

⑤④ Procédé et dispositif de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil.

②② Date de dépôt : 22.07.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.01.24 Bulletin 24/04.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 10.01.25 Bulletin 25/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : JANNETEAU Christophe et
OLIVEREAU Alexis.

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

⑦④ Mandataire(s) : ATOUT PI LAPLACE.



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil

Domaine de l'invention

[0001] L'invention est dans le domaine technique des réseaux de télécommunication, et concerne plus particulièrement un procédé de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil interconnectant un ensemble d'équipements sans-fil mobiles à une base arrière.

Etat de la Technique

[0002] Le problème technique adressé par la présente invention est celui de la perte ou de la dégradation de la qualité d'une connectivité sans-fil entre un ensemble d'équipements sans-fil mobiles (EM) et une base arrière (BA), lors du déplacement géographique de ces EM au cours du temps. En effet, chacun de ces EM se déplaçant géographiquement au cours du temps, certains peuvent sortir de la zone de couverture sans fil offerte par le réseau tel que déployé initialement, perdant alors la connectivité avec la BA.

[0003] Par ailleurs, suite à ces déplacements, la densité locale des EM peut également varier au cours du temps, et peut déclencher une surcharge de certaines parties du réseau sans fil, et donc une dégradation potentielle de la qualité de service (QoS) pour certains EM, ou au contraire peut faire apparaître des zones géographiques couvertes par le réseau sans-fil alors que plus aucun EM n'est présent dans cette zone, rendant alors la couverture du réseau inappropriée au regards des besoins des EM.

[0004] Des solutions approchent cette problématique, comme celle proposée dans la demande de brevet de la Demanderesse, publiée sous le numéro FR3117727 et intitulée « Procédé et dispositif de déploiement automatique d'un réseau de communication ». Il est présenté un procédé de déploiement automatique d'un réseau de communication en vue de maintenir la connectivité sans-fil entre un véhicule de mission (VM) en déplacement, qu'il soit piloté par une personne ou télé-opéré à distance ou qu'il se déplace de manière autonome, et une base arrière (BA). Le procédé s'appuie sur un ensemble de Relais de Communication Robotisés Autonomes (RCRA) aptes à se déplacer de manière autonome le long de la trajectoire suivie par le VM et aptes à former un réseau de communication sans-fil linéaire mesh / multi-saut entre le VM et la base arrière (le long de la trajectoire du VM). Le procédé permet de contrôler de manière automatique le positionnement de chacun des RCRA le long de la trajectoire du VM, ainsi que l'ajout si besoin d'un nouveau RCRA, de manière à préserver la connectivité sans-fil entre le VM et la BA, et à assurer que celle-ci soit de qualité

suffisante pour acheminer de manière bidirectionnelle les données requises (par la mission du VM) entre le VM et la BA malgré le déplacement du VM. Ce procédé permet au VM de rester connecté à la BA même en cas de perte de la connectivité sans-fil directe entre le VM et la BA (par exemple en limite de couverture du signal radio), via le déploiement automatique des RCRA pour préserver cette connectivité. Grâce à ce procédé, le VM peut parcourir des distances plus importantes ou pénétrer dans des environnements plus hostiles (ex. environnements fortement métalliques et contraignant la propagation du signal radio) tout en préservant une connectivité de qualité avec la BA. Ce procédé inclut également un mode de repli permettant, lorsque le VM rebrousse chemin selon sa trajectoire initiale, un repli automatique des RCRA le long de cette même trajectoire et un démantèlement progressif du réseau mesh / multi-saut formé par les RCRA via le retrait des RCRA du réseau mesh dès lors qu'ils ne sont plus nécessaires pour préserver la connectivité de qualité entre le VM et la BA.

[0005] Cependant, cette solution ne permet pas de résoudre directement le problème adressé par la présente invention puisqu'il ne permet de maintenir la connectivité avec la base arrière que pour un seul véhicule mobile et non pour un ensemble d'équipements mobiles.

[0006] Aussi, chercher à adresser la problématique visée par la présente invention en utilisant uniquement le procédé décrit dans cette demande de brevet, requerrait alors de considérer chaque équipement mobile (EM) comme un VM et donc d'associer à chacun des EM un ensemble de RCRA visant à maintenir la connectivité entre ledit EM et la BA. Toutefois, cette approche présenterait un inconvénient important qui est le besoin d'un très grand nombre de RCRA de manière à pouvoir servir une flotte d'équipements mobiles (EM) suffisamment importante.

[0007] Aussi, il existe un besoin pour une solution qui lève les inconvénients des approches connues et qui permette de préserver une connectivité sans-fil de qualité entre une base arrière et chacun des équipements d'un ensemble d'équipements sans fil mobiles.

[0008] La présente invention répond à ce besoin en proposant une solution permettant de redéployer automatiquement la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans-fil desservant un ensemble d'équipements mobiles connectés à une base arrière.

Résumé de l'invention

[0009] Un objet de la présente invention est un procédé de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil interconnectant un ensemble d'équipements mobiles sans-fil (EM) à une base arrière (BA).

[0010] Avantagusement, le procédé de l'invention permet de redéployer automatiquement (i.e. sans intervention humaine) la couverture géographique d'un réseau de télécommu-

nication sans fil, en vue de maintenir à chaque instant une connectivité de qualité entre chacun des équipements mobiles et une base arrière malgré le déplacement géographique de ces équipements mobiles au cours du temps.

- [0011] Le procédé de l'invention permet également de maintenir une connectivité de qualité entre les différents équipements mobiles d'un même ensemble malgré leurs déplacements, par l'acheminement des communications via la base arrière.
- [0012] Le procédé de l'invention permet également, malgré les déplacements des équipements mobiles, de maintenir une connectivité de qualité entre chacun des équipements mobiles d'un même ensemble et un réseau arrière, c'est-à-dire un réseau tiers connecté à une base arrière, par l'acheminement des communications via la base arrière.
- [0013] La solution s'appuie sur une architecture réseau innovante constituée d'un ensemble de véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil (VMSSF) en charge de fournir la couverture réseau sans-fil aux différents équipements mobiles (EM), chacun des VMSSF étant connecté à la BA via un lien sans-fil, soit directement, soit à travers un ou plusieurs relais sans-fil mobiles, ces relais étant aptes à se déplacer de manière autonome pour maintenir à chaque instant la connectivité entre un VMSSF et la BA.
- [0014] Pour parvenir au résultat recherché, le procédé de l'invention s'appuie sur un ensemble de véhicules mobiles équipés chacun d'une station de base sans fil et noté (VMSSF), chaque véhicule mobile de ce type étant en charge de fournir une couverture réseau sans-fil à un ensemble d'équipements mobiles, chacun des VMSSF étant connecté à une base arrière commune via un lien sans-fil, soit directement, soit à travers d'un ou de plusieurs relais sans-fil mobiles (RCRA).
- [0015] Dans un mode de réalisation, les relais RCRA sont aptes à se déplacer de manière autonome pour maintenir à chaque instant la connectivité entre un véhicule mobile VMSSF et la base arrière selon un procédé décrit dans la demande de brevet précitée.
- [0016] Le procédé de la présente invention permet de manière automatique de déterminer si le déploiement d'un VMSSF est requis dans une zone donnée, de définir la position où déployer ce VMSSF et de gérer le déploiement automatique du VMSSF à cette position en vue d'offrir la connectivité réseau sans-fil dans cette zone ou d'améliorer la connectivité dans cette zone.
- [0017] Avantageusement, le procédé de l'invention permet également de déterminer de manière automatique qu'un VMSSF n'est plus utile dans une zone donnée et dès lors de gérer son rapatriement vers la base arrière, en vue d'un éventuel futur redéploiement vers une autre zone géographique.
- [0018] Dans le cas particulier où le système n'a plus suffisamment de VMSSF disponibles (ou plus suffisamment de relais sans-fil mobiles disponibles pour déployer un VMSSF dans une zone donnée), le procédé permet également de déclencher un éventuel rapa-

