

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 138 751

②1 N° d'enregistrement national : **22 08135**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 04 W 28/16 (2022.01), H 04 B 7/1/5, H 04 W 84/06**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.08.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.02.24 Bulletin 24/06.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **ORANGE Société anonyme — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **KELIF Jean-Marc, STEPHAN Emile et QUINTANA RODRIGUEZ Veronica.**

⑦3 Titulaire(s) : **ORANGE Société anonyme.**

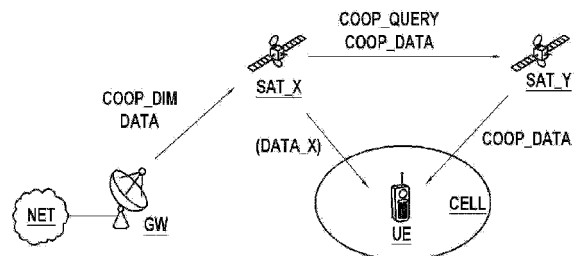
⑦4 Mandataire(s) : **CABINET BEAU DE LOMENIE.**

⑤4 Procédé mis en œuvre par un dispositif réseau pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal, dispositif réseau, terminal, système, et programme d'ordinateur associés.

⑤7 La présente invention concerne un procédé mis en œuvre par un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal (UE), le procédé comprenant :

un envoi (SX120, SX130, SY140), à destination dudit au moins un terminal (UE), de données (DATA_X, COOP_DATA); et un envoi (SX120, SX130, SY140), à destination d'une entité de suivi (GW) et/ou dudit au moins un terminal (UE), d'une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE).

Figure pour l'abrégé : Fig. 1



FR 3 138 751 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé mis en œuvre par un dispositif réseau pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal, dispositif réseau, terminal, système, et programme d'ordinateur associés

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des télécommunications. En particulier, la présente invention concerne un procédé mis en œuvre par un dispositif réseau pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal, un procédé mis en œuvre par un terminal, un dispositif réseau, un terminal, une entité de suivi, un système, un programme d'ordinateur et un support d'informations associés. La présente invention trouve une application particulièrement avantageuse, bien que nullement limitative, pour la mise en œuvre de réseaux de téléphonie mobile par satellite.

État de la technique antérieure

[0002] L'invention se place en particulier dans le contexte de la délégation de ressources entre des systèmes de communication, mécanisme dans lequel un premier système met des ressources (ressources, radio, informatiques, réseau, etc.), telles que par exemple un spectre de fréquences, à disposition d'un ou plusieurs autres systèmes selon des modalités déterminées qui définissent par exemple les ressources concernées, la durée ou période de mise à disposition, des paramètres d'usage de ces ressources, et des conditions tarifaires ou de facturation de l'usage de ces ressources.

[0003] Les systèmes de communication existants ne permettent pas de contrôler de manière fiable la délégation de ressources entre différents systèmes de communication. Par exemple, lors d'interconnexions de réseaux mobiles ou de réseaux cellulaires, les opérateurs de ces réseaux ne peuvent pas contrôler que les modalités de délégation sont respectées. En effet, lorsqu'un opérateur a recours à un réseau d'accès radio (ou RAN pour « Radio Access Network ») d'un tiers, l'opérateur ne peut contrôler les droits d'usage et les conditions d'usage du spectre de manière dynamique. Les solutions existantes reposent sur des preuves statiques de propriété de spectre, e.g. un opérateur fournit ses licences de spectre lorsqu'il utilise le réseau d'accès radio d'un tiers. Or, il apparaît nécessaire de pouvoir prouver de manière dynamique la possession d'un spectre et, également, de contrôler l'usage de ce spectre pour les communications.

[0004] Par exemple, il existe aujourd'hui dans l'état de la technique différents systèmes de communication exploitant des satellites, et permettant aux utilisateurs d'accéder à un

réseau (e.g. le réseau Iridium, ViaSat, Starlink) quel que soit leur emplacement. Il est par exemple connu d'utiliser des satellites en orbites moyennes ou basses pour déployer des systèmes de communication par satellite. Néanmoins, il convient de noter qu'un système de communication basé sur des satellites en orbites moyennes ou basses requiert une constellation de nombreux satellites ainsi que de nombreuses stations terrestres. Or, pour fournir aux utilisateurs une couverture géographique continue, il peut être nécessaire que plusieurs satellites coopèrent entre eux pour communiquer des données aux terminaux. Il apparaît ainsi essentiel, pour mettre en œuvre de telles coopérations et déléguer des ressources entre satellites, de pouvoir prouver de manière dynamique la possession d'un spectre et de contrôler l'usage de ce spectre pour les communications.

[0005] Par ailleurs, pour les systèmes de communication existants (e.g. terrestres, ou par satellite), la facturation des communications est typiquement réalisée de manière statique par contrats forfaitaires. De manière générale, les communications pour un terminal sont facturées sur la base d'un volume de données maximal autorisé sur une période de temps (e.g. 10 Go/mois). Les solutions existantes de facturation présentent un certain nombre d'inconvénients auxquels il convient de remédier. En particulier, de telles solutions de facturation statiques ne sont pas adaptées aux cas d'usages émergents, tels que les réseaux d'objets connectés, les véhicules communicants, etc., qui nécessitent des solutions de facturation plus souples et pas uniquement basées sur le volume.

[0006] Il existe par conséquent un besoin pour une solution permettant d'améliorer la traçabilité et le contrôle des communications mises en œuvre par un système de communication, notamment dans un contexte de délégation de ressources.

Exposé de l'invention

[0007] La présente invention a pour objectif de remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur, notamment ceux exposés précédemment.

[0008] À cet effet, selon un aspect de l'invention, il est proposé un procédé mis en œuvre par un dispositif réseau pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal, le procédé comprenant :

[0009] un envoi, à destination dudit au moins un terminal, de données ; et

[0010] un envoi, à destination d'une entité de suivi et/ou dudit au moins un terminal, d'une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau pour communiquer lesdites données audit au moins un terminal.

[0011] Le procédé proposé permet de réaliser une traçabilité des ressources utilisées par un système de communication pour communiquer des données à un terminal. En effet, le procédé proposé permet à un dispositif réseau (e.g. un satellite, un aéronef, un point

d'accès radio terrestre, etc.) d'informer de manière dynamique une entité de suivi des ressources utilisées. En comparaison aux solutions existantes, le procédé proposé présente notamment l'avantage d'être dynamique.

- [0012] Par « dispositif réseau », il est fait référence ici à un dispositif de communication d'un réseau d'accès, par exemple un réseau d'accès radio, permettant de communiquer des données à des terminaux. Selon un mode de réalisation, lesdits dispositifs réseau sont compris dans des aéronefs ou des satellites. Au sens de l'invention, les termes « aéronef » et « satellite » font référence respectivement : à tout dispositif capable de s'élever dans les airs tel qu'un drone, un avion, une plateforme de haute altitude (ou HAP pour « High Altitude Platform »); et à tout dispositif placé en orbite autour d'une planète (Terre, Mars ; ...) tels que des satellites artificiels (e.g. satellite de télécommunications). Toutefois, dans le cadre de l'invention, il peut être envisagé d'autres modes de réalisation dans lesquels lesdits dispositifs réseau sont terrestres et sont mobiles ou non.
- [0013] Dans le contexte de l'invention, il convient de noter que les expressions « en provenance de » et « à destination » ne limitent nullement la nature de l'interface entre l'émetteur et le destinataire d'un message, le lien entre ces deux entités pouvant comprendre des équipements intermédiaires relayant le message. Aussi, l'envoi des données au terminal et l'envoi des preuves d'usage au terminal peuvent être réalisés de manière concomitante ou de manière indépendante.
- [0014] Par « ressource », il est fait référence ici à une quelconque ressource d'un équipement de communication et peut ainsi désigner des ressources de communication (e.g. un canal de fréquences, un intervalle de temps, un couple constitué d'une fréquence et d'un intervalle de temps, etc.), des ressources énergétiques, des ressources informatiques, etc. En particulier, l'expression « ressource utilisée pour communiquer » peut désigner une ressource utilisée pour toutes les opérations nécessaires à la communication telles que : l'émission, la réception, le traitement de données, ainsi que la synchronisation et le contrôle. Aussi, les preuves d'usage au sens de l'invention indiquent les ressources de communication effectivement utilisées par les dispositifs réseau pour communiquer des données aux terminaux. À titre d'exemple, une preuve d'usage peut indiquer un nombre de canaux de fréquences, un intervalle de temps, un nombre de blocs temps-fréquence, une puissance d'émission, et/ou une énergie consommée pour communiquer des données aux terminaux. En particulier, une preuve d'usage est, selon un mode de réalisation, un message de type jeton signé par l'émetteur (i.e. l'auteur) de la preuve, utilisateur de la ressource.
- [0015] L'expression « entité de suivi » désigne un dispositif mettant en œuvre un suivi des ressources par un système de communication par satellite pour communiquer avec des terminaux.

- [0016] Selon un mode de réalisation, les preuves d'usage de ressources sont envoyées à : une première entité de suivi comprise dans une entité de gestion des dispositifs réseau, par exemple exploitée par un opérateur mobile ; et à une deuxième entité de suivi comprise dans une station terrestre, par exemple exploitée par un opérateur de dispositifs d'accès réseau. En particulier, le dispositif réseau peut envoyer lesdites preuves d'usage de ressources à destination de la deuxième entité de suivi ; et le terminal peut envoyer lesdites preuves d'usage de ressources, reçues en provenance d'au moins un dispositif réseau, à destination de la première entité de suivi. Il est entendu par « station terrestre » un équipement réseau situé sur Terre, permettant de relier un ou plusieurs dispositifs réseaux à un réseau de communication terrestre.
- [0017] Selon un mode de réalisation, pour chaque envoi de données à destination d'un terminal, le terminal envoie, à destination d'une entité de suivi, lesdites une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées lors de cette communication. Ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre un suivi précis des ressources avec une granularité fine (i.e. dont le niveau de détail est élevé). De plus, ce mode de réalisation permet d'obtenir une preuve de la réalisation d'une communication, puisque l'entité de suivi reçoit les preuves d'usage en provenance du terminal pour lequel la communication a été réalisée.
- [0018] À titre d'exemple, le procédé proposé peut notamment être exploité de manière avantageuse pour déployer des solutions de facturation basées sur les ressources utilisées. De telles solutions de facturation apparaissent être essentielles pour répondre aux besoins des nouveaux cas d'usages des systèmes de communication, tels que les réseaux d'objets connectés, les véhicules communicants, etc. Dans cet exemple, le terminal reçoit à la fois les données et les preuves d'usages indiquant les ressources utilisées. Le terminal peut transmettre ensuite ces informations à une entité de suivi d'un opérateur de réseau mobile comme preuve de livraison d'une communication ; et l'entité de suivi déclenche la facturation de cette communication sur la base de ces informations.
- [0019] Selon un mode de réalisation, ledit dispositif réseau envoie, à destination d'une entité de suivi et/ou dudit au moins un terminal, une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par au moins un autre dispositif réseau pour communiquer des dites données audit au moins un terminal.
- [0020] Il est à noter que les envois des preuves d'usages relatives aux différents dispositifs réseau peuvent être réalisés de manière concomitante ou indépendante.
- [0021] Ce mode de réalisation présente notamment l'avantage de suivre les ressources utilisées par plusieurs dispositifs réseau pour communiquer des données à des terminaux. Ci-après, le terme de coopération est utilisé pour désigner le fait que plusieurs dispositifs réseau sont utilisés de manière collaborative pour communiquer

avec des terminaux.

- [0022] Dans ce mode de réalisation, lesdites preuves d'usage signalent l'implication d'une pluralité de dispositifs réseau pour communiquer des données à un terminal. Ainsi, ce mode de réalisation permet de tracer les ressources respectivement utilisées lors de coopérations entre dispositifs réseau.
- [0023] À titre illustratif, il est considéré ici un exemple dans lequel un premier dispositif réseau sollicite un deuxième dispositif réseau afin de relayer vers un terminal une partie des données à transmettre à ce dernier. Dans cet exemple, les preuves d'usage indiquent les ressources respectivement utilisées par chacun des deux dispositifs réseau. De la sorte, l'entité de suivi est en mesure de tracer la coopération entre les dispositifs réseau, et notamment de suivre les ressources utilisées par le deuxième dispositif réseau pour relayer des données au terminal.
- [0024] Selon un mode de réalisation, lesdites une ou plusieurs preuves d'usage sont signées par une clé privée associée à une entité certifiée.
- [0025] Il est entendu par « clé privée » et « clé publique » une paire de clés associée à une entité et utilisée pour mettre en œuvre un schéma de chiffrement asymétrique, la clé privée étant destinée à être confidentielle et la clé publique étant destinée à être diffusée publiquement. Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, un schéma de chiffrement est notamment utilisé pour générer des clés de sessions authentifiant les messages tels que des preuves d'usage et des autorisations d'usage.
- [0026] Par « signature », il est fait référence ici à une signature numérique, c'est-à-dire à des données ajoutées à un message, permettant au destinataire du message de vérifier l'auteur de ce message ainsi que l'intégrité de ce dernier. La signature d'un message est, selon un mode de réalisation, obtenue en chiffrant un haché (ou « hash » en anglais) du message. Ainsi, à réception du message, il suffit au destinataire de déchiffrer la signature du message, puis de comparer la signature déchiffrée à un haché du message reçu pour s'assurer de l'authenticité et de l'intégrité du message.
- [0027] En outre, dans le contexte de l'invention, une « entité certifiée » désigne une entité autorisée à exploiter des ressources et disposant, à ce titre, d'un certificat. À titre illustratif, une entité certifiée peut être un opérateur mobile propriétaire d'un certain spectre de fréquences et qui autorise des dispositifs réseau à exploiter ce spectre pour communiquer avec des terminaux. En particulier, les preuves d'usage de ressources envoyées par les dispositifs réseau peuvent être signées avec une clé privée de l'opérateur des dispositifs réseau, ou peuvent être signées en utilisant un algorithme basé sur un identifiant de l'opérateur, par exemple dérivant une clé de chiffrement à partir de cet identifiant.
- [0028] Un avantage de ce mode réalisation est de garantir la fiabilité du suivi de l'utilisation des ressources. En effet, ce mode de réalisation permet d'assurer l'authenticité et

l'intégrité des preuves d'usage transmises relatives aux ressources utilisées. Tout destinataire de ces preuves d'usage est en mesure de vérifier l'authenticité et de la non-répudiation des informations en utilisant la clé publique de l'entité certifiée.

