée à l'Internet ou à un réseau IP, une interface LAN Ethernet (323) pouvant être connectée à l'interface d'agrégation Ethernet (314) d'un routeur d'agrégation (310). Le routeur sans-fil agrégé comprend de plus un module protocolaire (326)

permettant l'activation du routage IP entre l'interface WAN (322) et l'interface Ethernet (323) avec l'utilisation systématique d'un mécanisme de translation d'adresse NAT (référence NAT\* sur la figure 3). Le routeur sans-fil agrégé (320) comprend de plus un module d'annonce (328) qui  
5 permet au routeur de s'annoncer comme étant en mode agrégation pour permettre à un routeur d'agrégation (310) de découvrir que le routeur sans-fil opère selon le mode agrégation.

Le routeur d'agrégation (310) comprend aussi un module (316) de découverte des routeurs sans-fil (320 à 320-n) qui fonctionnent en mode  
10 agrégation et qui sont connectés à l'interface d'agrégation Ethernet (314) du routeur d'agrégation.

Le routeur d'agrégation (310) comprend aussi un module (318) d'allocation des flux de données des terminaux utilisateurs (302) sur les différents routeurs sans-fil agrégés (320 à 320-n) découverts connectés à  
15 l'interface d'agrégation (314) du routeur d'agrégation.

Le routeur d'agrégation (310) peut comprendre de plus des blocs d'interface supplémentaires (303) pour des communications hors mode agrégation avec des terminaux utilisateurs (304).

La figure 4 montre un enchaînement des étapes (400) opérées par  
20 le dispositif de l'invention permettant de router un flux de données d'un terminal utilisateur vers le réseau IP en bénéficiant d'une bande passante plus importante correspondant à la bande passante agrégée de différents routeurs sans-fil. Le procédé débute par une étape (402) d'initialisation du routeur d'agrégation et une étape (404) d'activation du mode agrégation  
25 sur un ou plusieurs routeurs sans-fil. Le procédé permet ensuite (étape 406) la découverte des routeurs sans-fil qui sont configurés en mode agrégation. Dans une étape suivante (408), le procédé permet la détection et la réception d'un nouveau flux émis par un terminal utilisateur. Le routeur d'agrégation agissant comme routeur par défaut sur  
30 son interface d'agrégation, il est utilisé par les terminaux utilisateurs

connectés sur le LAN de l'interface d'agrégation comme routeur par défaut. Chaque terminal utilisateur transmet donc tout flux sortant à destination d'un correspondant dans l'Internet vers l'interface d'agrégation du routeur d'agrégation.

- 5 L'étape suivante (410) consiste à allouer le flux reçu à l'un des routeurs sans-fil agrégés. Les routeurs sans-fil configurés en mode agrégation peuvent être sélectionnés par le routeur d'agrégation selon certains critères. Le routeur d'agrégation utilise la liste des routeurs agrégés sélectionnés pour distribuer, répartir les flux de données issus
- 10 des terminaux utilisateurs connectés à l'interface d'agrégation sur les différents routeurs agrégés. Plusieurs algorithmes de distribution peuvent être utilisés tels que par exemple ceux visant à :
- l'équilibrage du nombre de flux transitant sur chacun des routeurs agrégés. Lorsqu'un nouveau flux issu d'un terminal utilisateur

15 connecté à l'interface d'agrégation est reçu par le routeur d'agrégation, celui-ci alloue ce flux au routeur agrégé gérant le plus petit nombre de flux. Dans ce mode de réalisation, le routeur d'agrégation décompte le nombre de flux alloué à chaque routeur agrégé ;

  - 20 - l'équilibrage de la bande passante consommée par les flux sur chacun des routeurs agrégés. Lorsqu'un nouveau flux issu d'un terminal utilisateur connecté à l'interface d'agrégation est reçu par le routeur d'agrégation, celui-ci alloue ce flux au routeur agrégé ayant le plus faible cumul de bande passante consommée par les flux déjà en

25 cours. Dans ce mode de réalisation, le routeur d'agrégation décompte pour chacun des routeurs agrégés, la bande passante totale consommée par les flux alloués audit routeur agrégé ;

  - l'équilibrage selon la bande passante disponible sur chacun des routeurs agrégés. Lorsqu'un nouveau flux issu d'un terminal utilisateur

30 connecté à l'interface d'agrégation est reçu par le routeur

d'agrégation, celui-ci alloue ce flux au routeur agrégé disposant sur son interface WAN de la bande passante disponible la plus grande. Dans ce mode de réalisation, le routeur d'agrégation décompte pour chacun des routeurs agrégés, la bande passante disponible sur l'interface WAN dudit routeur agrégé, celle-ci pouvant par exemple être estimée en soustrayant de la bande passante maximale de l'interface WAN, la bande passante totale consommée par les flux alloués audit routeur agrégé et transitant sur son interface WAN.

10 L'homme du métier appréciera que d'autres algorithmes puissent être implémentés pour distribuer les flux de données sur les routeurs sans-fil agrégés.

Dans une étape suivante (412), le procédé permet d'enregistrer l'association créée entre le flux et le routeur agrégé sélectionné. Le module (218, 318) d'allocation des flux vers les routeurs agrégés est en charge de maintenir une table d'association indiquant pour chaque flux le routeur agrégé qui lui est assigné. Une entrée dans la table peut par exemple identifier un nouveau flux sous la forme d'un ensemble de paramètres issus des entêtes protocolaires contenues dans le flux de données, tels que par exemple l'ensemble {adresse IP source, adresse IP destination, port source, port destination}. Le routeur agrégé associé peut être identifié selon un paramètre d'identification de routeur reçu de ce dernier dans ses messages d'annonces, tel que par exemple son adresse IP ou son adresse MAC sur l'interface d'agrégation.

Dans une étape suivante (414), le procédé permet de router tous les paquets de données associés à un flux reçu vers le routeur agrégé sélectionné selon l'entrée correspondante dans la table d'association. Lorsqu'un nouveau flux qui n'est pas déjà listé dans la table d'association est détecté, le module d'allocation des flux sélectionne le routeur agrégé

à utiliser pour ce nouveau flux, selon l'algorithme implémenté et ajoute une nouvelle entrée dans sa table d'association. Une fois cette entrée créée, tous les paquets de données associés à ce même flux sont automatiquement routés vers le routeur agrégé correspondant. Plus  
5 spécifiquement, le routeur d'agrégation transmet lesdits paquets de données sur son interface d'agrégation en précisant l'adresse MAC du routeur agrégé comme adresse de destination dans l'entête de la trame MAC du message.