triement d'un VMSSF déjà déployé, libérant ainsi de nouvelles ressources, pour permettre le déploiement d'un VMSSF dans une nouvelle zone ciblée.

- [0019] Dans un mode de réalisation, l'invention met en œuvre un procédé s'appuyant sur l'utilisation d'une seule base arrière mobile afin de maintenir la connectivité du réseau sans-fil entre les équipements mobiles et le réseau arrière malgré le déplacement des équipements mobiles sur de longues distances.
- [0020] Dans une variante de réalisation, l'invention met en œuvre un procédé s'appuyant sur l'utilisation de deux bases arrière mobiles afin de maintenir la connectivité du réseau sans-fil entre les équipements mobiles et le réseau arrière malgré le déplacement des équipements mobiles sur de longues distances.
- [0021] Les domaines d'application industrielle de l'invention sont multiples. L'invention est applicable dans tous les scénarios où une couverture réseau sans-fil doit être fournie à un ensemble d'équipements mobiles se déplaçant dans un environnement, potentiellement sur de longues distances, et où une infrastructure de communications fixes utilisable par les équipements mobiles n'existe pas.
- [0022] L'invention répond à ce besoin en permettant de déployer de manière automatique (sans intervention humaine) une couverture réseau temporaire dans l'environnement où évoluent les équipements mobiles, cette couverture réseau étant elle-même auto-reconfigurable afin d'offrir à chaque instant la connectivité réseau requise par les équipements mobiles tout en minimisant les ressources nécessaires. La couverture réseau ainsi fournie par la solution a donc la caractéristique d'être elle-même mobile, et à couverture/étendue/géométrie variable.
- [0023] A titre d'exemples non limitatifs, quelques scénarios où l'utilisation de la présente invention est avantageuse, sont :
- [0024] Des missions de secours : pour apporter une couverture réseau fil dans une zone de catastrophe (tremblement de terre, incendie, inondation, etc...), potentiellement très large, et dépourvue d'infrastructure de communication préexistante, pour permettre à différents intervenants mobiles (hommes, véhicules, robots, etc...) de réaliser leur mission (recherche de victimes...) grâce à ce réseau sans-fil temporaire à couverture auto-reconfigurable.
- [0025] Des missions de sécurité : telles que la surveillance d'une zone (frontière...) par un ensemble d'intervenants mobiles.
- [0026] Des missions industrielles : telles que par exemple apporter une couverture réseau sans-fil temporaire et à couverture auto-reconfigurable sur un chantier (par définition en constante évolution) ou pour le démantèlement d'une installation critique (site nucléaire).
- [0027] Pour obtenir les résultats recherchés, il est proposé un procédé de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil in-

terconnectant une pluralité d'équipements mobiles sans-fil à une base arrière commune, le procédé comprenant des étapes consistant à :

- partitionner la zone de couverture géographique du réseau de télécommunication sans fil en sous-zones ;
- assigner un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil à chaque sous-zone, chaque véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil étant connecté à ladite base arrière via un lien sans-fil, et étant positionné à une position géographique offrant une couverture réseau sans-fil sur ladite sous-zone à un ensemble d'équipements sans-fil mobiles ;
- déterminer la perte ou la dégradation de qualité de la connectivité réseau sans-fil entre un ensemble d'équipements sans-fil mobiles et la base arrière ;
- déterminer une nouvelle position géographique pour un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil permettant d'offrir ou d'améliorer la connectivité réseau sans-fil entre ledit ensemble d'équipements sans-fil mobiles et la base arrière ; et
- déployer un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil à ladite position.

[0028] Le procédé peut opérer selon des modes de réalisation alternatifs ou combinés.

[0029] Dans un mode de réalisation, l'étape de déterminer la perte ou la dégradation de qualité de la connectivité réseau sans-fil entre un ensemble d'équipements sans-fil mobiles et la base arrière comprend des étapes consistant à surveiller de manière continue (a) l'attachement des équipements mobiles de chaque ensemble d'équipements mobiles au véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil auquel l'ensemble est rattaché, (b) la localisation de chacun des équipements mobiles et (c) le risque de surcharge des cellules sans-fil des véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil.

[0030] Dans un mode de réalisation, l'étape de surveillance du paramètre (a) d'attachement des équipements mobiles, consiste à détecter quand un équipement mobile n'est plus sous la couverture réseau sans-fil d'aucun véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil déployé, et à reconfigurer le réseau sans-fil.

[0031] Dans un mode de réalisation, l'étape de reconfigurer le réseau sans-fil comprend des étapes consistant à :

- déterminer la dernière localisation connue de l'équipement mobile déconnecté du réseau sans-fil ;
- définir une nouvelle sous-zone géographique à proximité de la dernière localisation connue dudit équipement mobile ;
- vérifier qu'il reste au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible pour desservir ladite nouvelle sous-zone ; et

- déployer ledit au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible à ladite nouvelle sous-zone.
- [0032] Dans un mode de réalisation, l'étape de surveillance du paramètre (a) d'attachement des équipements mobiles, consiste à détecter quand un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil est non utilisé, et à reconfigurer le réseau sans-fil.
- [0033] Dans un mode de réalisation, l'étape de reconfigurer le réseau sans fil comprend des étapes consistant à :
- déterminer que plus aucun équipement mobile n'est connecté au véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil qui est détecté comme non utilisé ;
 - désactiver la cellule sans-fil dudit véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil et réinitialiser les paramètres de ladite cellule sans-fil ; et
 - rapatrier le véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil vers une zone de stockage.
- [0034] Dans un mode de réalisation, l'étape de surveillance du paramètre (c) de risque de surcharge des cellules sans-fil, consiste à déterminer la localisation du véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ayant émis une notification de risque de surcharge, et à reconfigurer le réseau sans-fil.
- [0035] Dans un mode de réalisation, l'étape de reconfigurer le réseau sans fil comprend des étapes consistant à :
- définir une position géographique à proximité de la localisation du véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ayant émis une notification de risque de surcharge, pour déployer un nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ;
 - vérifier qu'il reste au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible et non déployé ;
 - définir les paramètres de la cellule sans-fil dudit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ;
 - déployer ledit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil au niveau de la position géographique définie ;
 - activer la couverture complémentaire du réseau sans-fil offerte par ledit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil déployé.
- [0036] Le procédé peut comprendre de plus des étapes consistant à déterminer qu'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil n'est plus utile dans une zone donnée et à le rapatrier vers la base arrière.
- [0037] Le procédé peut comprendre de plus des étapes consistant à déterminer une nouvelle position géographique pour la base arrière et à déplacer ladite base arrière vers la nouvelle position géographique.