- [0029] Par exemple, un opérateur peut disposer d'une paire de clé privé-clé publique lui permettant de prouver qu'il est propriétaire d'un spectre de fréquences. En particulier, une autorité de régulation des fréquences (e.g. l'ARCEP, l'autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse, ou la GSMA) signe un certificat à clé publique (e.g. un certificat X.509) pour chaque spectre (e.g. un certificat pour chaque porteuse d'un réseau d'accès radio) possédé par un opérateur. Ce certificat de l'opérateur lui permet de diffuser un certificat par réseau d'accès ou RAN (acronyme de « Radio Access Network ») incluant sa clé publique avec la signature d'une autorité de régulation (i.e. de confiance). En conséquence, les destinataires (dispositifs réseau utilisateurs) sont ainsi aptes à authentifier les informations de possession de spectres signées par cet opérateur.
- [0030] Selon un mode de réalisation, lesdites une ou plusieurs preuves d'usage indiquent des ressources fréquentielles utilisées pour communiquer des données audit au moins un terminal. Ce mode de réalisation permet de suivre de manière fiable et précise les ressources fréquentielles utilisées par un ou plusieurs dispositifs réseau lors d'une communication avec des terminaux.
- [0031] En combinaison avec un ou plusieurs des modes de réalisation précédents, ce mode de réalisation permet notamment de suivre les ressources fréquentielles déléguées lors de coopération entre dispositifs réseau. Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux en ce qu'il permet, lorsqu'un dispositif réseau délègue (i.e. met à disposition) une partie de ses ressources pour coopérer avec au moins un autre satellite, de prouver la délégation de ressources.
- [0032] Selon un mode de réalisation, lesdites une ou plusieurs preuves d'usage indiquent des ressources temps-fréquences utilisées pour communiquer des données d'application audit moins un terminal et des données de contrôle associées.
- [0033] Dans ce mode de réalisation, une distinction est réalisée entre l'utilisation de ressources pour communiquer des données d'application (ou données utiles) et l'utilisation de ressources pour communiquer des données de contrôle. Par « données d'application », il est fait référence ici à des données d'un service (i.e. une fonction) de communication, par exemple les données d'une communication téléphonique, des données d'un flux vidéo, etc. Et, par « données de contrôle », il est fait référence ici à des données nécessaires à la mise en œuvre d'un service (i.e. une fonction) de communication, telles que des données de signalisation, des données de synchronisation, etc.
- [0034] Ce mode de réalisation permet de réaliser un suivi précis des ressources utilisées, notamment en différenciant le suivi des ressources utilisées pour communiquer des

données d'application et pour communiquer des données de contrôle. Il est à noter que les communications de ces deux types de données sont typiquement mises en œuvre en utilisant des ressources distinctes, de telle sorte que ce mode de réalisation permet de comptabiliser l'utilisation de ces différentes ressources.

- [0035] Ce mode de réalisation est notamment avantageux car il permet de suivre à la fois les ressources utilisées pour la communication des données utiles et également les ressources utilisées pour la mise en œuvre de cette communication, e.g. signalisation, synchronisation, etc. Par exemple, dans le cadre de coopérations entre dispositifs réseau, un certain nombre d'échanges est nécessaire entre les différents dispositifs réseau pour mettre en œuvre cette coopération. Ce mode de réalisation permet, dans ce cas, de comptabiliser ces échanges dans le suivi des ressources utilisées. En outre, ce mode de réalisation permet d'initier progressivement au cours du temps les échanges entre dispositifs réseau sans intervention des entités de gestion des dispositifs réseau, et ce même lorsque les dispositifs réseau sont exploités par des opérateurs différents. Ce mode de réalisation permet ainsi aux dispositifs réseau de recevoir, vérifier et comptabiliser les preuves d'usage au cours du temps.
- [0036] Selon un mode de réalisation, lesdites une ou plusieurs preuves d'usage indiquent une quantité de ressources énergétiques consommées pour communiquer lesdites données audit moins un terminal. Ce mode de réalisation permet de comptabiliser, dans le suivi des ressources utilisées, les ressources énergétiques consommées par un ou plusieurs dispositifs réseau pour communiquer des données à un terminal.
- [0037] Selon un mode de réalisation, le dispositif réseau envoie tout ou partie desdites données à destination dudit au moins un terminal par l'intermédiaire d'au moins un autre dispositif réseau.
- [0038] Ce mode de réalisation permet d'améliorer les performances d'un système de communication par satellite (e.g. un réseau d'accès par satellite), notamment en termes de couverture, de débit et de fiabilité.
- [0039] En effet, ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre des coopérations entre dispositifs réseau afin de communiquer avec des terminaux, i.e. plusieurs dispositifs réseau sont utilisés pour communiquer des données aux terminaux. De telles coopérations permettent à un dispositif réseau de bénéficier, grâce à la coopération, des ressources d'au moins un autre dispositif réseau pour communiquer avec des terminaux. De telles coopérations permettent par exemple au dispositif réseau d'élargir artificiellement sa zone de couverture en bénéficiant de la zone de couverture d'un au moins autre dispositif réseau.
- [0040] Ce mode de réalisation permet d'augmenter la puissance du signal reçu par un terminal. À titre d'exemple, un premier dispositif réseau peut augmenter la puissance du signal reçu par un terminal en coopérant avec un deuxième dispositif réseau relais

(i.e. répéteur) plus proche du terminal.

- [0041] Selon un mode de réalisation, ledit envoi de tout ou partie desdites données à destination dudit au moins un terminal par l'intermédiaire dudit au moins un autre dispositif réseau est déclenché suite à une réception d'un message de demande d'usage reçu en provenance dudit au moins un terminal.
- [0042] Selon un mode de réalisation, ledit message reçu en provenance dudit au moins un terminal comprend une information relative à un niveau de puissance reçue par ledit au moins un terminal. Aucune limitation n'est attachée à la nature de l'information relative à un niveau de puissance reçue. Elle peut notamment prendre la forme d'une requête d'augmentation de la puissance reçue, d'un niveau de puissance reçue, d'un niveau de signal-sur-interférence-plus-bruit (ou SINR en anglais pour « Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio »), d'une indication que le niveau de puissance reçue est inférieur à un seuil donné.
- [0043] Selon un mode de réalisation, l'envoi desdites données par ledit dispositif réseau à destination dudit au moins un terminal comprend :
- [0044] un envoi, audit au moins un terminal, d'une première portion desdites données ; et
- [0045] un envoi, à au moins un autre dispositif réseau, d'une deuxième portion desdites données à transmettre audit au moins un terminal.
- [0046] Il convient de noter que, dans ce mode de réalisation, les expressions « première portion desdites données » et « deuxième portion desdites données » peuvent désigner tout ou partie desdites données à transmettre audit au moins un terminal. En outre, les première et deuxième portions de données peuvent être identiques en tout ou partie, ou différentes.
- [0047] Dans ce mode de réalisation, une pluralité de liaisons point-à-point est utilisée pour transmettre des données aux terminaux.
- [0048] Ainsi, ce mode de réalisation permet notamment d'exploiter des techniques de multi-points coordonnés, plus couramment désignées par CoMP (acronyme de l'expression anglaise « Coordinated Multi-Point »). En exploitant ainsi le domaine spatial du canal de communication, ce mode de réalisation permet de bénéficier des avantages respectifs des schémas de diversité spatiale ou de multiplexage spatial, qui sont respectivement : d'augmenter la fiabilité et la portée ; et d'augmenter le débit des communications. Par conséquent, ce mode de réalisation permet d'améliorer les performances de communication en termes de couverture, de débit et de fiabilité.
- [0049] En outre, ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre des techniques de multiplexage fréquentiel et/ou temporel et permet ainsi d'augmenter le débit de communication. Par exemple, les deux dispositifs réseau peuvent transmettre aux terminaux deux flux de données indépendants en exploitant tout ou partie de deux bandes de fréquences distinctes de sorte à augmenter le débit de transmission.

- [0050] Selon un mode de réalisation, ledit procédé comprend :
- [0051] un envoi, audit au moins un dispositif réseau, d'une demande de transmission de données audit au moins un terminal, la demande de transmission comprenant une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau; et
- [0052] une réception, en provenance dudit au moins un autre dispositif réseau, d'une réponse comprenant une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un autre dispositif réseau.
- [0053] Ce mode de réalisation s'inscrit dans le contexte des coopérations entre dispositifs réseau décrit ci-dessus. Dans ce mode de réalisation, au moins deux dispositifs réseau coopèrent (i.e. sont utilisés) pour communiquer des données aux terminaux. En particulier, lorsque deux dispositifs réseaux coopèrent, ce mode de réalisation permet à chacun des deux dispositifs réseau de disposer des preuves d'usage indiquant les ressources utilisées par les deux dispositifs réseau. Ainsi, chacun des dispositifs réseau est en mesure de tracer les ressources utilisées par plusieurs dispositifs réseau lors d'une coopération et de prouver cette coopération.
- [0054] À titre illustratif, il est considéré une coopération entre deux satellites (dispositifs réseau au sens de l'invention) exploités par des opérateurs de réseaux mobiles distincts. Un des opérateurs délègue une partie de ses ressources (e.g. un spectre de fréquences) à l'autre opérateur pour communiquer des données à des terminaux. Grâce à ce mode de réalisation, chacun des opérateurs est en mesure de suivre, de manière fiable et précise, les ressources utilisées par les deux dispositifs réseau, et notamment les ressources déléguées.
- [0055] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend :
- [0056] une réception, en provenance d'une entité certifiée, d'une clé publique associée à l'entité certifiée ;
- [0057] une réception, en provenance de l'entité certifiée, d'une autorisation d'utilisation d'au moins une ressource comprenant une signature déterminée à partir d'une clé privée associée à l'entité certifiée ; et
- [0058] une authentification de ladite autorisation à partir de la signature et de la clé publique reçues.
- [0059] Tel que décrit ci-dessus, il est entendu par « authentification » le fait de vérifier l'identité de l'auteur d'un message ou d'une donnée et en outre l'intégrité de ce message ou de la donnée, et notamment, au moins dans ce mode de réalisation, le certificat associé à l'autorisation d'utilisation.
- [0060] Ce mode de réalisation permet de contrôler de manière fiable et sécurisée l'exploitation de ressources. En effet, dans ce mode de réalisation, une entité certifiée autorise un dispositif réseau à utiliser certaines ressources pour communiquer avec des

terminaux. Il s'agit par exemple du propriétaire d'un spectre satellite ou encore 4G ou 5G.

- [0061] Par exemple, l'autorisation d'utilisation (ou d'exploitation) peut indiquer à un dispositif réseau qu'il peut exploiter un certain spectre de fréquences pour communiquer avec des terminaux. Une telle autorisation d'utilisation peut être émise par un opérateur propriétaire de ce spectre, et disposant d'un certificat à clé publique tel que décrit ci-dessus. De cette manière, si un dispositif réseau reçoit une autorisation d'utilisation de ce spectre, il est en mesure d'authentifier cette autorisation et de confirmer que l'opérateur propriétaire est effectivement l'auteur de cette information et qu'il délègue son usage au dispositif réseau pendant la durée indiquée dans l'autorisation. Ce type de délégation est par exemple réalisé à l'aide de protocoles comme le protocole STAR tel que décrit dans le document RFC 8555 édité par l'IETF datant de mars 2019, ou encore le protocole Subcert décrit dans le document édité par l'IETF et intitulé « Delegated Credentials for (D)TLS – draft-ietf-tls-subcerts-15 », 15 juin 2022.
- [0062] Selon un mode de réalisation, qui trouve un avantage particulier mais non limitatif dans le cadre d'une coopération mentionnée ci-avant entre un premier et au moins un deuxième dispositif réseau –par exemple entre deux satellites, le procédé comprend :
- [0063] une réception, par un premier dispositif réseau en provenance d'une entité de gestion de cette coopération, d'une information relative à des ressources d'au moins un deuxième dispositif réseau pouvant être utilisées pour transmettre des données audit au moins un terminal;
- [0064] si un critère dit de coopération est vérifié, un déclenchement d'une coopération avec ledit au moins un autre dispositif réseau en fonction de ladite information pour transmettre des données audit au moins un terminal, ladite coopération comprenant un envoi, audit au moins un autre dispositif réseau, de données à transmettre audit au moins un terminal.
- [0065] Par « critère de coopération », il est ici entendu un critère qui conditionne la mise en œuvre d'une coopération par le premier dispositif réseau avec le deuxième dispositif réseau. Ci-après, les ressources d'un dispositif réseau pouvant être utilisées pour une coopération sont également dites ressources partageables ou utilisables.
- [0066] Ce mode de réalisation permet d'améliorer les performances d'un système de communication, notamment en termes de couverture, de débit et de fiabilité. En effet, ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre des coopérations entre dispositifs réseau afin de communiquer avec des terminaux.
- [0067] Ce mode de réalisation permet à un dispositif réseau de mettre en œuvre des coopérations de manière autonome et dynamique avec d'autres dispositifs réseau, ce qui permet de répondre à des variations rapides de débits dans les données à communiquer

aux terminaux. De plus, ce mode de réalisation ne nécessite qu'une signalisation minimale et décorrélée (des dites variations rapides de débits) entre l'entité de coopération et les dispositifs réseaux pour mettre en œuvre des coopérations.