10 Dans une étape suivante (416), le procédé permet de router les paquets de données sortants vers le réseau IP depuis le routeur agrégé. Les paquets sortants du flux de données sont reçus sur l'interface LAN du routeur agrégé et modifiés selon le mécanisme NAT-systématique (NAT\*) décrit précédemment avant d'être transmis sur l'interface WAN. Ce  
15 mécanisme permet de s'assurer que tous les paquets de données sortant auront comme adresse IP-source l'adresse de l'interface WAN du routeur agrégé. En conséquence, les paquets de données «entrant » émis en réponse à des paquets de données « sortant » sont acheminés vers l'interface WAN du routeur agrégé gérant ledit flux. Avantageusement, ce  
20 mécanisme de transfert d'adresse NAT systématique permet d'assurer que les paquets « entrant » et « sortant » d'un même flux de données transitent tous par le même routeur agrégé.

L'étape suivante (418) illustre la réception de paquets entrants d'un  
25 flux de données reçu au niveau de l'interface WAN du routeur agrégé. Les paquets entrants sont modifiés selon le mécanisme NAT-systématique (NAT\*) afin de remplacer l'adresse IP de destination contenue dans le paquet, i.e. celle de l'interface WAN, par l'adresse IP du terminal utilisateur destinataire du flux. Après remplacement, le paquet  
30 est transmis sur l'interface LAN du routeur agrégé. Si le LAN a une topologie de type étoile, cas de la technologie WiFi avec l'interface

d'agrégation configurée en points d'accès, les paquets « entrant » sont acheminés via le routeur d'agrégation et via son interface d'agrégation jusqu'au terminal utilisateur destinataire. Si le LAN a une topologie de type « bus » ou mesh », cas de la technologie Ethernet, les paquets

5 « entrant » sont acheminés directement depuis le routeur agrégé vers le terminal utilisateur si ce dernier est connecté audit LAN.

La figure 5 détaille l'enchaînement des étapes (500) pour initialiser un routeur d'agrégation selon un mode de réalisation de l'invention. Le

10 routeur d'agrégation configure son interface d'agrégation pour qu'elle opère comme routeur d'accès. Cette opération comprend au niveau lien (étape 502), la configuration de l'interface en mode point d'accès WiFi si l'interface est de type WiFi (ou de manière générale, la configuration de l'interface en tant que nœud racine pour toute technologie LAN autre

15 associée à une topologie de type étoile), et au niveau réseau (étape 504), la configuration de l'interface en tant que routeur par défaut et fournisseur d'adresse sur le LAN.

Dans une étape suivante (506), le routeur d'agrégation génère un ou plusieurs messages de découverte sur son interface d'agrégation afin

20 de solliciter l'émission de messages d'annonce par des routeurs sans-fil configurés en mode agrégation et connectés à l'interface d'agrégation du routeur d'agrégation. Le routeur d'agrégation tient à jour une liste des routeurs sans-fil agrégés découverts. Selon les variantes d'implémentation, un routeur d'agrégation peut émettre de manière

25 régulière, par exemple périodiquement, des messages de découverte sur son interface d'agrégation afin de vérifier et actualiser le cas échéant la liste des routeurs sans-fil configurés en mode agrégation, appelée « liste des routeurs agrégés », connectés à son interface d'agrégation. Le routeur d'agrégation utilise la liste des routeurs agrégés pour distribuer et

allouer les flux de données issus des terminaux utilisateurs sur les différents routeurs agrégés.

La liste des routeurs agrégés sélectionnés peut évoluer au cours du temps, selon que de nouveaux routeurs sans-fil en mode agrégation  
5 sont découverts sur le LAN ou que d'autres routeurs agrégés disparaissent par exemple par désactivation du mode agrégation sur un routeur sans-fil.

Dans une variante de l'invention, le routeur d'agrégation peut évaluer la disponibilité et la qualité de la connexion WAN d'un routeur  
10 sans-fil en mode agrégation découvert, avant de le considérer comme un routeur utilisable à ajouter à la liste des routeurs agrégés. La vérification de la disponibilité de la connectivité sur l'interface WAN peut être réalisée par le routeur d'agrégation en envoyant un paquet de données vers une destination dans l'Internet et en attendant la réponse en retour. Une  
15 manière de procéder peut être avec l'application de « ping ».

L'évaluation de la qualité peut se faire sur certains paramètres de qualité d'une connexion WAN, telle que la latence par exemple. Le routeur d'agrégation peut procéder à un échange de paquets avec un destinataire dans le réseau Internet afin de mesurer la durée aller-retour  
20 de l'échange, le « Round Trip Time » (RTT) selon l'anglicisme consacré et en déduire une latence, par exemple  $\frac{1}{2}$  RTT.

L'évaluation de la qualité peut aussi se faire sur d'autres paramètres de qualité de la connexion WAN, telle que la puissance du signal reçu sur l'interface WAN. Le routeur d'agrégation peut utiliser un  
25 message de découverte en y incluant une option adéquat pour solliciter un ou plusieurs paramètres de qualité, qui seront inclus dans le message d'annonce retourné par le routeur agrégé à sélectionner.

La figure 6 détaille l'enchaînement (600) des étapes pour activer le mode agrégation sur un routeur sans-fil selon un mode de réalisation de l'invention.

Une première étape (602) consiste à désactiver une éventuelle configuration existante sur le routeur sans-fil. Il peut s'agir de désactiver  
5 une configuration antérieure de type « routeur par défaut » ou de type « fournisseur d'adresse » ou toute configuration d'adresse IP, de type IPv4 et/ou IPv6 par exemple.

Avantageusement, le mode « agrégation » peut être configuré de  
10 manière statique sur les routeurs sans-fil, et auquel cas ils fonctionnent systématiquement selon ce mode, ou alternativement le mode « agrégation » peut être configuré de manière dynamique, par exemple directement par l'utilisateur du dispositif. A titre d'exemple, dans le cas où le routeur sans-fil est un smartphone, le mode « agrégation » peut être  
15 activé manuellement par l'utilisateur depuis une interface de configuration du smartphone.

Avantageusement, un routeur sans-fil peut opérer selon le mode agrégation sur une seule ou plusieurs de ses interfaces LAN en parallèle. Dans une variante d'implémentation, la configuration du mode agrégation  
20 sur le routeur sans-fil peut inclure une liste des interfaces LAN pour lesquelles le mode agrégation est utilisé.