- [0038] Le procédé peut comprendre de plus des étapes consistant à déterminer une position géographique pour une deuxième base arrière, à déplacer ladite deuxième base arrière vers la position géographique, à déployer un nouveau réseau sans fil interconnectant la pluralité d'équipements mobiles sans-fil à ladite deuxième base arrière.
- [0039] L'invention concerne aussi un dispositif comprenant des moyens pour mettre en œuvre les étapes du procédé de l'invention.
- [0040] Selon des variantes de réalisation du dispositif de l'invention, le véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil est un véhicule terrestre ou aérien ou amphibie ou aquatique, ledit véhicule étant télé-piloté ou auto-piloté (sans intervention humaine).
- [0041] Dans une réalisation avantageuse, le réseau de communication sans-fil, est implémenté selon une architecture orientée « Software Defined Networking » SDN comprenant un contrôleur SDN ayant une Interface Nord et une Interface Sud, mis en place au niveau d'un système central (au niveau d'une base arrière ou d'un serveur connecté au réseau arrière). Le contrôleur SDN est apte à piloter via son Interface Sud les configurations d'équipements SDN constitués par la/les base(s) arrière, le(s) véhicule(s) mobile(s) et l'ensemble des relais, et apte à mettre en œuvre sous la forme d'un Service SDN via son Interface Nord les étapes du procédé de l'invention.
- [0042] L'invention concerne aussi un produit programme d'ordinateur qui comprend des instructions de code permettant d'effectuer les étapes du procédé de l'invention, lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur.

Description des figures

- [0043] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit et des figures des dessins annexés dans lesquels :
- [0044] La [Fig.1] illustre un environnement d'application de l'invention, mettant en œuvre plusieurs véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil (VMSSF) connectés à une base arrière (BA), offrant une couverture réseau sans-fil à une pluralité d'équipements sans-fil mobiles (EM) ;
- [0045] La [Fig.2] est un organigramme des étapes opérées pour un déploiement initial d'un réseau sans-fil dans le contexte de l'invention ;
- [0046] La [Fig.3] est un organigramme des étapes générales opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans le contexte de l'invention ;
- [0047] La [Fig.4] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans un mode de réalisation ;
- [0048] La [Fig.5] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans un mode de réalisation ;
- [0049] La [Fig.6] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans un mode de réalisation ;

- [0050] La [Fig.7] est un organigramme des étapes opérées par le procédé de l'invention dans un mode de réalisation avec déplacement d'une base arrière ;
- [0051] La [Fig.8] est un organigramme des étapes opérées par le procédé de l'invention dans un autre mode de réalisation avec déplacement de deux bases arrières ;
- [0052] Les [Fig.9a] à [Fig.9i] illustrent différents exemples de mise en œuvre du procédé de l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0053] La [Fig.1] illustre un environnement 100 permettant de mettre en œuvre l'invention, sur l'exemple de trois véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil (VMSSF : 104-1, 104-2, 104-3) connectés à une même base arrière (BA : 102), soit directement, soit via des relais de communication robotisés autonomes (RCRA : 108). Chaque véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil (VMSSF) offre une couverture réseau sans-fil à une pluralité ou un ensemble d'équipements sans-fil mobiles (EM : 106-1, 106-2, 106-3).
- [0054] Dans le contexte de l'invention, un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil (VMSSF), est caractérisé par les éléments suivants :
- [0055] Un VMSSF est un véhicule télé-opéré de manière automatique (i.e. sans intervention humaine) depuis la base arrière (BA), ou depuis un serveur localisé dans un réseau arrière 110 connecté à la BA. Le VMSSF peut ainsi être repositionné automatiquement au niveau d'un point géographique donné, par exemple en indiquant les coordonnées géographiques de ce point ciblé ou encore un indiquant une trajectoire à suivre.
- [0056] Un VMSSF est équipé d'une station de base sans fil lui permettant d'apporter une connectivité réseau sans-fil dans une zone géographique à proximité de sa localisation. Tout type de technologie de transmission sans-fil peut être utilisé pour cette couverture réseau sans-fil offerte par le VMSSF, telles que par exemple des transmissions radio dans tout type de bande RF (WiFi, 4G, 5G, etc.), des transmissions sur la partie visible du spectre électromagnétique (par exemple des transmissions LiFi) ou encore des transmissions acoustiques (sous l'eau).
- [0057] Dans un mode de réalisation, un VMSSF (ainsi que la base arrière) peut être configuré pour mettre en œuvre un procédé permettant d'établir et maintenir un lien sans-fil de qualité entre la BA et le VMSSF lorsqu'une connectivité sans-fil directe entre les deux ne peut plus être assurée. Ce procédé qui peut par exemple être conforme à celui décrit dans la demande de brevet précitée de la Demanderesse, permet alors de maintenir la connectivité entre le VMSSF et la BA à travers un ou plusieurs relais sans-fil mobiles (RCRA) aptes à se déplacer de manière autonome le long de la trajectoire du VMSSF. Là encore tout type de technologie de transmission sans-fil peut être utilisé entre le VMSSF et la BA telles que par exemple des trans-

missions radio dans tout type de bande RF (par exemple une transmission WiFi ad-hoc), des transmissions sur la partie visible du spectre électromagnétique (par exemple des transmissions LiFi) ou encore des transmissions acoustique (par exemple sous l'eau). Dans le cadre de la présente invention, la mise en œuvre d'un tel procédé reste optionnelle en ce sens qu'elle n'est pas nécessaire tant que le VMSSF et la BA restent connectés l'un à l'autre via une connexion sans-fil directe offrant une portée suffisante pour couvrir leurs éloignements relatifs.

[0058] Dans le contexte de l'invention, une base arrière (BA) peut prendre différentes formes telles que par exemple :

- Un serveur dans l'internet ou une plateforme dans le nuage (« cloud ») ;
- Un serveur déployé sur un site d'intervention ;
- Un serveur fixe ou mobile, par exemple déployé dans un véhicule de tout type (un camion par exemple).