- [0068] L'autonomie, c'est-à-dire la capacité d'initiative, des dispositifs réseau quant à la mise en œuvre des coopérations est permise par l'envoi à ces derniers des informations relatives aux ressources pouvant être utilisées pour coopérer. En effet, pendant la durée de validité des informations reçues, les dispositifs réseau disposent des informations requises pour initier une coopération si nécessaire. Ce mode de réalisation permet ainsi de mettre en œuvre un système de communication de faible complexité pour réaliser des coopérations entre dispositifs réseau, par exemple entre des satellites.
- [0069] L'autonomie des dispositifs réseau quant à la mise en œuvre des coopérations peut également être permise par l'envoi à un dispositif réseau des autorisations de délégation de ressources. Suite à la réception de ces autorisations, un dispositif réseau est par exemple informé qu'un autre dispositif réseau est autorisé à coopérer et peut ainsi initier une coopération si nécessaire avec cet autre dispositif réseau. Ce mode de réalisation peut être qualifié d'un mode de coopération « opportuniste ».
- [0070] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé mis en œuvre par un terminal pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un dispositif réseau, le procédé comprenant
- une réception, en provenance dudit au moins un dispositif réseau, de données ;
 - et
- [0071] une réception, en provenance dudit au moins un dispositif réseau, d'une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau pour communiquer lesdites données au terminal.
- [0072] Selon un mode de réalisation, le terminal envoie, à destination d'une entité de suivi, desdites preuves d'usages.
- [0073] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un dispositif réseau pour communiquer avec au moins un terminal comprenant :
- [0074] un module d'envoi configuré pour envoyer, à destination dudit au moins un terminal, des données ; et
- [0075] un module d'envoi configuré pour envoyer, à destination d'une entité de suivi et/ou dudit au moins un terminal, une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau pour communiquer lesdites données audit moins un terminal.
- [0076] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un terminal comprenant :
- [0077] un module de réception configuré pour recevoir, en provenance d'au moins un dispositif réseau, des données et une ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau pour communiquer lesdites

données au terminal.

- [0078] Selon un mode de réalisation, le terminal comprend en outre un module d'envoi configuré pour envoyer, à destination d'une entité de suivi, desdites preuves d'usage.
- [0079] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé une entité de suivi comprenant :
- [0080] un module de réception configuré pour recevoir, en provenance d'au moins un dispositif réseau et/ou d'au moins un terminal, une ou plusieurs ou plusieurs preuves d'usage indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau pour communiquer des données audit au moins un terminal.
- [0081] Selon un aspect de l'invention, il est proposé un système comprenant :
- [0082] au moins un dispositif réseau conforme à l'invention ; et
- [0083] au moins un terminal conforme à l'invention.
- [0084] Les caractéristiques et avantages du procédé mis en œuvre par un dispositif réseau conforme à la présente invention décrit ci-dessus s'appliquent également au dispositif réseau, au procédé mis en œuvre par un terminal, au terminal, à l'entité de suivi et au système proposés.
- [0085] Selon un mode de réalisation, le système comprend en outre une entité de suivi conforme à l'invention.
- [0086] Selon un aspect de l'invention, il est proposé un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre des étapes d'un procédé conforme à l'invention, lorsque le programme d'ordinateur est exécuté par au moins un processeur ou un ordinateur.
- [0087] Le programme d'ordinateur peut être formé d'une ou plusieurs sous-parties stockées dans une même mémoire ou dans des mémoires distinctes. Le programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable. En outre, le programme d'ordinateur peut être exécuté sur au moins un processeur ou un ordinateur embarqué sur un satellite ou un aéronef ou tout autre dispositifs réseau.
- [0088] Selon un aspect de l'invention, il est proposé un support d'informations lisible par ordinateur comprenant un programme d'ordinateur conforme à l'invention.
- [0089] Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une mémoire non-volatile ou ROM, par exemple un CD-ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette ou un disque dur. D'autre part, le support de stockage peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par un réseau de télécommunication ou par un réseau informatique ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention

peut être en particulier téléchargé sur un réseau informatique. Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

[0090]

Brève description des dessins

[0091] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description fournie ci-après de modes de réalisation de l'invention. Ces modes de réalisation sont donnés à titre illustratif et sont dépourvus de tout caractère limitatif. La description fournie ci-après est illustrée par les dessins ci-joints :

[0092] [Fig.1] La [Fig.1] représente schématiquement un système de communication permettant d'illustrer des coopérations mises en œuvre entre des dispositifs réseau dans un contexte d'application de l'invention;

[0093] [Fig.2] La [Fig.2] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de communication permettant d'illustrer des coopérations mises en œuvre entre des dispositifs réseau dans un contexte d'application de l'invention ;

[0094] [Fig.3] La [Fig.3] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de communication selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0095] [Fig.4] La [Fig.4] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de communication selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0096] [Fig.5] La [Fig.5] représente schématiquement un exemple d'architecture logicielle et matérielle d'un système de communication selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0097] [Fig.6] La [Fig.6] représente schématiquement un exemple d'architecture fonctionnelle d'un système de communication selon un mode de réalisation de l'invention.

[0098]

Description des modes de réalisation

[0099] La présente invention concerne un procédé mis en œuvre par un dispositif réseau pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal, un procédé mis en œuvre par un terminal, un dispositif réseau, un terminal, une entité de suivi, un système, un programme d'ordinateur et un support d'informations associés.

[0100] La présente invention s'applique en particulier aux systèmes de communication par satellites, tel que décrit ci-après en référence aux figures 1 à 6. Toutefois, l'invention s'applique également à tout type de systèmes de communication, notamment des systèmes de communication terrestres ou par aéronefs.

[0101] La [Fig.1] représente schématiquement un système de communication permettant d'illustrer des coopérations mises en œuvre entre des dispositifs réseau dans un

contexte d'application de l'invention.

- [0102] Dans ce mode de réalisation, la présente invention s'inscrit dans un contexte où plusieurs satellites (dispositifs réseau au sens de l'invention) coopèrent pour communiquer des données à des terminaux. La [Fig.1] illustre plusieurs types de coopération entre des dispositifs réseau.
- [0103] Tel qu'illustré par la [Fig.1], le système de communication par satellite comprend selon un mode de réalisation : une station terrestre GW ; un premier satellite SAT_X ; un deuxième satellite SAT_Y et au moins un terminal UE. Le système de communication transmet des données depuis un réseau de communication NET audit au moins un terminal UE, ledit au moins un terminal UE étant compris dans une cellule CELL. Pour ce faire, le système de communication met en œuvre une coopération inter-satellites : plusieurs satellites SAT_X et SAT_Y du système de communication sont ainsi utilisés pour communiquer des données audit au moins un terminal UE.
- [0104] Le terme « cellule » est ici utilisé pour désigner une région géographique terrestre couverte par un faisceau d'une des antennes du dispositif réseau de communication ou par un faisceau d'une des antennes d'un mat terrestre, le mat terrestre pouvant par exemple être opéré par une entité de gestion d'infrastructures d'un réseau d'accès radio (plus couramment désigné par « TowerCo » abréviation de l'expression « TowerCompany » en anglais). La région géographique couverte inclut le volume constitué du cône du faisceau.
- [0105] Selon un premier mode de réalisation, la coopération inter-satellites est de type relai, le deuxième satellite SAT_Y étant exploité comme relais entre le premier satellite SAT_X et ledit au moins un terminal UE. Ce premier mode de réalisation permet notamment d'agrandir la zone de couverture du système de communication, le premier satellite SAT_X bénéficiant « artificiellement » de la zone de couverture du second satellite SAT_Y pour communiquer avec des terminaux UE. En outre, ce mode de réalisation permet d'augmenter la puissance du signal reçu par ledit au moins un terminal UE, typiquement en sélectionnant un satellite relais SAT_Y plus proche de la cellule CELL dans laquelle se trouve le terminal UE, ce qui permet ainsi d'améliorer la fiabilité et/ou le débit des communications.
- [0106] Dans ce premier mode de réalisation, la station terrestre GW est configurée pour communiquer avec le réseau de communication NET. Pour mettre en œuvre une coopération de type relais, la station terrestre GW envoie, au premier satellite SAT_X, une information COOP_DIM relative à des ressources du deuxième satellite SAT_Y pouvant être utilisées pour transmettre des données dans la cellule CELL, et donc pouvant être utilisées dans le cadre de la coopération inter-satellites. Selon un exemple de mise en œuvre, l'information COOP_DIM correspond à un nombre de canaux disponibles du deuxième satellite SAT_Y. La station terrestre GW envoie en outre, au

premier satellite SAT_X, des données DATA à communiquer audit au moins un terminal UE. Ces données DATA comprennent ici un premier ensemble de données COOP_DATA et un deuxième ensemble de données DATA_X, détaillés ci-après.

- [0107] Aucune limitation n'est attachée à l'origine des données COOP_DATA à transmettre. Il peut être envisagé dans le cadre de l'invention que les données à transmettre aux terminaux soient générées par les dispositifs réseau. Ainsi selon un mode de réalisation les données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE sont émises ou transmises par le satellite SAT_X.
- [0108] Le premier satellite SAT_X reçoit ainsi, en provenance de la station terrestre GW, l'information COOP_DIM et les données DATA. Sur la base de l'information COOP_DIM, le premier satellite SAT_X envoie, au deuxième satellite SAT_Y, une demande COOP_QUERY de transmission de données audit au moins un terminal UE et les données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE. Ci-après, la demande COOP_QUERY de transmission de données audit au moins un terminal UE est également dénommée demande de coopération.
- [0109] Le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X, la demande de coopération COOP_QUERY et les données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE. Suite à cette réception, le deuxième satellite SAT_Y envoie, audit au moins un terminal UE, les données COOP_DATA.
- [0110] Ledit au moins un terminal UE reçoit, en provenance du deuxième satellite SAT_Y, les données COOP_DATA.
- [0111] L'invention permet ainsi, dans ce premier mode de réalisation, de mettre en œuvre des coopérations inter-satellites initiées par les satellites eux-mêmes de manière autonome. De ce fait, l'invention ne nécessite que peu d'échanges entre la station terrestre et les satellites pour mettre en œuvre des coopérations, ce qui permet notamment de déployer un système de communication par satellite avec un nombre de stations terrestres limité. En outre, l'invention permet, grâce à l'autonomie des satellites, de mettre en œuvre des coopérations inter-satellites de manière opportuniste et dynamique, et permet de répondre à des variations de débit rapides.
- [0112] À titre illustratif, la présente invention peut être exploitée pour mettre en œuvre des réseaux de téléphonie mobile basés sur les technologies d'accès radio de type OFDMA (acronyme de l'expression anglaise « Orthogonal Frequency Division Multiple Access »).
- [0113] Aucune limitation n'est attachée à la nature du réseau de communication NET, qui peut être un réseau de téléphonie mobile (2G, 3G, 4G, 5G, 6G, etc.), un réseau informatique de type Internet, ou tout autre réseau (propriétaire, etc.) pouvant être envisagé. L'interface de communication entre le réseau NET et la station terrestre GW pouvant être filaire ou non filaire, et pouvant mettre en œuvre tout protocole connu de

l'homme du métier.