Si l'interface LAN est de type WiFi, le procédé permet de la configurer en mode terminal station 'STA' (étape 604) et de procéder à l'attachement de cette interface LAN WiFi à l'interface d'agrégation WiFi  
25 (configurée elle en mode point d'accès) du routeur d'agrégation, afin de permettre l'établissement de la connexion WiFi entre le routeur sans-fil (via son interface LAN) et le routeur d'agrégation (via son interface d'agrégation).

Pour permettre au routeur sans-fil en mode terminal station WiFi de détecter la présence du routeur d'agrégation agissant comme point d'accès WiFi, l'interface WiFi du routeur d'agrégation peut être associée à un identifiant de réseau WiFi (p.ex. un ESSID) connu du routeur sans-fil

5 de manière à ce que ce dernier reconnaisse, grâce à cet identifiant annoncé par le routeur d'agrégation sur son interface WiFi, qu'il s'agit bien du routeur d'agrégation ciblé. Ainsi le routeur sans-fil connecte son interface LAN WiFi au point d'accès WiFi formé par l'interface d'agrégation WiFi du routeur d'agrégation.

10 Puis le procédé permet de configurer automatiquement (étape 606) sur l'interface LAN une nouvelle adresse IP, qui peut être une adresse IPv4 et/ou IPv6. La configuration d'adresse peut être de type stateful ou stateless. Dans une étape suivante (608), l'interface WAN du routeur est connectée au réseau Internet.

15 Puis (étape 610), le procédé permet d'activer le routage IP (IPv4 et/ou IPv6) entre l'interface WAN et l'interface LAN, et activer (étape 612) l'utilisation systématique du mécanisme de translation d'adresse NAT\* pour tout trafic IP routé entre ses interfaces LAN et WAN. L'utilisation systématique du NAT diffère de l'utilisation traditionnelle de ce

20 mécanisme, qui habituellement est utilisé uniquement lorsque l'espace d'adressage sur l'interface LAN n'est pas routable sur l'interface WAN. Dans le procédé de la présente invention, le mécanisme de NAT\* systématique fait que la translation d'adresse est utilisée même lorsque

25 WAN. Ainsi, par exemple, le mécanisme de NAT\* est utilisé même si l'interface LAN est configurée avec des adresses IPv4 et/ou IPv6 globalement routables dans le réseau Internet joignable via l'interface WAN. Avantagement, cette configuration systématique du mécanisme NAT permet d'assurer que les paquets associés à un flux de données

bidirectionnel transitent tous sur la voie aller et la voie retour via la même interface WAN.

Dans une étape suivante (614), le procédé permet l'émission d'un message d'annonce sur chacune de ses interfaces LAN associée au mode « agrégation ». Le message d'annonce émit sur une interface LAN 5 contient au moins un identifiant du routeur sans-fil, tel que par exemple l'adresse MAC ou l'adresse IP de l'interface LAN.

La figure 7 illustre un exemple d'environnement opérationnel de l'invention selon un scénario d'implémentation « transport public».

10 Dans cette variante d'implémentation, un même routeur d'agrégation peut être équipé de plusieurs (deux ou plus) interfaces d'agrégation, chaque interface étant associée à un réseau LAN différent. Dans l'exemple illustré, un routeur d'agrégation (702) est équipé d'une première interface d'agrégation de type WiFi (706) et 15 d'une seconde interface d'agrégation de type Ethernet (704).

Dans cette configuration la répartition des flux mise en œuvre par le module d'allocation de flux (708) du routeur d'agrégation, peut se faire soit:

- 20 - en mode « allocations disjointes » où le routeur d'agrégation gère de manière indépendante, disjointe la répartition des flux sur chacune de ses interfaces d'agrégation. Les flux issus de terminaux utilisateurs associés à une interface d'agrégation ne peuvent transiter que par les routeurs agrégés visibles sur cette même interface d'agrégation.
- 25 - en mode « allocation conjointe » où le routeur d'agrégation gère de manière commune, conjointe, la répartition des flux sur l'ensemble de ses interfaces d'agrégation. Ainsi, un flux issu d'un terminal utilisateur associé à une première interface d'agrégation

peut éventuellement être alloué à un routeur agrégé connecté lui à une autre interface d'agrégation du même routeur d'agrégation.

Cette variante est illustrée sur les Figures 2 et 3 sous la forme du module optionnel « interface LAN Techno-Y » pouvant servir  
5 d'interface d'agrégation supplémentaire sur le routeur d'agrégation (210, 310).

Dans une autre variante d'implémentation, pouvant coexister avec la variante précédente, un même routeur d'agrégation peut être équipé d'une ou plusieurs interface(s) WAN (714) en plus de sa (ou  
10 ses) interface(s) d'agrégation, par exemple deux interfaces WAN de même type ou de type différents, p.ex. 2G/3G/4G.

Avantageusement, dans cette variante d'implémentation, le routeur d'agrégation peut être également configuré comme un routeur sans-fil opérant selon le mode « agrégation » sur son ou ses  
15 interface(s) WAN (714) en utilisant comme interface LAN de routeur sans-fil, l'une des interfaces d'agrégation (704, 706). Dans cette configuration, le mécanisme de NAT systématique (NAT\*) est activé pour les flux issus de l'interface LAN et routés vers l'interface WAN. Cette variante est illustrée sur les Figures 2 et 3 sous la forme des  
20 modules optionnels « interface WAN Techno-X » et « NAT\* ». Dans cette variante le routeur d'agrégation (702) peut gérer de manière conjointe la répartition des flux sur son ou ses interface(s) WAN (714) et sur les routeurs agrégés (710, 712) connectés à son ou ses interface(s) d'agrégation (704, 706). Ainsi, un flux issu d'un terminal  
25 utilisateur associé à une interface d'agrégation peut éventuellement être alloué à une interface WAN du routeur d'agrégation agissant comme un routeur agrégé.

Dans une autre variante d'implémentation pouvant coexister avec les variantes précédentes, le routeur d'agrégation peut également  
30 agir comme terminal utilisateur, et être la source de flux de données

qui sont alors traités de manière similaire à ceux en provenance d'autres terminaux utilisateurs connectés à des interfaces d'agrégation du routeur d'agrégation.