[0059] La BA peut être connectée à un réseau arrière via tout type de technologies de transmission (par exemple via un lien satellite).

[0060] La BA est typiquement associée à une « zone de stockage » pouvant accueillir un ensemble de VMSSF en vue de leur futur déploiement sur le terrain pour déployer le réseau sans fil. A titre d'exemple, la BA peut être positionnée sur un camion (tel qu'illustré dans la [Fig.1]) et la zone de stockage peut être une plateforme/remorque associée au camion. Lorsque les VMSSF sont stockées dans la zone de stockage, les cellules sans-fil associées à ces VMSSF sont désactivées. Dans un mode de réalisation, une même zone de stockage peut accueillir les VMSSF et des RCRA.

[0061] Ainsi, la présente invention peut s'implémenter avec des variantes de ces configurations et peut s'appliquer à de multiples scénarios définis par de nouvelles missions.

[0062] La [Fig.2] est un organigramme des étapes 200 opérées pour un déploiement initial d'un réseau de communication sans-fil dans le contexte de l'invention. Le réseau sans-fil est déployé en vue de couvrir une zone géographique initiale prédéfinie, selon les étapes consistant à :

[0063] Etape 202 : Définir une zone géographique initiale sur laquelle le réseau sans-fil doit être déployé de telle manière que l'ensemble des EM qui doivent être desservis par le réseau sans-fil se trouve initialement dans cette zone géographique. Il est alors fait l'hypothèse que les localisations initiales de chacun des EM sont connues.

[0064] Etape 204 : Partitionner la zone géographique initiale en de multiples sous-zones, chaque sous-zone géographique étant à couvrir par un VMSSF distinct. La dimension de chaque sous-zone peut être définie sur la base de la portée radio maximale atteignable par la station de base sans-fil dont est équipé le VMSSF, compte tenu des conditions de propagation sans-fil propres à la sous-zone ciblée.

- [0065] Etape 206 : Définir la localisation de chacun des VMSSF en charge d'une sous-zone. Typiquement cette localisation peut être définie par exemple comme le point central de la sous-zone dans l'hypothèse où le VMSSF est équipé d'une station de base sans fil assurant une couverture omnidirectionnelle (en étant équipé d'un émetteur/récepteur omnidirectionnel par exemple).
- [0066] Etape 208 : Définir les paramètres des cellules sans-fil offertes par chacun des VMSSF (par exemple la bande de fréquence) notamment en vue d'éviter, de minimiser les interférences avec les VMSSF des sous-zones voisines, par exemple en allouant des bandes de fréquences disjointes aux VMSSF couvrant des sous-zones voisines, mais potentiellement se recouvrant légèrement l'une et l'autre afin d'assurer une continuité de la couverture sans-fil dans la zone.
- [0067] Etape 210 : Déployer chacun des VMSSF au niveau de sa localisation ainsi définie. Cette étape peut être réalisée selon le procédé décrit dans la demande de brevet précitée de la Demanderesse afin de maintenir la connectivité du VMSSF avec la BA.
- [0068] Etape 212 : Configurer les paramètres ainsi définis des cellules sans-fil de chacun des VMSSF déployés et activer la cellule sans-fil de chacun d'eux, de manière à activer la couverture du réseau sans-fil dans la sous-zone de chaque VMSSF.
- [0069] Etape 214 : Monitorer/Surveiller de manière continue (a) l'attachement des EM à chacun des différents VMSSF déployés, (b) la localisation de chacun des EM et (c) les notifications de risque de surcharge des cellules sans-fil des VMSSF.
- [0070] L'attachement d'un EM à un VMSSF, c'est-à-dire à la station de base sans-fil dont le VMSSF est équipé, peut être facilement détecté grâce au protocole / fonctionnement nominal de la technologie sans-fil utilisée pour le lien entre l'EM et le VMSSF. Le VMSSF peut alors facilement remonter cette information d'attachement au système en charge de centraliser ces informations pour l'ensemble des EM (et des différents VMSSF) et en charge de réaliser le présent procédé.
- [0071] Les procédés décrits peuvent être mis en œuvre au niveau de la base arrière ou au niveau d'un équipement localisé dans le réseau arrière (par exemple un serveur).
- [0072] Une fois connecté à un VMSSF, chaque EM qui peut déterminer sa localisation à tout instant lors de son déplacement, peut remonter cette information de localisation au système en charge de centraliser ces informations pour l'ensemble des EM et en charge de réaliser le présent procédé.
- [0073] Chaque EM peut être équipé d'un système de localisation lui permettant de connaître à tout instant sa position dans l'environnement dans lequel il évolue. Tout type de système de localisation peut être utilisé tel que par exemple (i) des systèmes de localisation par satellites (GPS, Galiléo, Glonass), (ii) des systèmes de localisation via une infrastructure radio déployée au sol telle que par exemple une infrastructure de localisation UWB (« Ultra Wide Band »), (iii) des systèmes de localisation par vision ex-

ploitant une ou plusieurs caméras, notamment via les techniques de SLAM (« Simultaneous Localization And Mapping »), ou encore (iv) des systèmes hybrides mixant plusieurs techniques de localisation tels que des systèmes par satellites, par SLAM, ou des systèmes exploitant d'autres types de capteurs (centrales inertielles, boussoles, accéléromètres, odomètres...).

- [0074] L'état de surveillance / monitoring 214 des différents paramètres (a) d'attachement des EM, (b) de la localisation des EM, (c) de surcharge des cellules sans-fil des VMSSF, permet quand il est détecté que cela est nécessaire, de redéployer de manière automatique le réseau sans-fil selon le procédé de redéploiement de l'invention.
- [0075] Le redéploiement automatique du réseau de communication sans fil peut être déclenché en fonction de différentes situations qui peuvent être détectées, et qui sont décrites en référence aux figures 3 à 6.
- [0076] La [Fig.3] est un organigramme des étapes qui permettent, à partir de la surveillance 214 continue des paramètres précités (a), (b), (c), de détecter différentes situations pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans le contexte de l'invention.
- [0077] Une première situation liée à la surveillance du paramètre (a) d'attachement des EM, consiste à déterminer 302 quand un EM n'est plus sous la couverture d'aucun VMSSF actuellement déployé dans la zone de couverture globale du réseau sans-fil. Quand il est identifié cette situation, le procédé permet de lancer une reconfiguration automatique du réseau sans-fil 304. La surveillance du paramètre (b) de localisation des EM est utilisé pour déterminer l'emplacement du nouveau VMSSF à déployer à proximité de l'emplacement où l'EM, maintenant déconnecté, avait quitté la zone couverte par le réseau sans-fil. La reconfiguration du réseau est décrite en détail en référence à la [Fig.4].
- [0078] Une deuxième situation est liée à la surveillance du paramètre (a) d'attachement des EM, et consiste à déterminer 306 si un VMSSF est non utilisé, i.e. si la cellule sans-fil d'un VMSSF est non utilisée. Quand il est identifié cette situation (détection qu'un VMSSF est non utilisé à partir du moment où plus aucun EM n'est attaché à sa cellule radio), le procédé permet de lancer une reconfiguration automatique du réseau sans-fil 308. La reconfiguration du réseau est décrite en détail en référence à la [Fig.5].
- [0079] Une troisième situation est liée à la surveillance du paramètre (c) de risque de surcharge des cellules sans-fil des VMSSF, et consiste à déterminer 310 si la cellule sans-fil d'un VMSSF est en risque de surcharge. Quand il est identifié cette situation, le procédé permet de lancer une reconfiguration automatique du réseau sans-fil 312. La reconfiguration du réseau est décrite en détail en référence à la [Fig.6].
- [0080] La [Fig.4] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans le cas où il est déterminé qu'un EM n'est plus sous