- [0114] Aucune limitation n'est attachée à la nature des interfaces de communication entre : la station terrestre GW et le premier satellite SAT_X ; et entre le premier satellite SAT_X et le deuxième satellite SAT_Y. En particulier, selon un mode de réalisation, un ou plusieurs satellites intermédiaires sont utilisés pour relayer les données de la station terrestre GW au premier satellite SAT_X et/ou du premier satellite SAT_X au deuxième satellite SAT_Y.
- [0115] Conformément à l'invention, les satellites du système de communication SYS peuvent décrire des orbites terrestres géostationnaires, moyennes ou basses. De ce fait, les zones de couverture des différents satellites peuvent être fixes ou en mouvement dans le temps. Par ailleurs, il est important de noter que les satellites du système de communication peuvent être exploités un même opérateur satellitaire ou des opérateurs satellitaires différents. Dans ce dernier cas, le système de communication permet de mettre en œuvre des coopérations entre plusieurs opérateurs mobiles et/ou satellitaires.
- [0116] Les terminaux UE peuvent être de type téléphone mobile, par exemple un Smartphone, ou une tablette, ou un ordinateur ou tout autre type de dispositif communicant, notamment des objets communicants (plus couramment désignés par « IoT » pour « Internet of Things » en anglais).
- [0117] Selon un deuxième mode de réalisation, la coopération inter-satellites mise en œuvre par le système de communication est de type CoMP (acronyme de l'expression anglo-saxonne « Coordinated Multi-Point »). Selon ce deuxième mode de réalisation, le premier satellite SAT_X et deuxième satellite SAT_Y sont exploités pour transmettre de manière coordonnée des données DATA_X et COOP_DATA audit au moins un terminal UE, et ce en utilisant les mêmes ressources temps-fréquence. Ce deuxième mode de réalisation permet d'exploiter le domaine spatial du canal de communication pour améliorer les performances de communication en termes de couverture, de débit et/ou de fiabilité. Selon ce mode de réalisation, les satellites SAT_X et SAT_Y coordonnent leurs envois pour que, au niveau dudit au moins un terminal UE, la réception des données DATA_X en provenance du premier satellite SAT_X soit synchronisée avec la réception des données COOP_DATA en provenance du deuxième satellite SAT_Y.
- [0118] Aucune limitation n'est attachée à la nature des données DATA_X et COOP_DATA respectivement envoyées par le premier satellite SAT_X et le deuxième SAT_Y. En outre, les données DATA_X et COOP_DATA peuvent être identiques ou différentes. Il convient de noter que, selon un mode de réalisation, les données COOP_DATA et DATA_X sont comprises dans les données DATA.
- [0119] Selon un troisième mode de réalisation, la coopération inter-satellites mise en œuvre par le système de communication est de type agrégation de porteuses (ou « Carrier Ag-

gregation » en anglais). Dans ce troisième mode, le premier SAT_X et le deuxième satellite SAT_Y sont exploités pour envoyer de manière simultanée, audit au moins un terminal UE, des données DATA_X et COOP_DATA en utilisant des ressources fréquentielles différentes. Ce troisième mode de réalisation permet de mettre en œuvre un multiplexage fréquentiel, et ainsi d'améliorer le débit de transmission.

- [0120] Selon un quatrième mode de réalisation, la coopération inter-satellites consiste à exploiter le deuxième satellite SAT_Y comme relais pour réaliser transfert de contrôle, qualifiée de « long hand over » (ou transfert intercellulaire long), dudit au moins un terminal du premier satellite SAT_X vers un troisième satellite. Ce quatrième mode de réalisation permet d'agrandir la zone de couverture du système de communication et d'assurer une continuité de service pour les terminaux. Dans ce quatrième mode de réalisation, le basculement du contrôle du terminal UE vers le troisième satellite peut être réalisé de manière suivante : lors d'un premier intervalle de temps, la station terrestre GW envoie, au premier satellite SAT_X, des données à transmettre audit au moins un terminal UE, ces données étant transmises au terminal UE par l'intermédiaire du deuxième satellite SAT_Y ; puis, lors d'un second intervalle temps ultérieur, la station terrestre GW envoie, au troisième satellite, d'autres données à transmettre au terminal UE. Ainsi, la station terrestre GW bascule le flux de données à destination du terminal UE du premier satellite SAT_X vers le troisième satellite.
- [0121] La [Fig.2] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes permettant d'illustrer des coopérations mises en œuvre entre des dispositifs réseau dans un contexte d'application de l'invention.
- [0122] Tel que mentionné précédemment, la présente invention s'inscrit dans un contexte où plusieurs dispositifs réseau coopèrent pour communiquer des données à des terminaux et s'applique en particulier aux systèmes de communication par satellites. La [Fig.2] décrit ainsi les échanges entre les éléments d'un système de communication mettant en œuvre des coopérations entre satellites selon les modes de réalisation de l'invention décrits précédemment en référence à la [Fig.1].
- [0123] Dans le mode de réalisation illustré par la [Fig.2], le système de communication comprend un serveur SERVER ; une entité réseau NE ; une station terrestre GW ; un premier satellite SAT_X ; un deuxième satellite SAT_Y ; et au moins un terminal UE.
- [0124] La [Fig.2] décrit des étapes mises en œuvre par les différents éléments du système de communication selon un mode de réalisation et illustre dans le temps des échanges de données entre ces éléments. Les signes de référence ci-après permettent, pour chacune des étapes du procédé, d'identifier l'élément mettant en œuvre cette étape : les références commençant par SS sont utilisées pour les étapes mises en œuvre par le serveur SERVER ; SN pour l'entité réseau NE ; SG pour la station terrestre GW ; SX pour le premier satellite SAT_X ; SY pour le deuxième satellite SAT_Y ; SU pour

ledit au moins un terminal UE.

- [0125] Selon ce mode de réalisation, le serveur SERVER est un serveur applicatif émetteur des données DATA à destination dudit au moins un terminal UE. Par exemple, le serveur SERVER peut être un serveur de téléphonie mobile, ou un serveur web. Toutefois, dans le cadre de l'invention, il peut être envisagé d'autres modes de réalisation dans lesquels le premier satellite SAT_X génère les données DATA à transmettre audit au moins un terminal UE.
- [0126] Selon ce mode de réalisation, l'entité réseau NE est exploitée par un opérateur mobile dit MNO (acronyme de l'expression anglais « Mobile Network Operator »), tandis que la station terrestre GW est exploitée par un opérateur satellitaire dit SNO (acronyme de l'expression anglais « Satellite Network Operator »).
- [0127] Au cours d'une étape SG10, la station terrestre GW reçoit, en provenance de l'entité réseau NE, des autorisations de délégation de ressources AUTH (envoyées au cours d'une étape SN10). Les autorisations de délégation de ressources AUTH spécifient les ressources de communication pouvant être exploitées par les dispositifs réseau (tels que des satellites) pour coopérer. Les autorisations AUTH sont, par exemple, envoyées par un ou plusieurs opérateurs mobiles MNO et spécifient les spectres et les spots pouvant être exploités par les satellites pour coopérer.
- [0128] Au cours d'une étape SG20, la station terrestre GW envoie, aux satellites SAT_X et SAT_Y, des autorisations de coopération COOP_AUTH (reçues au cours d'étapes SX20 et SY20). À titre illustratif, une autorisation de coopération COOP_AUTH autorise le deuxième satellite SAT_Y à coopérer avec le premier satellite SAT_X et vice versa.
- [0129] Au cours d'une étape SG30, la station terrestre GW reçoit, en provenance des satellites SAT_X et SAT_Y, des informations CAP_SAT relatives aux ressources des satellites SAT_X et SAT_Y (envoyées au cours d'étapes SX30 et SY30). Par exemple, pour un satellite SAT_X, les informations CAP_SAT peuvent désigner les canaux de fréquences disponibles estimées par le module CAP_COOP pour transmettre des données audit au moins un terminal UE.
- [0130] Au cours d'une étape SG40, la station terrestre GW reçoit, en provenant de l'entité NE, des informations REQ_FORE relatives à des spécifications du système de communication (envoyées au cours d'une étape SN40). Par exemple, les informations REQ_FORE sont émises par un opérateur mobile MNO et correspondent à des prévisions de besoins pour mettre en œuvre un service de communication, en termes de débit cible, de probabilité de non couverture, et du nombre de connexions requises sur une période de temps.
- [0131] En particulier, un module CAP_COOP de la station terrestre GW reçoit les informations CAP_SAT et REQ_FORE pour un groupe de satellites : SAT_X, et/ou

SAT_Y. L'information COOP_DIM, décrite plus en détail ultérieurement, est déterminée par ce module CAP_COOP. Selon un mode de réalisation, le module CAP_COOP est commun aux satellites SAT_X et SAT_Y. Selon d'autres modes de réalisation, il y a un module CAP_COOP par groupe de satellites. Le système de communication peut comprendre un ou plusieurs systèmes de support opérationnel/ fonctionnel (ou OSS/BSS acronyme de l'expression « Operational Support System / Business Support System » en anglais) par opérateur satellitaire SNO ou mobile MNO. Ainsi, suivant l'architecture du système communication (un ou plusieurs OSS/BSS par MNO ou SNO), un groupe de satellites peut comprendre soit le groupe de satellites vu par une station terrestre GW, soit tous les satellites d'une constellation), e.g. un module CAP_COOP pour chacun des satellites SAT_X et SAT_Y.

- [0132] Au cours d'une étape SG50, la station terrestre GW détermine en utilisant le module CAP_COOP des informations COOP_DIM relatives aux ressources des satellites pouvant être utilisées pour une coopération. Selon un mode de réalisation, les informations COOP_DIM correspondent aux nombres de canaux libres des satellites, ces canaux libres pouvant être utilisés pour une coopération.
- [0133] Selon un mode de réalisation, les informations COOP_DIM sont déterminées par le module CAP_COOP de la station terrestre GW au cours d'une étape SG50 à partir des informations CAP_SAT et REQ_FORE. En particulier, l'information COOP_DIM pour le satellite SAT peut être déterminée à partir d'un débit de transmission D et d'une probabilité de non couverture (ou « outage probability » en anglais) P_OUT relatifs au service du satellite SAT, le débit D et la probabilité de non couverture P_OUT étant compris dans les informations REQ_FORE. L'information COOP_DIM peut en outre être déterminée à partir d'une statistique du canal de communication entre le satellite et un terminal.
- [0134] Au cours d'une étape SG60, la station terrestre GW envoie, aux satellites SAT_X et SAT_Y, les informations COOP_DIM (reçues au cours d'étapes SX60 et SY60). Par exemple, les informations COOP_DIM sont envoyées au satellite SAT_X et lui indiquent que le satellite SAT_Y dispose d'une pluralité de canaux pouvant être utilisés pour transmettre des données dans la cellule CELL. Il est à noter que lorsque les satellites SAT_X et SAT_Y appartiennent à des constellations différentes alors les informations COOP_DIM relatives au premier satellite SAT_X peuvent être transmises à la station terrestre en charge du deuxième satellite SAT_Y et vice-versa.
- [0135] Au cours d'une étape SX65, selon un mode de réalisation particulier, le premier satellite SAT_X envoie, audit au moins un terminal UE, des données DATA_T1 (reçues au cours d'une étape SU65).
- [0136] Au cours d'une étape SX70, selon un mode de réalisation particulier, le premier satellite SAT_X reçoit, en provenance dudit au moins un terminal UE, un message de

demande d'usage nommé BOOST (envoyé au cours d'une étape SU70). La demande d'usage BOOST inclut un paramètre pouvant notamment désigner une requête d'augmentation de la puissance du signal reçue de N dB (décibels), un niveau de puissance du signal reçu, ou indiquer que la puissance du signal reçu est inférieure à un seuil, etc. Par exemple, la demande d'usage BOOST est un rapport signal-sur-interférence-plus-bruit, plus couramment désigné par SINR (acronyme de l'expression anglaise « Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio »), au niveau du terminal UE pour un signal reçu du premier satellite SAT_X. A titre d'illustration, cette demande d'usage BOOST est par exemple émise par un terminal UE (e.g. un objet connecté vieillissant) dont la réception se dégrade. Cette demande d'usage BOOST est signée par le terminal et représente ainsi un engagement du terminal UE à « payer » les coûts associés à l'action mise en œuvre pour traiter la demande d'usage du terminal UE. La réception du message de demande d'usage émis par le terminal UE, par exemple sous la forme d'un jeton signé le terminal UE, par une entité de suivi (e.g. des entités satellites et/ou mobiles) via le canal de signalisation du satellite SAT_X permet de prouver une demande d'usage (c'est-à-dire de communication) émanant du terminal UE associée au rapport signal-sur-interférence-plus-bruit SINR.

- [0137] Au cours d'une étape SX80, le premier satellite SAT_X détermine un critère de coopération COOP_CRIT. Le critère COOP_CRIT conditionne l'initialisation d'une coopération par le premier satellite SAT_X avec le deuxième satellite. En particulier, le premier satellite SAT_X détermine ainsi à l'étape SX80 si une coopération est nécessaire.
- [0138] Un premier exemple de mise en œuvre de l'étape SX80 est décrit ici. Suite à la réception de la demande d'usage BOOST à l'étape SX70, le premier satellite SAT_X détermine qu'une coopération est requise et, à partir de l'information COOP_DIM, envoie au deuxième satellite SAT_Y une demande de coopération COOP_QUERY. La réception de demande d'usage est selon ce premier exemple suffisante pour vérifier le critère de coopération COOP_DIM et mettre en œuvre une coopération.
- [0139] Selon un deuxième exemple, le premier satellite SAT_X rencontre un pic de charge (i.e. une augmentation du débit de données) sur une période de temps donnée. Dans cet exemple, le premier satellite SAT_X ne dispose pas des ressources fréquentielles suffisantes pour communiquer l'ensemble des données aux terminaux, et détermine qu'une coopération est nécessaire.
- [0140] Plus généralement, le critère de coopération COOP_CRIT peut être déterminé par le premier satellite SAT_X à partir d'au moins une des informations suivantes : un bilan de liaison entre le premier satellite SAT_X et la cellule CELL ; les trajectoires des satellites SAT_X et SAT_Y ; les coordonnées géographiques définissant la cellule CELL.