5 Dans une autre variante d'implémentation pouvant coexister avec les variantes précédentes, le routeur d'agrégation (702) peut être équipé d'une ou plusieurs interface(s) LAN supplémentaires sur lesquelles l'équipement agit aussi en tant que routeur d'accès traditionnel sans opérer comme un routeur d'agrégation sur cette interface, c'est-à-dire sans émettre de messages d'annonce sur ses  
10 interfaces. Dans cette configuration, tout flux de données issu de terminaux connectés à ces interfaces peut être traité de manière similaire à des flux en provenance de terminaux utilisateurs autres, connectés à des interfaces d'agrégation du routeur d'agrégation. Cette variante est illustrée sur les Figures 2 et 3 sous la forme des modules optionnels « interface Techno-Z » et « NAT » au niveau du routeur  
15 d'agrégation.

Dans une autre variante d'implémentation, les interfaces WAN peuvent être de type filaire.

20 Ainsi la présente description illustre une implémentation préférentielle de l'invention, mais n'est pas limitative. Un exemple a été choisi pour permettre une bonne compréhension des principes de l'invention, et une application concrète, mais il n'est en rien exhaustif et doit permettre à l'homme du métier d'apporter des modifications et variantes d'implémentation en conservant les mêmes principes.

25 L'invention peut s'implémenter à partir d'éléments matériel et/ou logiciel. Elle peut être disponible en tant que produit programme d'ordinateur sur un support lisible par ordinateur. Le support peut être électronique, magnétique, optique, électromagnétique ou être de type infrarouge. De tels supports sont par exemple, des mémoires à semi-  
30 conducteur (Random Access Memory RAM, Read-Only Memory ROM),

des bandes, des disquettes ou disques magnétiques ou optiques (Compact Disk – Read Only Memory (CD-ROM), Compact Disk – Read/Write (CD-R/W) and DVD).

## Revendications

1. Un dispositif de communications sans-fil dans un réseau IP ayant une pluralité de routeurs sans-fil aptes à router des flux de données, chaque routeur ayant au moins une interface LAN pour recevoir des flux de données d'au moins un terminal utilisateur et une interface WAN pour communiquer vers le réseau IP, le dispositif comprenant :
  - un module de découverte de routeurs pour identifier parmi la pluralité de routeurs sans-fil, un sous-ensemble de routeurs, dits routeurs agrégés, utilisant systématiquement un mécanisme de translation d'adresse réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces LAN et WAN ;
  - un module d'allocation de flux apte à sélectionner pour un flux de données reçu un routeur agrégé parmi lesdits routeurs agrégés et lui allouer le flux de données ; et
  - une interface réseau unique, dite interface d'agrégation, configurée pour recevoir des flux de données de terminaux utilisateurs et pour émettre chaque flux de données reçu vers le routeur agrégé qui lui est alloué.
2. Le dispositif selon la revendication 1 comprenant un module de configuration pour configurer ladite interface d'agrégation en routeur par défaut et fournisseur d'adresses.
3. Le dispositif selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le module de découverte de routeurs agrégés est apte à générer des messages de sollicitation vers la pluralité de routeurs sans-fil et à

recevoir en réponse des messages d'annonce de routeurs agrégés.

- 5 4. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer le nombre de flux transitant sur chacun desdits routeurs agrégés.
- 10 5. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer la bande passante consommée par les flux sur chacun des routeurs agrégés.
- 15 6. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme de distribution permettant d'équilibrer la bande passante disponible sur chacun des routeurs agrégés.
- 20 7. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 dans lequel l'interface d'agrégation est une interface LAN de type Ethernet ou WiFi.
- 25 8. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans lequel l'interface d'agrégation est une interface LAN de type WiFi configurée en mode point d'accès.
9. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 comprenant au moins une deuxième interface d'agrégation configurée pour recevoir des flux de données de terminaux

utilisateurs et pour émettre chaque flux de données reçu vers le routeur agrégé qui lui est alloué.

- 5 10. Le dispositif selon la revendication 9 dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme de répartition des flux en mode allocation conjointe pour répartir les flux sur l'ensemble de ses interfaces d'agrégation.
- 10 11. Le dispositif selon la revendication 9 dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme de répartition des flux en mode allocation disjointe pour répartir les flux sur chacune de ses interfaces d'agrégation.
- 15 12. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 comprenant de plus, une ou plusieurs interfaces réseau WAN, et dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme pour répartir les flux sur la une ou plusieurs interfaces réseau WAN et sur son ou ses interfaces d'agrégation.
- 20 13. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 comprenant de plus, une ou plusieurs interfaces réseau permettant d'émettre des flux de données en mode terminal utilisateur.
- 25 14. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 comprenant de plus, une ou plusieurs interfaces réseau LAN pour recevoir des flux de données de terminaux utilisateurs, et dans lequel le module d'allocation de flux opère un algorithme pour répartir lesdits flux sur la une ou plusieurs interfaces réseau

WAN et sur son ou ses interfaces d'agrégation.

- 5 15. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 dans lequel ledit routeur agrégé comprend un module de configuration pour activer le mécanisme de transfert d'adresse réseau (NAT) en utilisation systématique, et un module de génération de messages d'annonce pour émettre des messages d'annonce.
- 10 16. Le dispositif selon la revendication 15 dans lequel les messages d'annonce sont émis en réponse à des messages de sollicitation.
- 15 17. Le dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 16 dans lequel l'interface LAN dudit routeur agrégé est de type WiFi configurée en mode terminal station (STA) et utilisant systématiquement un mécanisme de translation d'adresse réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces WiFi et WAN.
- 20 18. Un procédé pour opérer des communications sans-fil dans un réseau IP ayant une pluralité de routeurs sans-fil aptes à router des flux de données, chaque routeur ayant au moins une interface LAN pour recevoir des flux de données d'au moins un terminal utilisateur et une interface WAN pour communiquer vers
- 25 le réseau IP, le procédé comprenant les étapes de :
- recevoir un flux de données d'un terminal utilisateur ;
  - identifier parmi la pluralité de routeurs sans-fil, un sous-ensemble de routeurs, dits routeurs agrégés, utilisant
- 30 systématiquement un mécanisme de translation d'adresse

réseau (NAT) pour tout trafic routé entre ses interfaces LAN et WAN ;

- 5
- sélectionner un routeur agrégé du sous-ensemble de routeurs agrégés pour lui allouer le flux de données reçu ; et
  - émettre le flux de données reçu vers ledit routeur agrégé sélectionné.