une couverture réseau d'aucun des VMSSF actuellement déployés, et est donc hors de la zone globale couverte par le réseau sans-fil assurée par l'ensemble des VMSSF déployés. Le procédé permet alors d'organiser le déploiement d'un VMSSF en soutien de l'EM identifié comme n'étant plus sous couverture réseau.

- [0081] Suite au déplacement d'un EM par rapport à sa localisation initiale (i.e. celle lors du déploiement initial du réseau sans-fil), l'EM peut être amené à sortir de la sous-zone couverte par le VMSSF auquel il était initialement attaché. Il peut alors pénétrer dans une sous-zone voisine et se rattacher au nouveau VMSSF desservant cette sous-zone, et ainsi maintenir sa connectivité. Dans ce cas le VMSSF initial notifie le système central en charge de réaliser le procédé, du détachement de l'EM (une fois hors de couverture) et le nouveau VMSSF notifie à son tour le système central du rattachement de cet EM à ce nouveau VMSSF, confirmant ainsi au système central que l'EM est toujours rattaché au réseau sans-fil.
- [0082] Il peut également arriver que l'EM, lors de ses déplacements, quitte totalement la zone globale couverte par l'ensemble des VMSSF déployés sur la zone géographique initiale, et qu'il perde ainsi la connectivité avec le réseau sans-fil. Dans ce cas, en l'absence de notification de rattachement à un nouveau VMSSF, le système central peut détecter que l'EM n'est plus sous couverture et qu'un redéploiement du réseau sans-fil est nécessaire afin de permettre à l'EM de retrouver une couverture.
- [0083] Le système central procède alors selon les étapes suivantes pour assurer ce redéploiement :
- [0084] Etape 402 : Déterminer la dernière localisation connue de l'EM actuellement déconnecté du réseau sans-fil.
- [0085] Etape 404 : Définir une nouvelle sous-zone géographique (hors de la zone géographique globale actuellement couverte par le réseau sans-fil) à proximité de la dernière localisation connue de l'EM.
- [0086] Etape 406 : Vérifier qu'il reste suffisamment de ressources pour desservir cette nouvelle sous-zone, c'est-à-dire qu'il reste au moins un VMSSF disponible et non déployé (et le cas échéant qu'il reste suffisamment de RCRA pour couvrir la distance entre la BA et cette nouvelle sous-zone). S'il ne reste pas suffisamment de ressources, alors le processus est arrêté et le réseau n'est pas redéployé 420.
- [0087] S'il reste suffisamment de ressources pour procéder au redéploiement du réseau en rajoutant la nouvelle sous-zone précédemment définie alors, le procédé poursuit par des étapes consistant à :
- [0088] Etape 408 : Définir la localisation du nouveau VMSSF en charge de cette nouvelle sous-zone. Typiquement cette localisation peut être définie comme le point central de la sous-zone dans l'hypothèse où le VMSSF est équipé d'une station de base sans fil assurant une couverture omnidirectionnelle. Le procédé permet alors de définir les pa-

ramètres de la cellule sans-fil offerte par ce nouveau VMSSF (la bande de fréquence par exemple) notamment en vue d'éviter ou de minimiser les interférences avec les VMSSF des sous-zones voisines.

- [0089] Etape 410 : Déployer le nouveau VMSSF au niveau de la localisation qui a été définie pour lui (en utilisant si nécessaire le procédé de déploiement décrit dans la demande de brevet précitée de la Demanderesse, en vue de maintenir la connectivité du VMSSF avec la BA). Le procédé permet aussi de configurer les paramètres définis de la cellule sans-fil du nouveau VMSSF déployé et activer sa cellule sans-fil, de manière à activer la couverture du réseau sans-fil dans la sous-zone de chaque VMSSF.
- [0090] Etape 412 : Déterminer si l'EM (qui était jusqu'ici déconnecté) se rattache au nouveau VMSSF ainsi déployé.
- [0091] Etape 414 : Si l'EM se rattache au nouveau VMSSF, et retrouve ainsi sa connectivité, le système central est alors notifié par le nouveau VMSSF que l'EM est de nouveau rattaché au réseau sans-fil, et le système central peut également obtenir de nouveau les informations de localisation de l'EM. Le déploiement du réseau sans-fil a été réalisé avec succès permettant ainsi à l'EM de retrouver une couverture réseau.
- [0092] Etape 416 : Si l'EM ne se rattache pas (par exemple après un temps prédéfini), alors le système central peut procéder au rapatriement du VMSSF qui avait été déployé dans la nouvelle sous-zone.
- [0093] Etape 418 : Le procédé reboucle à l'étape 404 pour définir une nouvelle sous-zone où redéployer le VMSSF, et tenter de rattacher l'EM. Si au bout de plusieurs tentatives infructueuses (paramètre configurable), l'EM n'a toujours pas été retrouvé ou ne s'est pas rattaché, le processus de recherche est arrêté et le réseau n'a finalement pas été redéployé.
- [0094] On peut noter que le procédé décrit pour gérer la première situation permet également avantageusement de répondre à une situation où un VMSSF donné deviendrait défaillant ou inopérant de telle sorte qu'il ne puisse plus alors offrir une couverture réseau sans-fil (c'est le cas lors d'une panne, d'une destruction, etc. du VMSSF). Dans ce cas en effet, le système central (en déterminant la défaillance du VMSSF ou l'absence de renouvellement des attachements des EM au VMSSF), détermine de fait que les EM qui étaient précédemment couverts par ledit VMSSF sont maintenant non couverts, et il peut alors procéder au redéploiement du réseau sans-fil dans cette zone (permettant ainsi de remplacer le VMSSF défaillant par un nouveau VMSSF).
- [0095] Dans le contexte général de la première situation décrite, l'extension du réseau sans-fil pour couvrir une nouvelle sous-zone en y déployant un VMSSF, n'est déclenchée que dès lors que la déconnexion d'un EM est détectée par le système central. Il peut alors en résulter un temps relativement important pendant lequel l'EM reste sans

couverture réseau, le temps justement que l'extension de couverture dans la nouvelle sous-zone soit mise en place. Afin de palier à ce problème, et idéalement éviter toute déconnexion des EM, une variante « variante 1 » de ce procédé permet au système central d'anticiper une possible perte de couverture d'un EM et d'initier à l'avance le déploiement de l'extension de la couverture du réseau (via le déploiement d'un VMSSF) dans une nouvelle sous-zone vers laquelle l'EM est justement en train de se déplacer.