- [0141] Au cours d'une étape SX90, en fonction de l'information COOP_DIM, le premier satellite SAT_X envoie, au deuxième satellite SAT_Y, une demande de coopération COOP_QUERY (reçue au cours d'une étape SY90). La demande de coopération COOP_QUERY est une demande de transmission de données audit au moins un terminal UE. Selon un mode de réalisation, la demande COOP_QUERY comprend des données de contrôle, par exemple une ou plusieurs des informations suivantes : des canaux à utiliser, des cellules, des niveaux de puissance d'émission, des durées d'émission, et des informations de synchronisation. En particulier, les informations de synchronisation permettent aux satellites SAT_X et SAT_Y de coordonner leurs émissions de telle sorte que les signaux émis par les satellites soient reçus de manière synchronisée par un récepteur.
- [0142] Au cours d'une étape SX100, selon un mode de réalisation particulier, le premier satellite SAT_X reçoit, en provenance du deuxième satellite SAT_Y, une réponse COOP_ACK à la demande COOP_QUERY (envoyée au cours d'une étape SY100). Selon un mode de réalisation, la réponse COOP_ACK comprend une information COOP_START indiquant que le satellite SAT_Y est disponible pour coopérer, ou une information COOP_STOP indiquant une durée d'indisponibilité.
- [0143] Au cours d'une étape SX110, le premier satellite SAT_X reçoit des données DATA en provenance de la station terrestre GW (envoyées par le serveur SERVER, l'entité réseau NE et la station terrestre GW respectivement au cours d'étapes SS110, SN110, et SG110). Les données DATA peuvent comprendre des données COOP_DATA et, également, des données DATA_X. Les données DATA sont par exemple émises par le serveur SERVER compris dans le réseau informatique NET.
- [0144] Au cours d'une étape SX120, le premier satellite SAT_X envoie au deuxième satellite SAT_Y les données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE (reçues au cours d'une étape SY120).
- [0145] Au cours d'une étape SX130, selon un mode de réalisation, le premier satellite SAT_X envoie, audit au moins un terminal UE, les données DATA_X (reçues au cours d'une étape SU130). Le premier satellite transmet les données DATA_X par exemple en utilisant un bloc temps-fréquence (CH1, T1). Les données DATA_X peuvent être différentes ou identiques des données COOP_DATA.
- [0146] Il convient de noter que si l'étape SX130 n'est pas mise en œuvre, alors la coopération inter-satellites est de type relais ; sinon, si l'étape SX130 est mise en œuvre, alors la coopération inter-satellites est de type CoMP ou agrégation de porteuses tel que précédemment décrit en référence à la [Fig.1].
- [0147] Au cours d'une étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y envoie, audit au moins un terminal UE, les données COOP_DATA. Selon un mode de réalisation, le deuxième satellite SAT_Y envoie les données COOP_DATA en utilisant un bloc temps-

fréquence (CH1, T1) identique au bloc temps-fréquence utilisé par le premier satellite SAT_X pour envoyer les données DATA_X ; et selon un autre mode de réalisation, le deuxième satellite SAT_Y envoie les données COOP_DATA en utilisant un bloc temps-fréquence (CH2, T1) différent.

- [0148] Si, lors de l'étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y utilise un bloc temps-fréquence (CH1, T1) identique au bloc temps-fréquence utilisé par le premier satellite SAT_X, alors la coopération inter-satellites est de type CoMP tel que précédemment décrit en référence à la [Fig.1]. Si, lors de l'étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y utilise un bloc temps-fréquence (CH2, T1) différent du bloc temps-fréquence utilisé par le premier satellite SAT_X, alors la coopération inter-satellites est de type agrégation de porteuses tel que précédemment décrit en référence à la [Fig.1].
- [0149] La [Fig.3] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de communication selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0150] Selon un mode de réalisation illustré par la [Fig.3], le système de communication met en œuvre un procédé permettant de suivre un usage de ressources pour communiquer avec ledit au moins terminal UE. Ce mode de réalisation permet notamment de réaliser une traçabilité fiable et précise des ressources utilisées lors de coopérations inter-satellites pour communiquer des données à un terminal.
- [0151] Ce mode de réalisation peut être bien évidemment être combiné avec les quatre modes de réalisation précédemment décrits, notamment les modes de réalisation décrits en références aux figures 1 et 2. Ce mode réalisation permet ainsi de suivre un usage de ressources lors de coopérations entre dispositifs réseau, notamment des coopérations de type relais, CoMP, agrégation de porteuses, ou transfert intercellulaire long.
- [0152] Selon ce mode de réalisation, le système de communication SYS comprend au moins une entité de suivi d'usage de ressources. À titre d'exemple, il est considéré ci-après que cette entité de suivi est comprise dans l'entité réseau NE du système SYS. Il convient toutefois de noter que cet exemple n'est pas limitatif et il pourrait être envisagé d'autres modes de réalisation dans lesquels cette entité de suivi est comprise dans l'un quelconque ou dans chacun des éléments du système SYS. En particulier, le système de communication SYS peut comprendre une pluralité d'entités de suivi. Selon un mode de réalisation, le système SYS comprend : une première entité de suivi comprise dans l'entité réseau NE exploitée par un opérateur mobile MNO ; et une deuxième entité de suivi comprise dans une station terrestre GW exploitée par un opérateur satellitaire SNO.
- [0153] En comparaison à la [Fig.2], le procédé selon ce mode de réalisation comprend en outre au moins une des étapes décrites ci-après. Plus précisément, les étapes de la [Fig.3] soit décrivent des étapes supplémentaires par rapport aux étapes de la [Fig.2],

soit précisent la mise en œuvre des étapes de la [Fig.2] selon des modes de réalisation de l'invention.

- [0154] Au cours d'une étape SG10, la station terrestre GW reçoit, en provenance d'une entité certifiée NE, une ou plusieurs autorisations de délégation de ressources TDD comprenant respectivement une clé publique associée à l'entité réseau NE certifiée (envoyée au cours d'une étape SN10). Les autorisations TDD (i.e. droit de délégation) indiquent des ressources pouvant être exploitées par des dispositifs réseau, notamment les satellites SAT_X et SAT_Y, pour mettre en œuvre des coopérations entre dispositifs réseau afin de communiquer avec des terminaux.
- [0155] Ci-après, les signes de référence commençant par T désigne une information ou un message de type jeton (ou « token » en anglais) comprenant, selon un mode de réalisation, une signature permettant d'authentifier l'auteur d'un bloc de données et de vérifier son intégrité. Un jeton permet également d'identifier ce bloc de données qui n'est donc pas retransmis, s'il est supposé connu du destinataire. En particulier, les messages COOP_TICKET, décrits ci-après en référence aux étapes SX150 et SU160, regroupent les différents jetons afin de disposer au moins des signatures des dispositifs réseau participant à la coopération, les données associées (i.e. transmises lors de la coopération) n'étant pas nécessairement comprises dans les messages COOP_TICKET.
- [0156] Au cours d'une étape SG20, la station terrestre GW envoie les autorisations TDD_X, TDD_Y aux satellites SAT_X et SAT_Y (reçues aux cours d'étapes SX20 et SY20). Par exemple, une autorisation TDD peut être émise par l'entité réseau NE exploitée par un opérateur mobile MNO propriétaire d'un certain spectre de fréquences. Dans cet exemple, par le biais de l'autorisation TDD, un opérateur mobile MNO autorise un opérateur satellitaire SNO à exploiter tout ou partie du spectre détenu par l'opérateur MNO pour communiquer des données à des terminaux UE.
- [0157] Au cours d'une étape SG40, la station terrestre GW reçoit, en provenance de l'entité certifiée NE, une ou plusieurs autorisations d'utilisation de ressources TDU comprenant respectivement une signature déterminée à partir d'une clé privée associée à l'entité certifiée NE (envoyée au cours d'une étape SN40). Les autorisations TDU (i.e. droit d'usage) indiquent des ressources pouvant être utilisées par des dispositifs réseau, notamment les satellites SAT_X et SAT_Y, pour communiquer avec des terminaux.
- [0158] Au cours d'une étape SG60, la station terrestre GW envoie les autorisations TDU_X, TDU_Y aux satellites SAT_X et SAT_Y (reçues au cours des étapes SX60 et SY60). Par exemple, une autorisation TDU peut être émise par un opérateur mobile MNO et indiquer les spectres de fréquences utilisables. Selon cet exemple, un opérateur mobile MNO peut autoriser, par une autorisation TDU_X, le premier satellite SAT_X à utiliser un canal de fréquences entre 3,510 GHz et 3,529 GHz pour

communiquer avec des terminaux.

- [0159] Selon un mode de réalisation, la signature d'un message est obtenue en chiffrant un haché du message avec la clé privée. Ainsi, à réception du message, il suffit au destinataire de déchiffrer la signature du message avec la clé publique de l'expéditeur, puis de comparer la signature déchiffrée à un haché du message reçu pour s'assurer de l'authenticité et de l'intégrité du message.
- [0160] Les satellites SAT_X et SAT_Y réalisent respectivement une étape d'authentification SX61 et SY61 des autorisations d'utilisation de spectre TDU à partir des signatures et des clés publiques reçues, par exemple celles des TDD. Ce mode de réalisation permet de contrôler de manière fiable et sécurisée l'exploitation des ressources, et ce notamment lors de coopérations inter-satellites.
- [0161] Ci-après les informations TUCP et TUDP désignent des preuves d'usage de ressources utilisées par des dispositifs réseau pour communiquer avec au moins un terminal. Plus particulièrement, les informations TUCP et TUDP désignent respectivement des preuves d'usage de ressources utilisées pour communiquer des données de contrôle et pour communiquer des données d'application.
- [0162] Au cours d'une étape SX90, le premier satellite SAT_X envoie au deuxième satellite SAT_Y : une demande de coopération COOP_QUERY ; une information TUCP_X ; et une autorisation TDU_X (reçues au cours d'une étape SY90). L'information TUCP_X indique, par exemple, un nombre blocs temps-fréquence utilisés par le premier satellite SAT_X pour transmettre la demande COOP_QUERY ; et l'autorisation TDU_X est utilisée pour indiquer le spectre exploité.
- [0163] Au cours d'une étape SX100, selon un mode de réalisation particulier, le premier satellite SAT_X reçoit en provenance du deuxième satellite SAT_Y : une réponse COOP_ACK ; une information TUCP_Y ; et une autorisation TDU_Y (envoyée au cours d'une étape SY100). Par exemple, l'information TUCP_Y indique un nombre de blocs temps-fréquence utilisés par le deuxième satellite SAT_Y pour transmettre la réponse COOP_ACK ; et l'autorisation TDU_Y est utilisée pour indiquer le spectre exploité.
- [0164] Au cours d'une étape SX120, le premier satellite SAT_X envoie au deuxième satellite SAT_Y : des données COOP_DATA ; et une information TUDP_X (reçues au cours d'une étape SY120). Par exemple, l'information TUDP_X indique un nombre de blocs temps-fréquence utilisés par le premier satellite SAT_X pour transmettre les données COOP_DATA.
- [0165] Au cours d'une étape SX130, selon un mode de réalisation, le premier satellite SAT_X envoie audit au moins un terminal UE : les données DATA_X ; les autorisations TDD_X et TDU_X ; et des informations TUDP_X (reçues au cours d'une étape SU130). Par exemple, les informations TUDP_X indiquent un nombre de blocs

temps-fréquence utilisés par le premier satellite SAT_X pour envoyer les données COOP_DATA et les données DATA_X ; et les autorisations TDD_X, TDU_Y permettent au récepteur d'authentifier les informations transmises ainsi que d'identifier les ressources utilisées par le premier satellite SAT_X.

- [0166] Au cours d'une étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y envoie audit au moins un terminal UE : les données COOP_DATA ; les autorisations TDD_Y et TDU_Y ; et des informations TUCP_Y et TUDP_Y (reçues au cours d'une étape SU140). Par exemple, les informations TUCP_Y et TUDP_Y indiquent un nombre de blocs temps-fréquence utilisés par le deuxième satellite SAT_Y pour envoyer la réponse COOP_ACK et les données COOP_DATA ; et les autorisations TDD_Y, TDU_Y permettent au récepteur d'authentifier les informations transmises ainsi que d'identifier les ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y.
- [0167] Au cours d'une étape SY150, le deuxième satellite SAT_Y envoie, au premier satellite SAT_X, un message COOP_TICKET comprenant : les autorisations TDD_Y et TDU_Y ; et des informations TUCP_Y et TUDP_Y. Par exemple, les informations TUCP_Y et TUDP_Y indiquent tout ou partie des ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y lors de la coopération.
- [0168] Au cours d'une étape SX150, selon un mode de réalisation particulier, le premier satellite SAT_X envoie, à la deuxième entité de suivi comprise dans la station terrestre GW, un message COOP_TICKET comprenant : les autorisations TDD_X, TDD_Y, TDU_X et TDU_Y ; et des informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X et TUDP_Y (reçues et transmises par la station terrestre GW au cours d'une étape SG150). De cette manière, l'entité de suivi comprise dans la station terrestre GW est en mesure de suivre et de comptabiliser précisément les ressources utilisées par le premier SAT_X et le deuxième satellite SAT_Y pour communiquer des données audit au moins un terminal UE.
- [0169] Au cours d'une étape SU160, suite à la réception des données DATA_X et COOP_DATA, ledit au moins un terminal UE envoie un message COOP_TICKET à la première entité de suivi comprise dans l'entité réseau NE (reçue au cours d'une étape SN160). Le message COOP_TICKET comprend : les autorisations TDD_X, TDD_Y, TDU_X et TDU_Y ; et des informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X et TUDP_Y, reçues en provenance des satellites SAT_X et SAT_Y. De cette manière, l'entité de suivi comprise dans l'entité réseau NE est en mesure de suivre les ressources utilisées par les satellites pour communiquer des données au terminal et de prouver qu'une communication a été effectivement réalisée.
- [0170] La [Fig.4] représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de communication selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0171] Selon un premier mode de réalisation, la coopération inter-satellites est de type relai,

le deuxième satellite SAT_Y étant exploité comme relais entre le premier satellite SAT_X et ledit au moins un terminal UE. Dans ce mode de réalisation, le suivi des ressources utilisées par les satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer des données COP_DATA audit au moins un terminal UE peut être mis en œuvre de la manière suivante.