10

19. Un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 17 comprenant des moyens permettant d'opérer le procédé selon la revendication 18.

15

20. Un produit programme d'ordinateur, ledit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code permettant d'effectuer les étapes du procédé selon la revendication 18, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

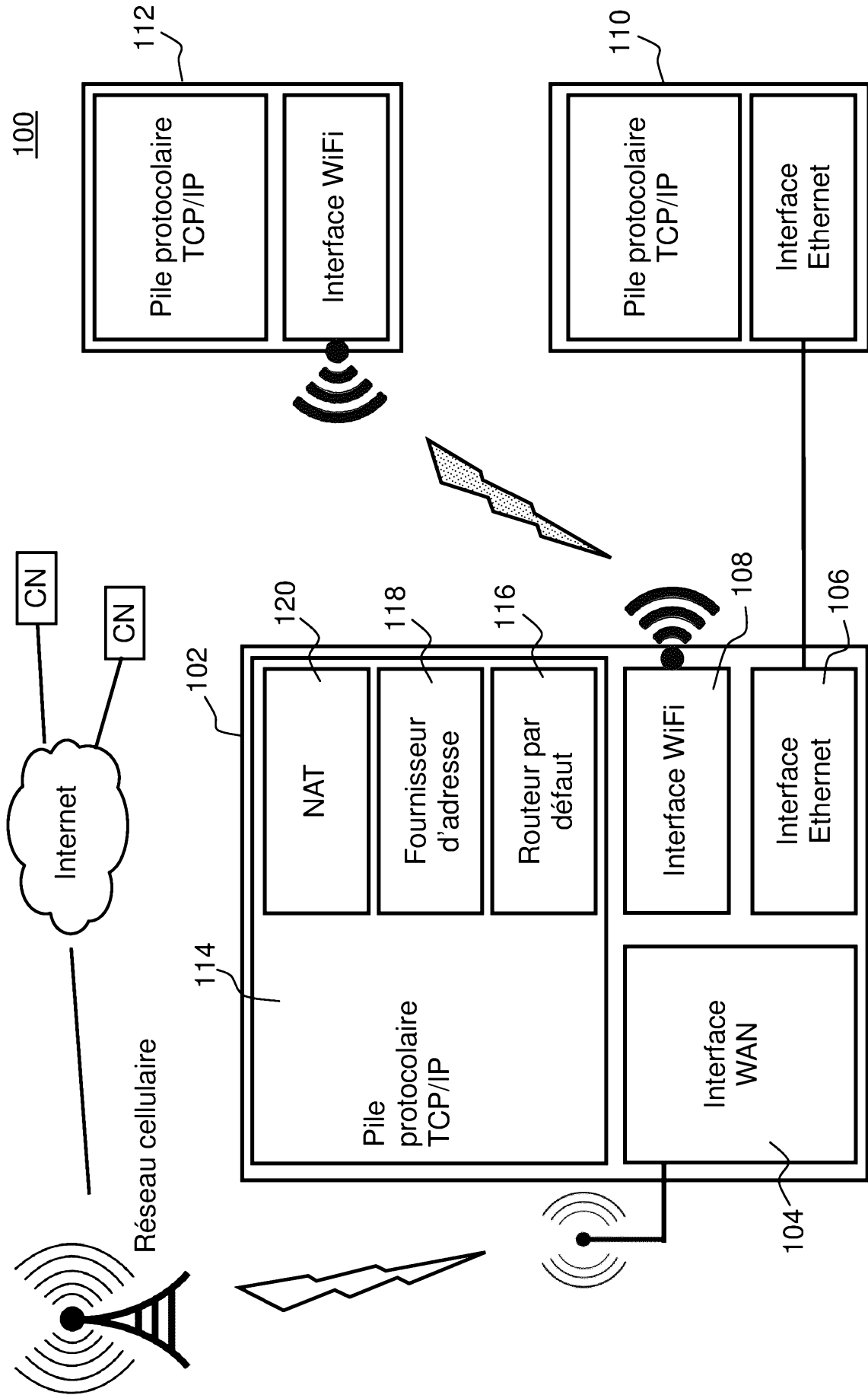


FIG.1

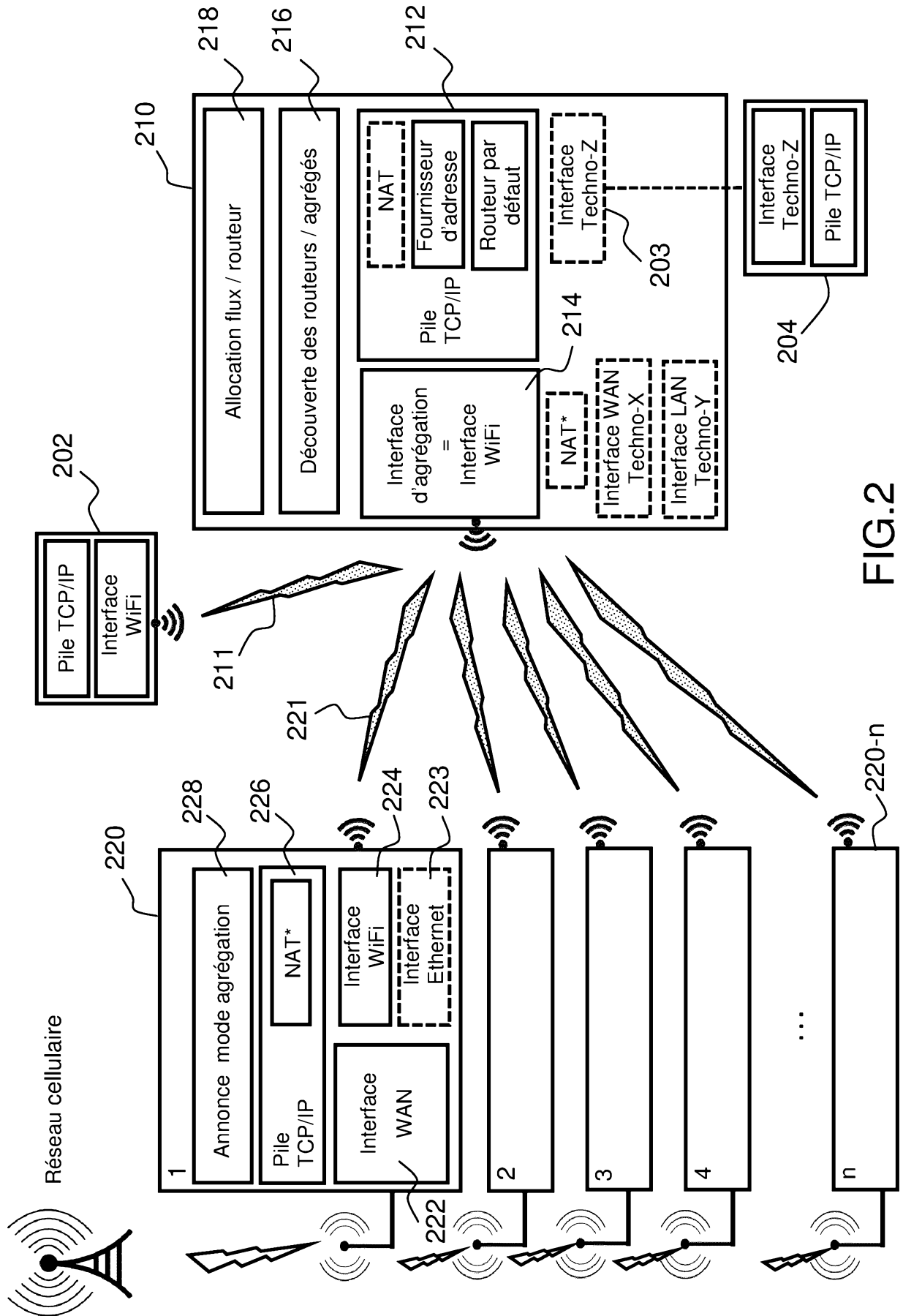


FIG.2

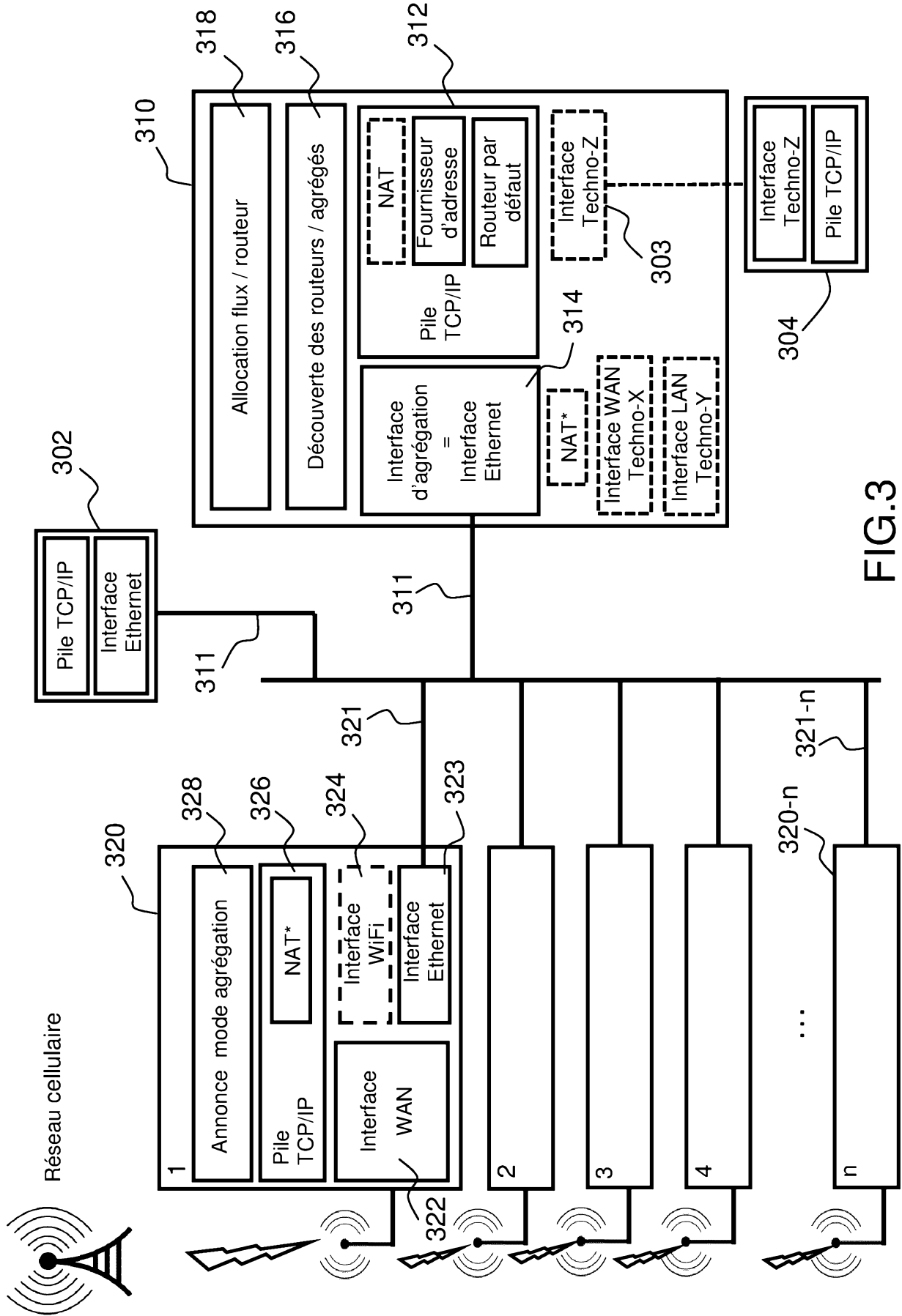


FIG.3

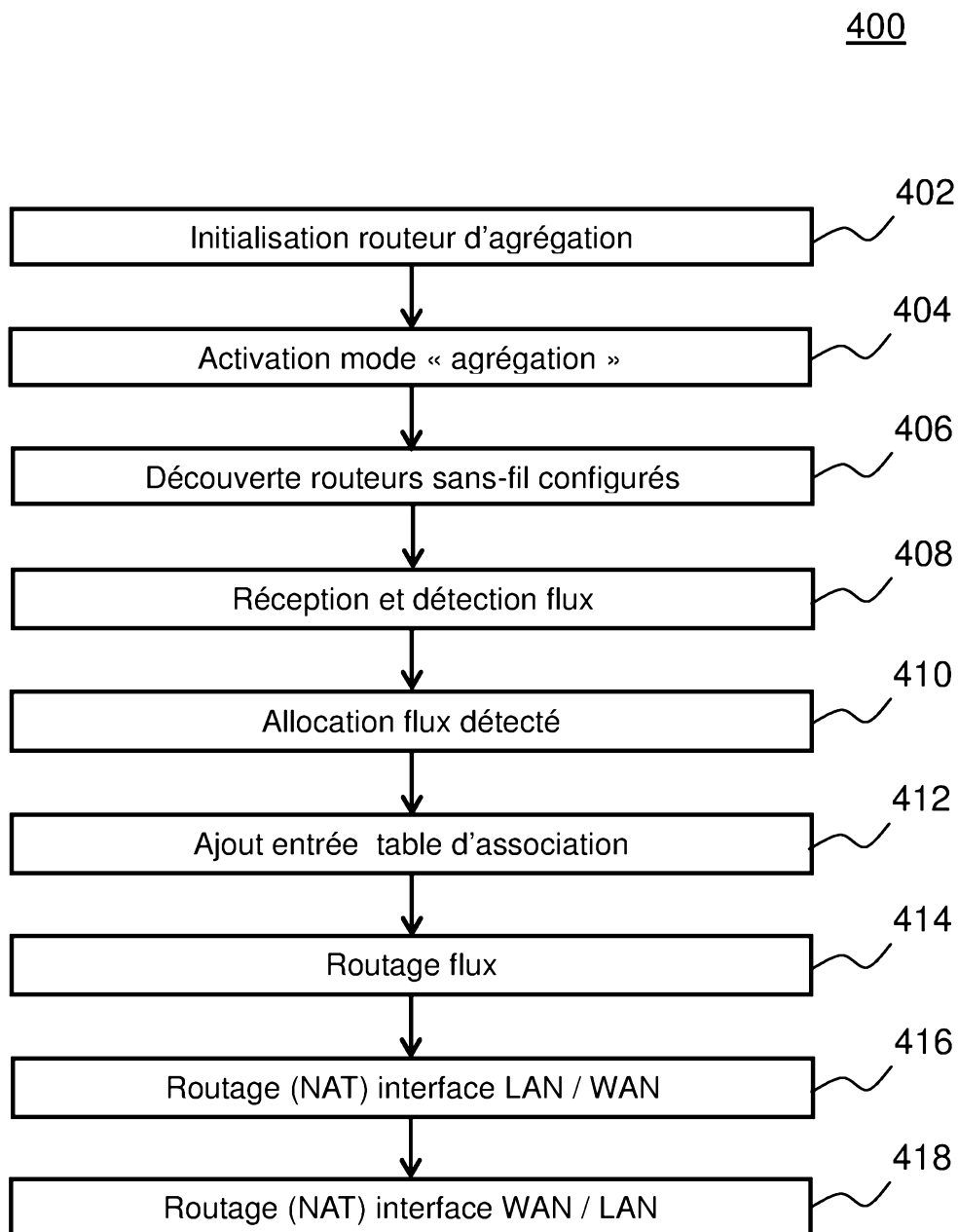


FIG.4

5/6