[0096] Dans cette variante, le système central surveille toujours de manière continue les attachements des EM aux différents VMSSF déployés ainsi que la localisation de chacun des EM, mais en plus il collecte également en temps réel des informations complémentaires de vitesse et d'orientation/direction de chacun des EM. Le système central intègre un module de prédiction de trajectoire pour chacun des EM, qui permet (de manière régulière) de prédire la trajectoire future d'un EM donné, en prenant en compte sa trajectoire passée, sa vitesse, son orientation / sa direction ainsi qu'éventuellement des informations complémentaires relatives au terrain (comme par exemple la présence d'une route sur laquelle l'EM est en train de se déplacer). Grâce à cette prédiction de trajectoire, et connaissant la zone de couverture globale actuelle du réseau, le système central peut alors déterminer (de manière régulière) (1) l'instant T où ledit EM risque de quitter la zone de couverture et (2) la dernière localisation prédite L de l'EM lorsqu'il perdra/quittera cette couverture réseau (correspondant au point d'intersection entre la trajectoire prédite pour l'EM et le périmètre de la zone de couverture réseau). Le système central peut alors surveiller cette indication de temps T , et décider de déployer (de manière anticipée) une extension de la couverture réseau (via le déploiement d'un VMSSF) dans une nouvelle sous-zone localisée à proximité du point L (point de sortie de l'EM de la zone de couverture) dès lors que T est inférieur à une valeur de référence T_{ref} , cette dernière pouvant par exemple correspondre au temps nécessaire (estimé par le système central) pour déployer l'extension de la couverture réseau dans la nouvelle sous-zone définie. Ainsi l'extension de couverture réseau peut être mise en place avant que ledit EM ne perde la couverture réseau.

[0097] Si toutefois le système central ne dispose plus de ressources suffisantes (en termes de VMSSF et éventuels de RCRA à associer) dans la zone de stockage, le système central peut alors envoyer une alerte audit EM lui indiquant le risque qu'il perde la connectivité dans un délai de temps T s'il poursuit sa trajectoire au-delà de la localisation L , de manière à l'inciter si possible à réviser sa trajectoire.

[0098] Naturellement, une fois l'extension de couverture déployée (via un nouveau VMSSF) le système central continue de prédire la trajectoire future dudit EM et s'il s'avère que la nouvelle zone d'extension n'est plus appropriée ou nécessaire (et qu'il n'y a aucun

autre EM rattaché au VMSSF), le système central peut procéder au rapatriement du VMSSF concerné.

- [0099] La [Fig.5] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher (308) le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans le cas où il est déterminé (306) qu'une cellule sans-fil d'un VMSSF n'est pas utilisée et alors organiser le rapatriement du VMSSF.
- [0100] Suite aux déplacements des EM il peut arriver qu'un VMSSF se retrouve sans aucun EM qui lui soit rattaché (dans le cas par exemple où tous les EM ont migré vers d'autres sous-zones). Le système central peut alors décider (par exemple au bout d'un certain temps, paramétrable) de procéder au rapatriement du VMSSF non utilisé afin de récupérer des ressources (le VMSSF et les RCRA éventuellement associés) en vue de futurs redéploiements sur de nouvelles sous-zones.
- [0101] Pour assurer le rapatriement d'un VMSSF, après avoir détecté 306 que plus aucun EM n'est connecté au VMSSF, le procédé dans un mode de réalisation opère des étapes consistant à :
- [0102] Etape 502 : Désactiver la cellule sans-fil du VMSSF, et réinitialiser les paramètres de cette cellule sans-fil.
- [0103] Etape 504 : Rapatrier le VMSSF en lui indiquant de revenir automatiquement à la zone de stockage.
- [0104] Dans l'hypothèse où le déploiement de RCRA aurait été nécessaire pour permettre de déployer le VMSSF à sa localisation précédente, alors un rapatriement automatique de ces RCRA vers la zone de stockage peut être mise en place par l'application du procédé de repli défini dans la demande de brevet précitée de la Demanderesse.
- [0105] La [Fig.6] est un organigramme des étapes opérées pour déclencher le redéploiement automatique du réseau sans-fil dans le cas où il est déterminé qu'une cellule sans-fil d'un VMSSF est en risque de surcharge, et organiser le déploiement d'un VMSSF supplémentaire en soutien.
- [0106] Suite aux déplacements des EM, un VMSSF peut alors se retrouver dans une situation où sa cellule sans-fil risque d'être surchargée à cause d'un nombre d'EM à desservir dépassant les capacités de la cellule, requérant alors le déploiement d'un VMSSF supplémentaire à proximité afin d'apporter des ressources supplémentaires dans la sous-zone.
- [0107] Le système central procède alors selon les étapes suivantes pour assurer ce redéploiement :
- [0108] Etape 602 : Après avoir détecté pour un VMSSF qu'il est en risque de surcharge lorsqu'un nouvel EM tente de s'attacher à lui alors qu'un nombre d'EM connectés est déjà au maximum par rapport à la configuration du VMSSF pour supporter un nombre maximum d'EM connectés simultanément, le VMSSF peut alors refuser l'attachement

de ce nouvel EM (de manière à ne pas pénaliser la qualité de la connectivité des autres EM) et notifier au système central le risque de surcharge.