- [0172] Au cours d'une étape SY90, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : une demande de coopération COOP_QUERY ; et une information TUCP_X relative aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour envoyer la demande de coopération COOP_QUERY.
- [0173] Au cours d'une étape SY120, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : des données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE ; et une information TUDP_X relative aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour envoyer les données COOP_DATA.
- [0174] Au cours d'une étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y envoie, audit au moins un terminal : les données COOP_DATA ; et des informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X, et TUDP_Y. Les informations TUCP_Y et TUDP_Y sont relatives aux ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y pour envoyer une réponse COOP_ACK à la demande COOP_QUERY et pour communiquer les données COOP_DATA.
- [0175] Dans ce mode de réalisation, un terminal UE reçoit les données COOP_DATA ainsi que les informations relatives aux ressources utilisées par les deux satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer ces données. Notamment, le terminal UE envoie, à l'entité de suivi NE, les informations reçues. L'entité de suivi NE est ainsi en mesure de tracer la réalisation de la communication et la coopération inter-satellites mise en œuvre pour communiquer les données.
- [0176] Selon un deuxième mode de réalisation, la coopération inter-satellites mise en œuvre par le système de communication est de type CoMP. Selon ce mode de réalisation, le premier satellite SAT_X et deuxième satellite SAT_Y sont exploités pour transmettre de manière coordonnée des données COOP_DATA audit au moins un terminal UE. Ce mode de réalisation permet d'augmenter la puissance du signal reçu par les terminaux UE et ainsi d'améliorer les performances de communication en termes de couverture, et de fiabilité.
- [0177] Au cours d'une étape SY90, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : une demande de coopération COOP_QUERY ; et une information TUCP_X relative aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour envoyer la demande de coopération COOP_QUERY.
- [0178] Au cours d'une étape SY100, le deuxième satellite SAT_Y envoie, au premier satellite SAT_X : une réponse COOP_ACK ; et des informations TUDP_Y et

TUCP_Y relatives aux ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y pour envoyer la réponse COOP_QUERY et les données COOP_DATA.

- [0179] Au cours d'une étape SY120, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : des données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE ; et des informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X, et TUDP_Y relatives aux ressources utilisées par les deux satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer les données COOP_DATA audit au moins un terminal UE.
- [0180] Au cours d'une étape SX130, le premier satellite SAT_X envoie, audit au moins un terminal UE : des données COOP_DATA; et les informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X, et TUDP_Y relatives aux ressources utilisées par les deux satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer les données COOP_DATA audit au moins un terminal UE.
- [0181] Au cours d'une étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y envoie, audit au moins un terminal UE : les données COOP_DATA ; et les informations TUCP_X, TUCP_Y, TUDP_X, et TUDP_Y relatives aux ressources utilisées par les deux satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer les données COOP_DATA audit au moins un terminal UE.
- [0182] Dans ce mode de réalisation, un terminal UE reçoit les données COOP_DATA en provenance des deux satellites SAT_X et SAT_Y ainsi que les informations relatives aux ressources utilisées par les deux satellites SAT_X et SAT_Y pour communiquer ces données. Notamment, le terminal UE envoie, à l'entité de suivi NE, les informations reçues. L'entité de suivi NE est ainsi en mesure de tracer la réalisation de la communication et la coopération inter-satellites mise en œuvre pour communiquer les données.
- [0183] Selon un troisième mode de réalisation, la coopération inter-satellites mise en œuvre par le système de communication est de type agrégation de porteuses. Dans ce mode, le premier SAT_X et le deuxième satellite SAT_Y sont exploités pour envoyer de manière simultanée, audit au moins un terminal UE, des données DATA_X et COOP_DATA en utilisant des ressources fréquentielles différentes. Ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre un multiplexage fréquentiel, et ainsi d'améliorer le débit de transmission.
- [0184] Au cours d'une étape SY90, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : une demande de coopération COOP_QUERY ; et une information TUCP_X relative aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour envoyer la demande de coopération COOP_QUERY.
- [0185] Au cours d'une étape SY100, le deuxième satellite SAT_Y envoie, au premier satellite SAT_X : une réponse COOP_ACK ; et des informations TUDP_Y et TUCP_Y relatives aux ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y pour

envoyer la réponse COOP_QUERY et les données COOP_DATA.

- [0186] Au cours d'une étape SY120, le deuxième satellite SAT_Y reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X : des données COOP_DATA à transmettre audit au moins un terminal UE ; et une information TUDP_X relative aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour communiquer les données COOP_DATA au deuxième satellite SAT_Y.
- [0187] Au cours d'une étape SX130, le premier satellite SAT_X envoie, audit au moins un terminal UE : des données DATA_X ; et les informations TUCP_X et TUDP_X relatives aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour communiquer les données DATA_X audit au moins un terminal UE.
- [0188] Au cours d'une étape SY140, le deuxième satellite SAT_Y envoie, audit au moins un terminal UE : les données COOP_DATA ; et les informations TUCP_Y et TUDP_Y relatives aux ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y pour communiquer les données COOP_DATA audit au moins un terminal UE.
- [0189] Dans ce mode de réalisation, un terminal UE reçoit, en provenance du premier satellite SAT_X, les données DATA_X ainsi que les informations relatives aux ressources utilisées par le premier satellite SAT_X pour communiquer les données DATA_X. De plus, le terminal UE un reçoit, en provenance du deuxième satellite SAT_Y, les données COOP_DATA ainsi que les informations relatives aux ressources utilisées par le deuxième satellite SAT_Y pour communiquer les données COOP_DATA. Suite aux réceptions, le terminal UE envoie les informations reçues à l'entité de suivi NE.
- [0190] La [Fig.5] représente schématiquement un exemple d'architecture logicielle et matérielle d'un système de communication selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0191] Tel qu'illustré par la [Fig.5], selon un mode de réalisation, la station terrestre GW comprend au moins un des modules suivants : un module de communication COM_NET_GW configuré pour communiquer avec le réseau de communication NET ; et un module de communication COM_GW_SAT configuré pour communiquer avec au moins un des satellites SAT_X et SAT_Y.
- [0192] Tel qu'illustré par la [Fig.5], selon un mode de réalisation, les satellites SAT_X et SAT_Y comprennent respectivement au moins un des modules suivants : un module de communication COM_GW_SAT configuré pour communiquer avec la station terrestre GW ; un module de communication COM_SAT_SAT configuré pour communiquer avec au moins un autre satellite ; et un module de communication COM_SAT_UE configuré pour communiquer avec ledit au moins un terminal UE.
- [0193] Tel qu'illustré par la [Fig.5], selon un mode de réalisation, un dit terminal UE comprend au moins un des modules suivants : un module de communication COM_SAT_UE configuré pour communiquer avec au moins des satellites SAT_X et

SAT_Y ; et un module de communication COM_UE_NET configuré pour communiquer avec le réseau.

- [0194] Selon un mode de réalisation, un ou plusieurs éléments du système de communication SYS disposent respectivement de l'architecture matérielle d'un ordinateur. Considérons un élément ELT du système de communication SYS. Selon ce mode de réalisation, l'élément ELT comporte un processeur PROC, une mémoire vive, une mémoire morte MEM, et une mémoire non volatile. La mémoire MEM constitue un support d'informations conforme à l'invention, lisible par ordinateur et sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur PROG. Le programme d'ordinateur PROG comporte des instructions pour la mise en œuvre des étapes réalisées par l'élément ELT d'un procédé selon l'invention, lorsque le programme d'ordinateur PROG est exécuté par le processeur PROC. Le programme d'ordinateur PROG définit les modules fonctionnels représentés ci-après par la [Fig.6], qui s'appuient ou commandent les éléments matériels de cette dernière.
- [0195] La [Fig.6] représente schématiquement un exemple d'architecture fonctionnelle d'un système de communication selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0196] Les signes de référence ci-après permettent, pour chacun des modules du système de communication, d'identifier l'élément comprenant ce module : Les références commençant par MX pour les modules du premier satellite SAT_X ; MY pour le deuxième satellite SAT_Y ; MU pour ledit au moins un terminal UE ; et MN pour les modules de l'entité réseau NE.
- [0197] Tel qu'illustré par la [Fig.6], selon un mode de réalisation, le premier satellite SAT_X et le deuxième satellite SAT_Y comprend respectivement au moins un des modules suivants :
- [0198] un module de réception MX_RCV_DATA pour recevoir les données DATA ;
- [0199] un module d'envoi MX_SND_QUERY pour envoyer la demande COOP_QUERY ;
- [0200] un module de réception MX_RCV_ACK pour recevoir la réponse COOP_ACK ;
- [0201] un module d'envoi MX_SND_COOP pour envoyer les données COOP_DATA ;
- [0202] un module d'envoi MX_SND_DATA pour envoyer les données DATA_X ;
- [0203] un module de communication MX_COM_TUDP pour envoyer et/ou recevoir les informations TDD, TDU, TUCP et TUDP ;
- [0204] un module d'authentification MX_AUTH pour authentifier les informations TDU ; et
- [0205] un module de communication MX_COM_TICKET pour recevoir et/ou envoyer le message COOP_TICKET.
- [0206] Tel qu'illustré par la [Fig.6], selon un mode de réalisation, le deuxième satellite SAT_Y comprend respectivement au moins un des modules suivants :
- [0207] un module de réception MY_RCV_QUERY pour recevoir la demande COOP_QUERY ;

- [0208] un module d'envoi MY_SND_ACK pour envoyer la réponse COOP_ACK ;
- [0209] un module de réception MY_RCV_COOP pour recevoir les données COOP_DATA ;
et
- [0210] un module d'envoi MY_SND_COOP pour envoyer les données COOP_DATA.
- [0211] un module de communication MY_COM_TUDP pour envoyer et/ou recevoir les informations TDD, TDU, TUCP et TUDP ;
- [0212] un module d'authentification MY_AUTH pour authentifier les informations TDU ; et
- [0213] un module d'envoi MY_SND_TICKET pour envoyer le message COOP_TICKET.
- [0214] Tel qu'illustré par la [Fig.6], selon un mode de réalisation, un dit terminal UE comprend au moins un des modules suivants :
- [0215] un module de réception MU_RCV_DATA pour recevoir les données DATA_X et COOP_DATA et les informations TDD, TDU, TUCP, et TUDP ; et
- [0216] un module d'envoi MU_SND_TICKET pour envoyer le message COOP_TICKET.
- [0217] Tel qu'illustré par la [Fig.6], selon un mode de réalisation, l'entité de suivi NE comprend un module de réception MN_RCV_TICKET pour recevoir le message COOP_TICKET.
- [0218] Le terme module peut correspondre aussi bien à un composant logiciel qu'à un composant matériel ou un ensemble de composants matériels et logiciels, un composant logiciel correspondant lui-même à un ou plusieurs programmes ou sous-programmes d'ordinateur ou de manière plus générale à tout élément d'un programme apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions telles que décrites pour les modules concernés. De la même manière, un composant matériel correspond à tout élément d'un ensemble matériel (ou hardware) apte à mettre en œuvre une fonction ou un ensemble de fonctions pour le module concerné (circuit intégré, carte à puce, carte à mémoire, etc.).
- [0219] Il est à noter que l'ordre dans lequel s'enchaînent les étapes d'un procédé tel que décrit précédemment, notamment en référence aux dessins ci-joints, ne constitue qu'un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif, des variantes étant possibles. Par ailleurs, les signes de référence ne sont pas limitatifs de l'étendue de la protection, leur unique fonction étant de faciliter la compréhension des revendications.
- [0220] Un homme du métier comprendra que les modes de réalisation et variantes décrits ci-dessus ne constituent que des exemples non limitatifs de mise en œuvre de l'invention. En particulier, l'homme du métier pourra envisager une quelconque adaptation ou combinaison des modes de réalisation et variantes décrits ci-dessus afin de répondre à un besoin bien particulier.
- [0221] Tel que décrit ci-dessus, la présente invention s'applique en particulier aux systèmes de communication par satellites. Toutefois, il est important de noter que l'invention s'applique également à tous types de systèmes et de réseaux de communication,

notamment des systèmes de communication terrestres, par satellites ou par aéronefs. Par exemple, l'invention peut s'appliquer à des réseaux cellulaires de téléphonie mobile terrestres ou aériens, ou encore à des réseaux locaux sans-fil.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé mis en œuvre par un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un terminal (UE), le procédé comprenant :
- un envoi (SX120, SX130, SY140), à destination dudit au moins un terminal (UE), de données (DATA_X, COOP_DATA) ; et
 - un envoi (SX120, SX130, SY140), à destination d'une entité de suivi (GW) et/ou dudit au moins un terminal (UE), d'une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 comprenant un envoi (SX120, SX130, SY140), à destination d'une entité de suivi (GW) et/ou dudit au moins un terminal (UE), d'une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par au moins un autre dispositif réseau (SAT_Y, SAT_X) pour communiquer des dites données (COOP_DATA) audit au moins un terminal (UE).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel lesdites une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) sont signées par une clé privée associée à une entité certifiée (NE).
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel lesdites une ou plusieurs preuves d'usages (TUCP, TUDP) indiquent :
- des ressources fréquentielles utilisées pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE) ; et/ou
 - des ressources temps-fréquence utilisées (TUDP, TUCP) pour communiquer des données d'application (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE) et des données de contrôle associées (COOP_QUERY, COOP_ACK) ; et/ou
 - une quantité de ressources énergétiques consommées pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE).

- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel dans lequel ledit dispositif réseau (SAT_X) envoie (SX120) tout ou partie desdites données (COOP_DATA) à destination dudit au moins un terminal (UE) par l'intermédiaire d'un autre dispositif réseau (SAT_Y).
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5 dans lequel ledit envoi (SX120) de tout ou partie desdites données (COOP_DATA) à destination dudit au moins un terminal (UE) par l'intermédiaire dudit au moins autre dispositif réseau (SAT_Y) est déclenché (SX80) suite à une réception (SX70) d'un message de demande d'usage (BOOST) reçu en provenance dudit au moins un terminal (UE).
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel l'envoi desdites données (DATA_X, COOP_DATA) par ledit dispositif réseau (SAT_X) à destination dudit au moins un terminal (UE) comprend :
- un envoi (SX130), audit au moins un terminal (UE), d'une première portion desdites données (DATA_X) ; et
 - un envoi (SX120), à au moins un autre dispositif réseau (SAT_Y), d'une deuxième portion desdites données (COOP_DATA) à transmettre audit au moins un terminal (UE).
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 5 à 7 comprenant :
- un envoi (SX90), audit au moins un autre dispositif réseau (SAT_Y), d'une demande de transmission de données (COOP_QUERY) audit au moins un terminal (UE), ladite demande (COOP_QUERY) comprenant une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau (SAT_X) ; et
 - une réception (SX100), en provenance dudit au moins un autre dispositif réseau (SAT_Y), d'une réponse (COOP_ACK) comprenant une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un autre dispositif réseau (SAT_Y).
- [Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 comprenant :
- une réception (SX20, SY20), en provenance d'une entité certifiée (NE), d'une clé publique associée à l'entité certifiée

(NE) ;

- une réception (SX60, SY60), en provenance de l'entité certifiée (NE), d'une autorisation d'utilisation (TDU_X, TDU_Y) d'au moins une ressource comprenant une signature déterminée à partir d'une clé privée associée à l'entité certifiée (NE) ; et
- une authentification (SX61, SY61) de ladite autorisation (TDU_X, TDU_Y) à partir de la signature et de la clé publique reçues.

[Revendication 10] Procédé mis en œuvre par un terminal (UE) pour suivre un usage de ressources pour communiquer avec au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y), le procédé comprenant :

- une réception (SU120, SU130, SU140), en provenance dudit au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y), de données (DATA_X, COOP_DAYA) ;
- une réception (SU120, SU130, SU140), en provenance dudit au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y), d'une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) au terminal (UE) ; et
- un envoi, à destination d'une entité de suivi (NE), desdites preuves d'usages (TUCP, TUDP).

[Revendication 11] Dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer avec au moins un terminal (UE) comprenant :

- un module d'envoi (MX_SND_COOP, MX_SND_DATA, MY_SND_COOP) configuré pour envoyer, à destination dudit au moins un terminal (UE), des données (DATA_X, COOP_DATA) ; et
- un module d'envoi (MX_COM_TUDP, MY_COM_TUDP) configuré pour envoyer, à destination d'une entité de suivi (NE) et/ou dudit au moins un terminal (UE), une ou plusieurs preuves d'usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour

communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) audit moins un terminal (UE).

[Revendication 12] Terminal (UE) comprenant :

- un module de réception configuré pour recevoir, en provenance d’au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y), des données (DATA_X, COOP_DATA) et une ou plusieurs preuves d’usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer lesdites données (DATA_X, COOP_DATA) au terminal (UE) ; et
- un module d’envoi configuré pour envoyer, à destination d’une entité de suivi (NE), desdites preuves d’usage (TUCP, TUDP).

[Revendication 13] Entité de suivi (NE, GW) comprenant :

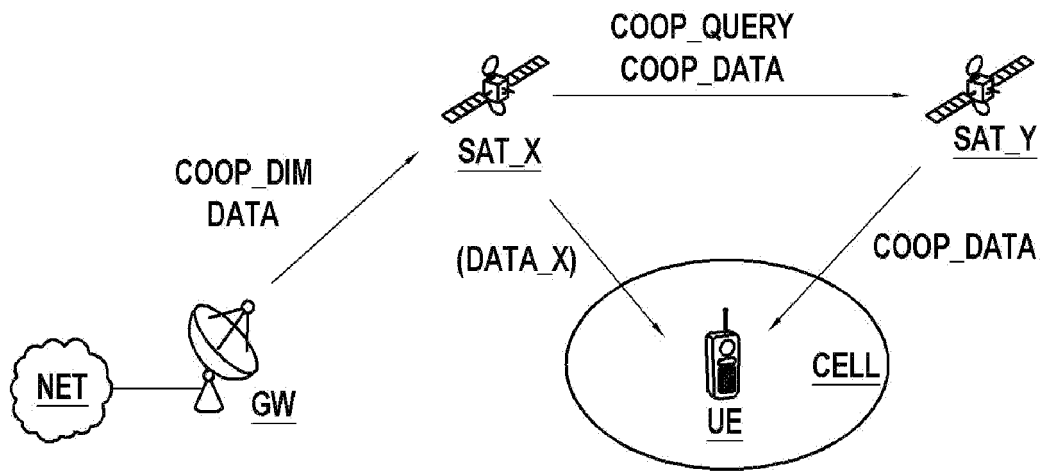
- un module de réception (MN_RCV_TICKET) configuré pour recevoir, en provenance d’au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) et/ou d’au moins un terminal (UE), une ou plusieurs preuves d’usage (TUCP, TUDP) indiquant des ressources utilisées par ledit au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) pour communiquer des données (DATA_X, COOP_DATA) audit au moins un terminal (UE).

[Revendication 14] Système (SYS) comprenant :

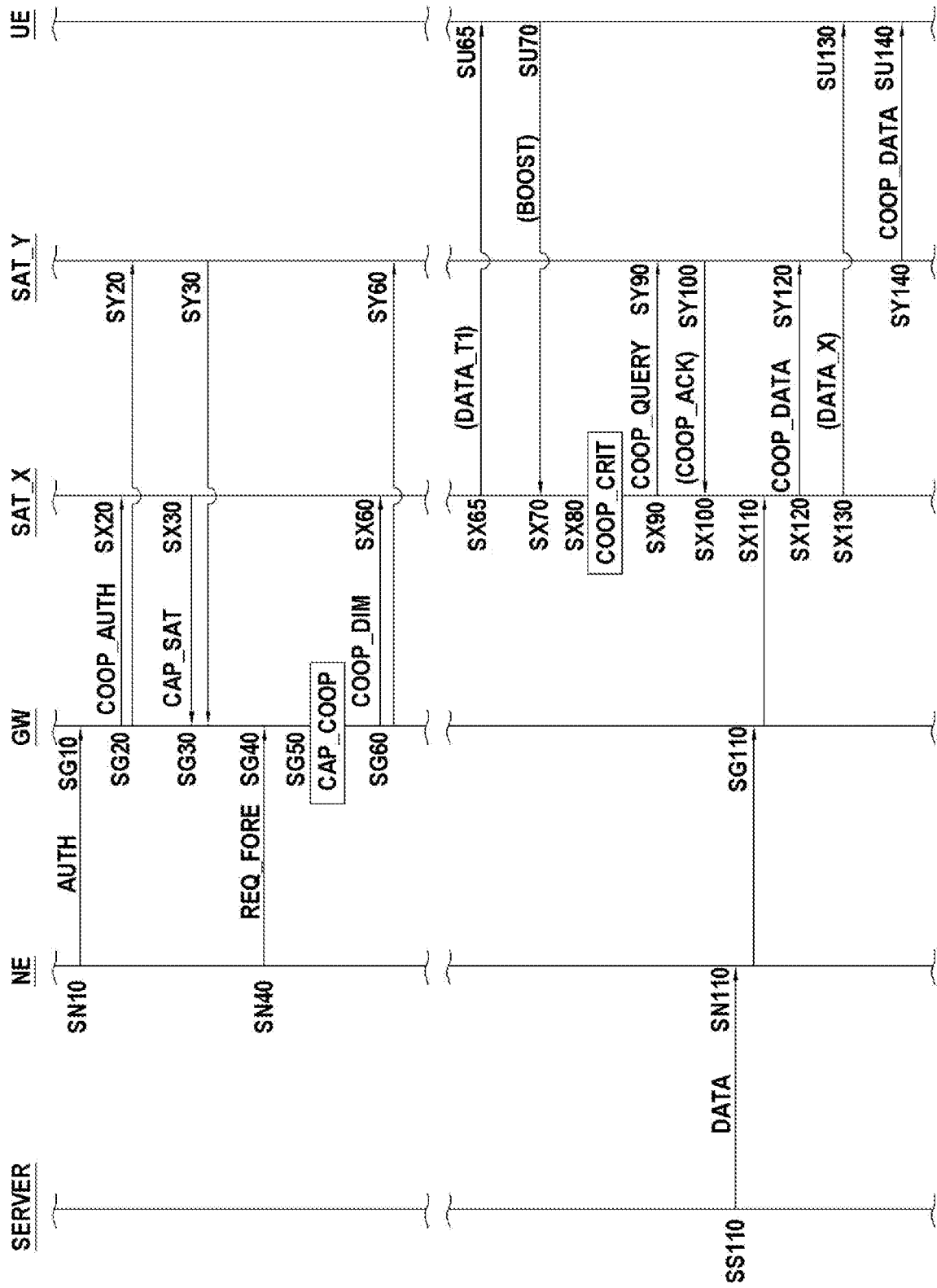
- au moins un dispositif réseau (SAT_X, SAT_Y) selon la revendication 11 ; et
- au moins un terminal selon la revendication 12.

[Revendication 15] Système (SYS) selon la revendication 14 comprenant au moins une entité de suivi (NE, GW) selon la revendication 13.

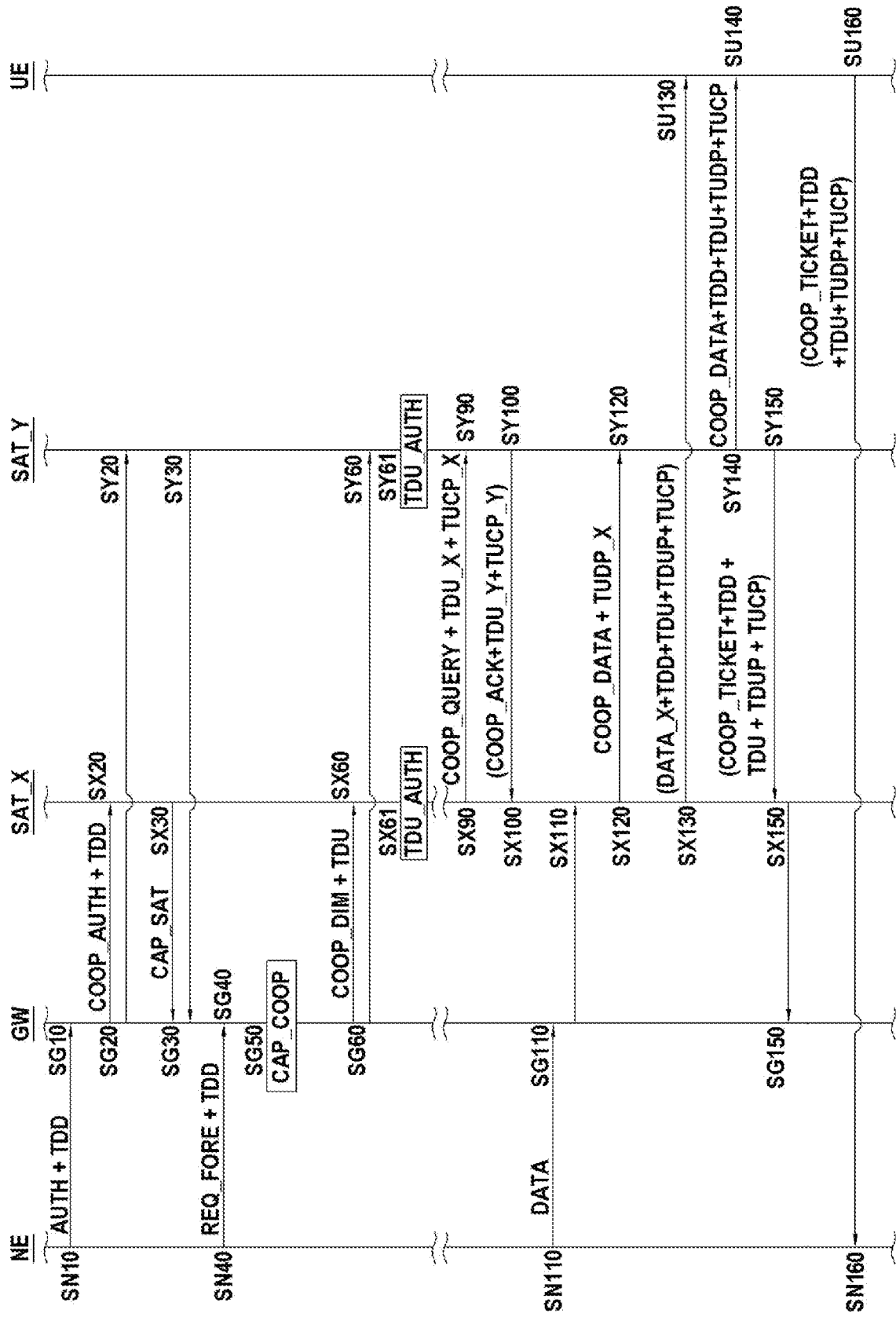
[Fig. 1]