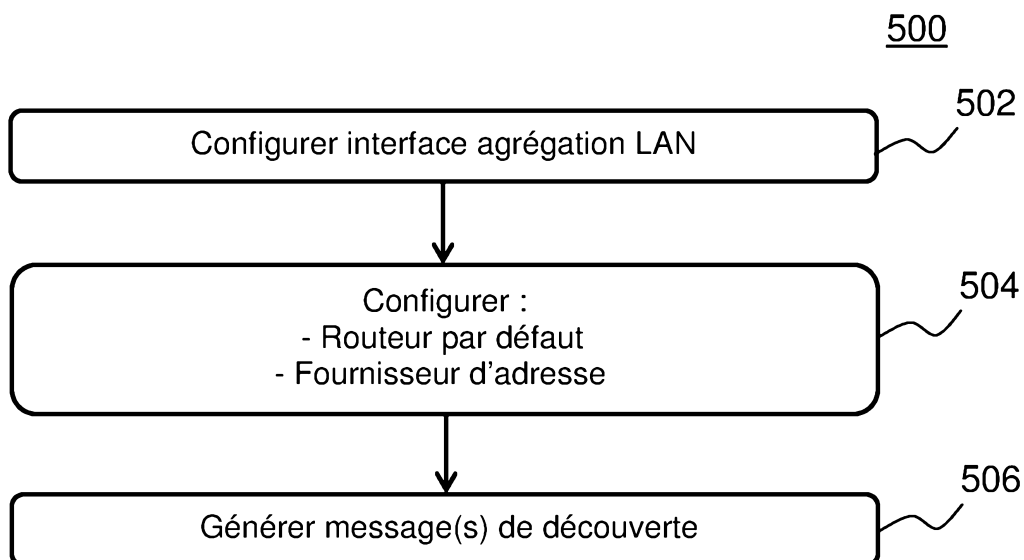


FIG.5

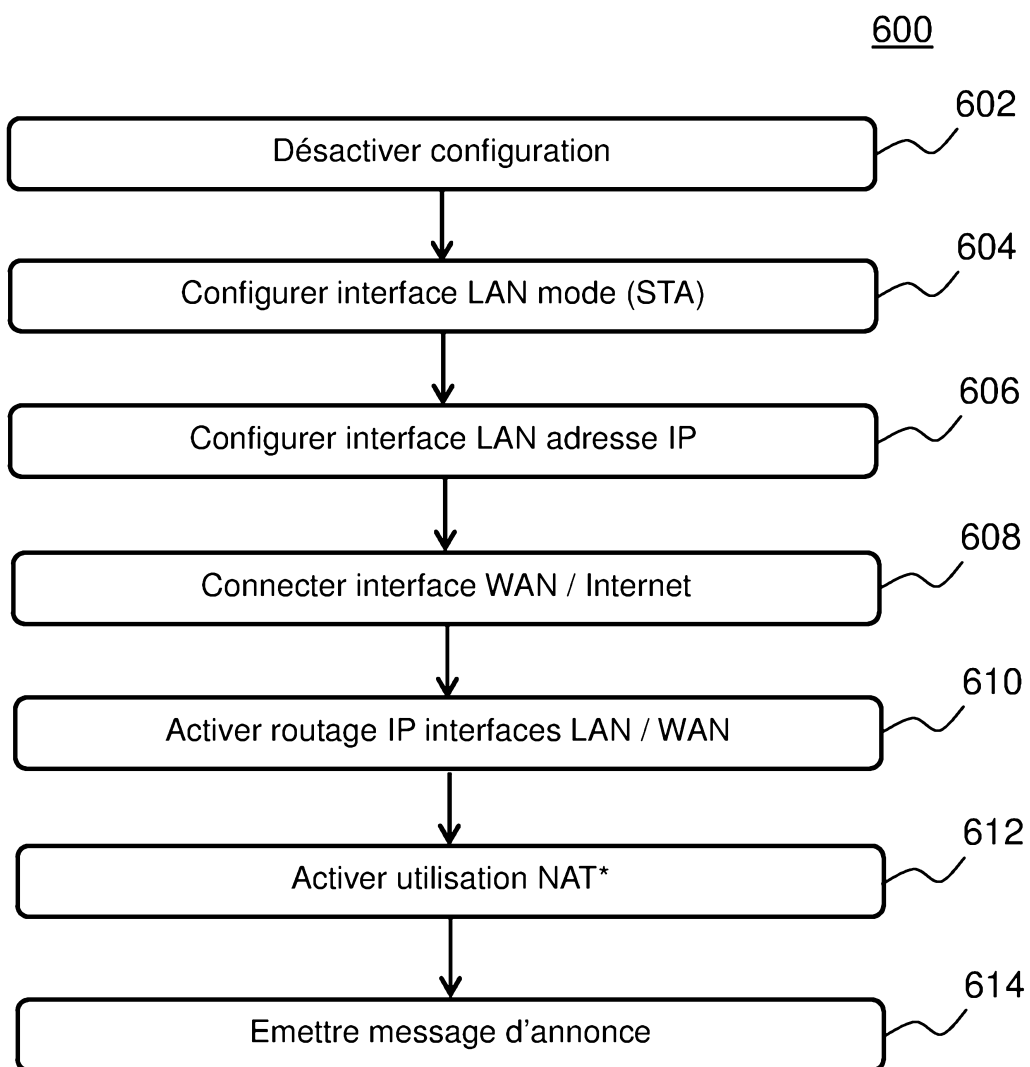


FIG.6

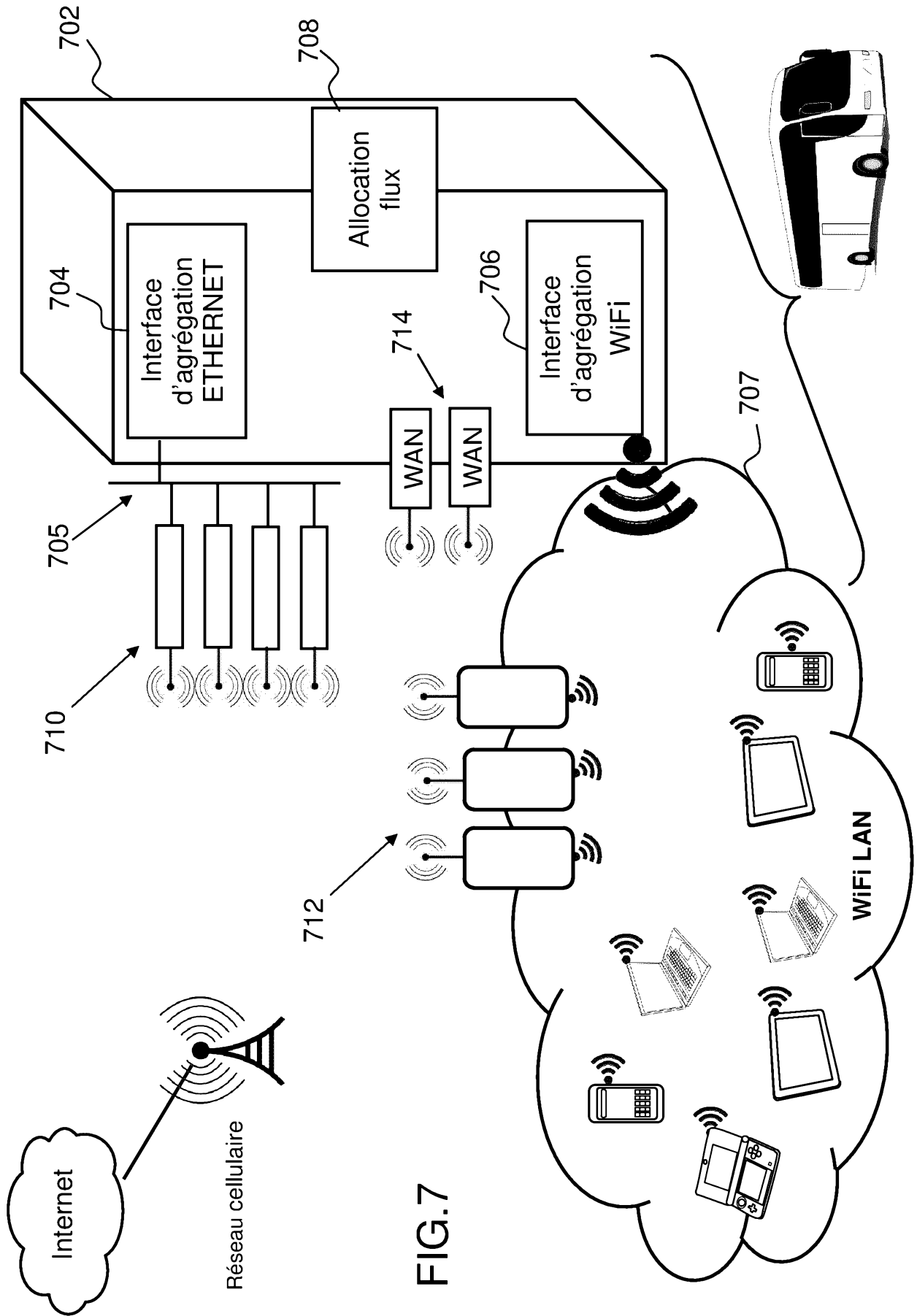


FIG.7

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

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

US 2011/116444 A1 (RELYEA DONALD H [US])  
19 mai 2011 (2011-05-19)

US 2010/296437 A1 (STELLE WILLIAM T [US] ET AL)  
25 novembre 2010 (2010-11-25)

US 2012/163255 A1 (CHOI YONG HOON [US])  
28 juin 2012 (2012-06-28)

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

NEANT

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

NEANT