- [0109] Dans une alternative de réalisation, plutôt que de refuser l'attachement du nouvel EM, le VMSSF peut accepter l'attachement de ce nouvel EM mais en ne lui allouant des ressources radio que dans la mesure où cela ne vient pas perturber les communications des autres EM dans la sous-zone (le nouvel EM dispose alors d'une connexion en mode dégradé). Le VMSSF peut alors notifier au système central le risque de surcharge et la mise en place de ce mode dégradé pour ledit nouvel EM. Le système central peut alors envoyer un message d'alerte à l'EM pour (a) le notifier de sa mise en mode dégradé et (b) lui recommander une direction à suivre en vue de rejoindre une sous-zone à proximité susceptible de lui offrir une meilleure connexion (vers un VMSSF n'ayant pas encore atteint son nombre maximum d'EM connectés).
- [0110] Etape 604 : Après avoir reçu une notification de surcharge, le procédé permet de déterminer la localisation du VMSSF (noté VMSSF 1) ayant émis la notification.
- [0111] Etape 606 : Le procédé permet de définir la position du nouvel VMSSF (noté VMSSF 2) qui devra être déployé à proximité de VMSSF 1 en vue d'accroître les ressources réseau offertes aux EM présents dans la sous-zone du VMSSF 1 et qui est actuellement en risque de surcharge. La localisation du VMSSF 2 peut par exemple être définie de telle manière qu'il soit le plus proche possible du VMSSF 1 tout en veillant à éviter tout risque de collision entre les deux VMSSF.
- [0112] Etape 608 : Le procédé permet de vérifier qu'il reste suffisamment de ressources pour déployer le nouveau VMSSF 2 à cette nouvelle localisation, c'est-à-dire qu'il reste au moins un VMSSF disponible, non déployé en zone de stockage, et le cas échéant qu'il reste suffisamment de RCRA pour couvrir la distance entre la BA et cette nouvelle localisation. S'il ne reste pas suffisamment de ressources, alors le processus est arrêté 610 et le réseau n'est pas redéployé.
- [0113] Dans une variante de réalisation, dans l'hypothèse où le nouvel EM à l'origine du risque de surcharge n'aurait pas encore été placé en mode dégradé (la connexion a été acceptée mais avec un service minimal ne venant pas perturber les communications des autres EM dans la sous-zone), le VMSSF peut alors activer le mode dégradé pour ledit nouvel EM tout en notifiant le système central. Le système central peut alors envoyer un message d'alerte à l'EM pour (a) le notifier de sa mise en mode dégradé et (b) lui recommander une direction à suivre en vue de rejoindre une sous-zone à proximité susceptible de lui offrir une meilleure connexion (vers un VMSSF n'ayant pas encore atteint son nombre maximum d'EM connectés).
- [0114] S'il reste suffisamment de ressources pour déployer le nouveau VMSSF 2 à la nouvelle localisation, le procédé poursuit par des étapes consistant à :
- [0115] Etape 612 : Définir les paramètres de la cellule sans-fil offerte par le nouveau

VMSSF 2 (la bande de fréquence par exemple) notamment en vue d'éviter, de minimiser les interférences avec le VMSSF 1 et les VMSSF des sous-zones voisines.

- [0116] Etape 614 : Déployer le nouveau VMSSF 2 au niveau de sa localisation définie (en utilisant des RCRA si nécessaire en vue de maintenir la connectivité du VMSSF 2 avec la BA).
- [0117] Etape 616 : Configurer les paramètres définis de la cellule sans-fil du nouveau VMSSF 2 déployé et activer sa cellule sans-fil, de manière à activer la couverture complémentaire du réseau sans-fil offerte par le nouveau VMSSF 2 dans la sous-zone desservie conjointement par les deux VMSSF (VMSSF 1, VMSSF 2). L'EM qui est à l'origine du risque de surcharge est ainsi en mesure de détecter la cellule sans-fil complémentaire apportée par le nouveau VMSSF 2 et de s'y rattacher, de manière à disposer d'une connexion de qualité au réseau sans-fil.
- [0118] Dans une variante de réalisation, dans l'hypothèse où le nouvel EM à l'origine du risque de surcharge aurait été préalablement placé en mode dégradé auprès du VMSSF 1, le système central dès le déploiement du nouveau VMSSF 2 réalisé, peut notifier ledit nouvel EM du déploiement du nouveau VMSSF 2 et lui indiquer de se rattacher à sa cellule sans-fil de manière à récupérer rapidement une connexion de qualité au réseau sans-fil.
- [0119] Le principe général de la troisième situation, est que la détermination d'un risque de surcharge d'une cellule sans-fil est basée sur le dépassement d'un nombre maximal d'EM pouvant être connectés simultanément à une même cellule sans-fil. Cette approche, bien que simple à mettre en œuvre et raisonnablement réaliste, peut néanmoins parfois résulter dans l'émission d'une alerte de surcharge inconsidérée au niveau du système central (et de la non admission du nouvel EM, ou de sa mise en mode dégradé). Aussi une variante de réalisation consiste à prendre en compte de manière plus fine les ressources réseau effectivement disponibles au niveau de cette cellule permettant que le nouvel EM puisse être admis dans la cellule sans risque de perturber la qualité des communications des autres EM rattachés à cette même cellule.
- [0120] Ainsi, la détermination d'un risque de surcharge d'une cellule sans-fil d'un VMSSF se base (1) sur les besoins en termes de Qualité de Service (QoS) des différents EM et (2) sur l'ensemble des ressources sans-fil disponibles au niveau de la cellule (sans prise en compte d'un nombre maximum d'EM par cellule). Si les besoins en QoS d'un nouvel EM entrant dans une sous-zone peuvent être satisfaits par la cellule sans-fil, ce nouvel EM peut être admis et rattaché à la cellule, et si ce n'est pas le cas alors il n'est pas admis (ou admis uniquement en mode dégradé avec un niveau de QoS alloué réduit et donc un service réduit) et une alerte de risque de surcharge est alors transmise à l'unité centrale pour qu'elle puisse procéder au déploiement d'un VMSSF supplémentaire dans la sous-zone.

- [0121] Dans une autre variante de réalisation dans le cas de la troisième situation, le système central, connaissant les informations de localisation et de trajectoire des EM, peut anticiper le déplacement à venir d'un EM entre une première zone couverte par un premier VMSSF et une seconde zone couverte par un second VMSSF. Il peut de ce fait déterminer de manière anticipée si ce déplacement présente ou non un risque de surcharge au niveau du second VMSSF. Si le risque de surcharge est confirmé, alors le système central peut procéder, toujours de manière anticipée, au déploiement d'un VMSSF supplémentaire dans la zone de destination future de l'EM et ainsi mettre à disposition (de manière anticipée) plus de ressources dans cette zone de manière à servir cet EM supplémentaire dès son arrivée sans aucune surcharge. Le nouvel EM est alors pris en charge par le nouveau VMSSF tout juste déployé.
- [0122] Selon un mode de réalisation, en cas de ressources insuffisantes en zone de stockage lors du redéploiement du réseau sans-fil, la priorité relative des EM est prise en compte. Dans cette variante du procédé de l'invention, des priorités différentes peuvent être allouées aux différents EM, la priorité correspondant au niveau de criticité de la connectivité réseau du point de vue du fonctionnement opérationnel de l'EM (c'est-à-dire de sa capacité à réaliser sa mission). Ainsi, dans l'hypothèse où (a) le système central ne dispose plus de ressources (VMSSF et RCRA) suffisantes pour déployer un nouveau VMSSF en vue de préserver la connectivité d'un EM1 à haute priorité qui quitterait la couverture réseau et que (b) il existe un autre VMSSF desservant un unique EM2 de priorité inférieure à EM1, alors le système central peut décider de procéder au rapatriement du VMSSF servant EM2 (tout en indiquant à EM2 sa future perte de connectivité et en l'invitant à se déplacer vers une sous zone à proximité), afin de récupérer les ressources suffisantes pour couvrir EM1. Préalablement à ce rapatriement le système central évaluera les ressources (notamment le nombre de RCRA) disponibles avec ce rapatriement de manière à s'assurer qu'elles seront suffisantes pour redéployer le réseau au niveau de EM1. Si ce n'est pas le cas alors le système central devra identifier d'autres ressources potentiellement utilisables (par exemple un autre EM à plus faible priorité et seul sous un autre VMSSF) afin de pouvoir procéder au redéploiement.
- [0123] Une variante de l'invention permet de prendre en compte la priorité relative des EM pour la gestion des attachements à la cellule sans-fil d'un VMSSF, et pour la mise en place du mode dégradé pour un EM.
- [0124] Dans cette variante, où des priorités différentes sont allouées aux différents EM, le système central peut alors prendre en compte ces priorités pour offrir la connectivité réseau de manière prioritaire aux EM à haute priorité par rapport aux autres. Ainsi, si un EM à haute priorité entre sous la couverture d'une cellule sans-fil et que le système central détecte un risque de surcharge, celui-ci peut alors donner l'accès réseau à ce