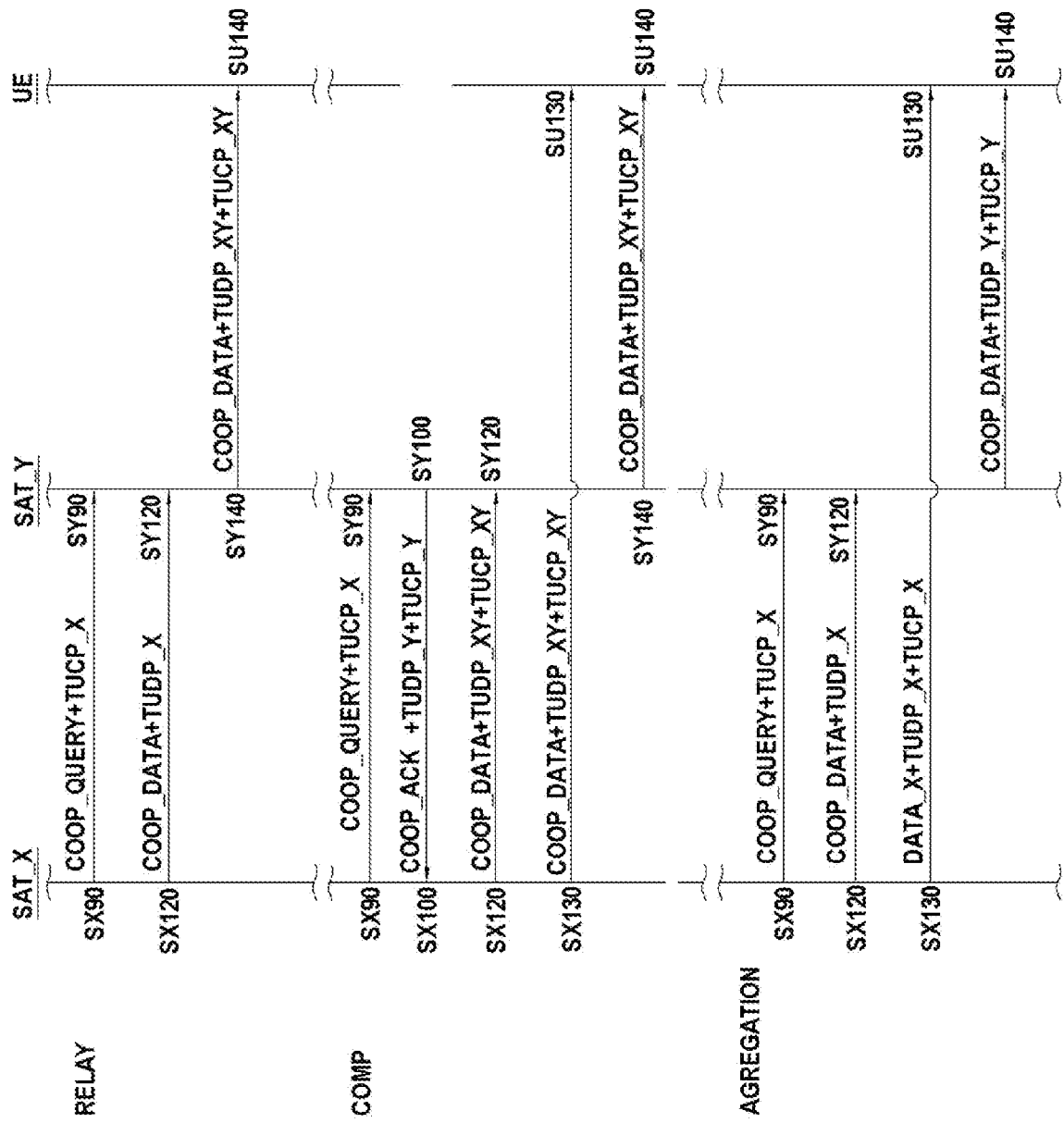
[Fig. 2]



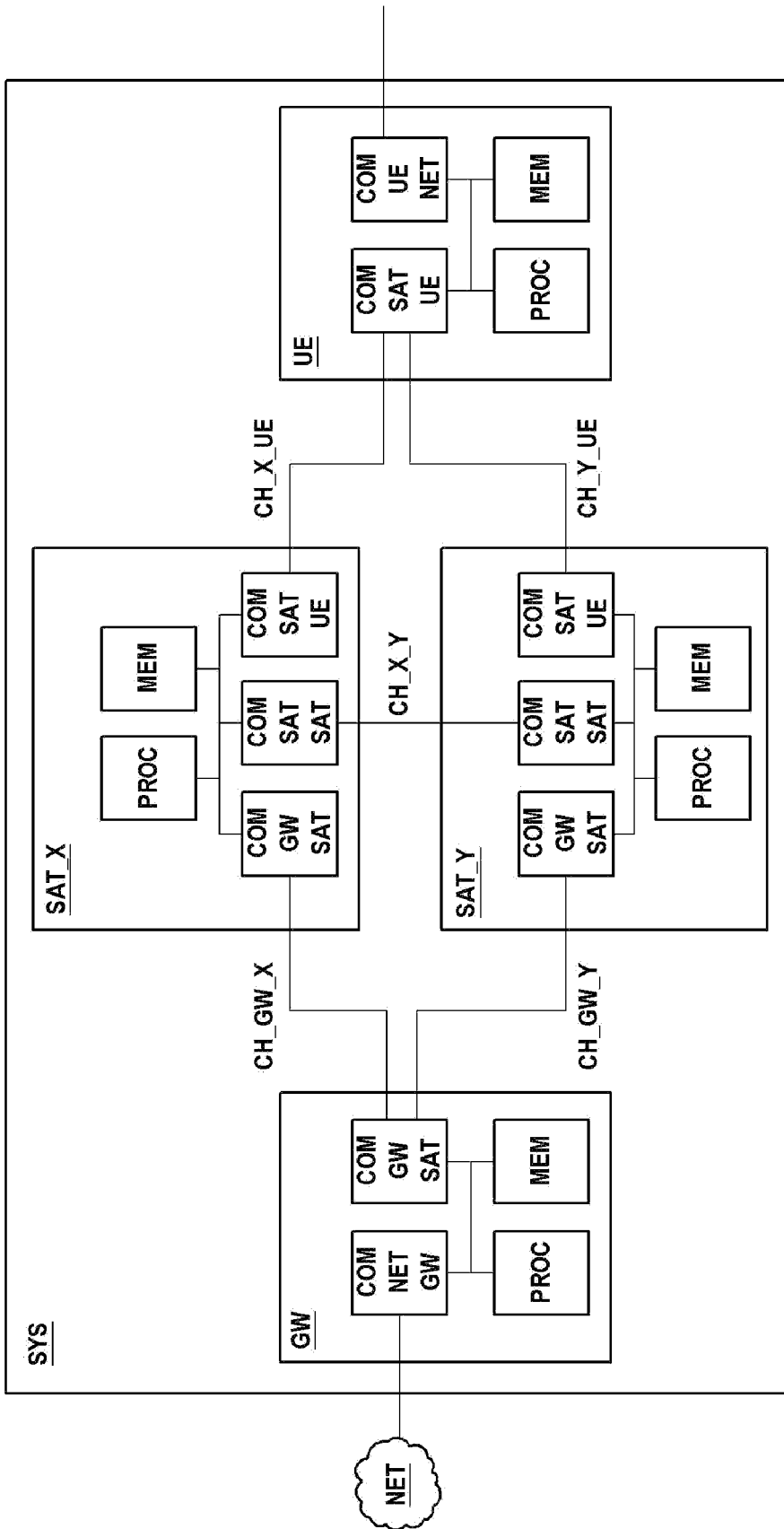
[Fig. 3]



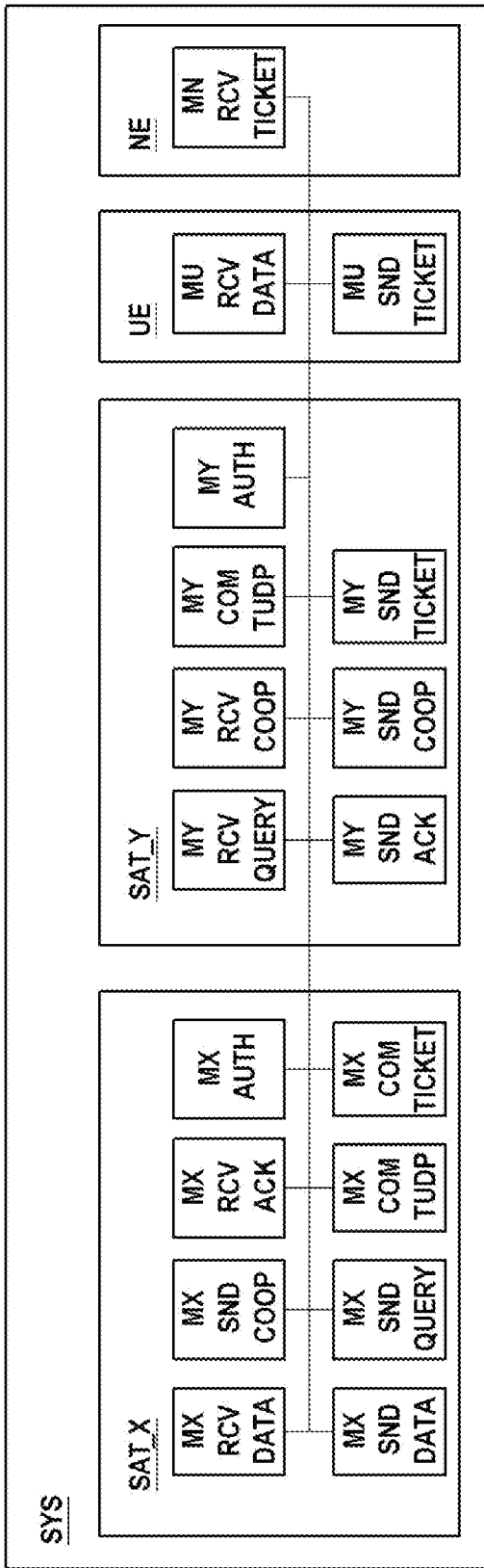
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 912040
FR 2208135

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 10 880 832 B2 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 29 décembre 2020 (2020-12-29) * revendication 1 * * figures 10, 11 * * colonne 13 - colonne 20 * -----	1-15	H04W28/16 H04B7/185 H04W84/06
X	US 11 228 880 B2 (INTEL CORP [US]) 18 janvier 2022 (2022-01-18) * figures 18, 19 * * colonne 49 * -----	1-15	
X	EP 1 217 762 A2 (HUGHES ELECTRONICS CORP [US]) 26 juin 2002 (2002-06-26) * figures 1-4 * * alinéa [0001] * * alinéa [0011] - alinéa [0021] * * alinéa [0027] - alinéa [0029] * -----	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04B H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 avril 2023		Arroyo Valles,	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2208135 FA 912040**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **19-04-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
US 10880832	B2	29-12-2020	JP 6455757 B2	23-01-2019
			JP 2016116085 A	23-06-2016
			US 2017325165 A1	09-11-2017
			WO 2016098292 A1	23-06-2016

US 11228880	B2	18-01-2022	CN 110809904 A	18-02-2020
			DE 112018003399 T5	12-03-2020
			EP 3649826 A1	13-05-2020
			JP 2020526943 A	31-08-2020
			KR 20200015506 A	12-02-2020
			US 2020120458 A1	16-04-2020
			US 2022353650 A1	03-11-2022
			WO 2019010049 A1	10-01-2019

EP 1217762	A2	26-06-2002	CA 2364404 A1	20-06-2002
			EP 1217762 A2	26-06-2002
			US 2002078194 A1	20-06-2002