nouvel EM à haute priorité et rejeter (ou passer en mode dégradé) un autre EM de cette même cellule ayant une priorité plus basse. Ceci permet notamment de préserver le mieux possible la connectivité de l'EM à haute priorité, tout en permettant également de redéployer, si possible, des ressources (VMSSF et RCRA) complémentaires au niveau de cette sous-zone en vue de rétablir un niveau de connectivité satisfaisant pour l'EM de plus faible priorité qui vient d'être rejeté (ou passé en mode dégradé).

- [0125] Les différents modes de réalisation du procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil ont été décrits pour une base arrière qui reste fixe au cours du temps. Cependant, il peut arriver dans certains scénarios que la distance moyenne entre la base arrière et les différents équipements mobiles augmente de manière significative au cours du temps, pouvant alors résulter en un manque définitif de ressources (des VMSSF et/ou des RCRA) pour desservir les équipements mobiles sur une partie significative de leur mission.
- [0126] Afin de palier à ce problème, deux variantes de réalisation du procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil selon l'invention permettent d'assurer la continuité de la connectivité réseau sans-fil pour l'ensemble des équipements mobiles même lorsque ceux-ci se déplacent si loin de la base arrière que celle-ci ne dispose alors plus de ressources (des VMSSF et des RCRA) suffisantes pour les desservir.
- [0127] Dans une première variante, le procédé se base sur une base arrière (et sa zone de stockage) mobile, et permet de minimiser les ressources nécessaires avec un inconvénient d'introduire une interruption temporaire de la connectivité réseau, le temps de relocaliser la base arrière.
- [0128] Dans une deuxième variante, le procédé se base sur l'utilisation conjointe de deux bases arrière (et leur zone de stockage) mobiles. Cette variante requière plus de ressources mais offre l'avantage de pouvoir éviter l'interruption temporaire de couverture réseau pour les équipements mobiles.
- [0129] La [Fig.7] est un organigramme des étapes 700 opérées par le procédé de l'invention dans le mode de réalisation avec déplacement d'une seule base arrière.
- [0130] Dans une étape initiale 702, alors que le réseau sans-fil est déjà déployé pour desservir les différents EM, le procédé permet de déterminer qu'il va y avoir une pénurie de ressources (VMSSF et/ou RCRA) pour desservir les EM. Cette détermination peut par exemple être faite sur la base de la connaissance (par le système central) de la mission des EM, par exemple lorsque la trajectoire des différents EM est connue a priori telle que dans le cas d'un convoi d'EM devant se déplacer d'une localisation initiale vers une localisation finale.
- [0131] Connaissant cette trajectoire a priori et l'ensemble des ressources (VMSSF et RCRA) dont la BA dispose, le système central est configuré pour déterminer à partir de quel point de la trajectoire des EM (noté localisation L1) il entrera dans une situation de

pénurie de ressources pour préserver la connectivité de qualité entre les EM et la BA. Ainsi, lorsque le système central détermine que les EM s'approchent de cette localisation L1 (ou que le convoi va la rejoindre d'ici un délai $T1$), il peut déterminer qu'il va bientôt manquer de ressources et procéder alors au redéploiement du réseau sans-fil, comme indiqué dans les étapes suivantes.

- [0132] Le système central est aussi configuré pour définir également une zone Z1 à proximité de L1, puis décider de procéder au redéploiement du réseau sans-fil (selon les étapes suivantes) dès lors que les EM ont atteint cette zone Z1.
- [0133] Selon cette configuration, les étapes pour le redéploiement, alors que le système central surveille 704 de manière continue les différents paramètres (a) d'attachement des EM à chacun des différents VMSSF déployés, (b) de localisation de chacun des EM et (c) de notifications de risque de surcharge des cellules sans-fil des VMSSF, consistent à :
 - [0134] Etape 706 : Déterminer quand tous les EM ont atteint la zone Z1 à proximité de la localisation L1 qui a été déterminée.
 - [0135] Etape 708 : Alerter l'ensemble des EM que le réseau va être redéployé et que ce redéploiement va impliquer une perte temporaire de la couverture réseau. Optionnellement le système central peut indiquer la durée de cette interruption (durée correspondant au temps pour finaliser le redéploiement du réseau sans-fil).
 - [0136] Etape 710 : Procéder à la mise à l'arrêt du réseau sans-fil, en désactivant les cellules sans-fil des VMSSF.
 - [0137] Etape 712 : Stocker en mémoire les informations concernant la dernière localisation des VMSSF et la dernière configuration de chacune des cellules sans-fil (par exemple leur bande de fréquence).
 - [0138] Etape 714 : Procéder au rapatriement de l'ensemble des VMSSF (et des RCRA associés) au niveau de la zone de stockage.
 - [0139] Etape 716 : Déterminer si une nouvelle localisation plus proche de la localisation L1 précédemment déterminée existe pour la BA (correspondant à une destination permettant de réduire la distance moyenne entre les EM et la BA de manière significative).
 - [0140] Etape 718 : Procéder au déplacement de la BA (et de sa zone de stockage) vers la nouvelle localisation. Le déplacement de la BA peut être réalisé par exemple de manière automatique, télé-pilotée par le système central.
 - [0141] Etape 720 : Une fois la BA arrivée à sa nouvelle localisation, le procédé permet de procéder au redéploiement du réseau au même endroit et selon la même configuration (conservée en mémoire par le système central) que celle qui était mise en place avant la désactivation temporaire du réseau sans-fil. Le système central redéploie ainsi les VMSSF aux mêmes localisations que précédemment et remet en place les confi-

gurations des différentes cellules radio de ces VMSSF.

- [0142] Les EM sous couverture redécouvrent alors la disponibilité du réseau sans-fil et s'y rattachent.
- [0143] Si certaines des situations 1, 2 ou 3 telles que décrites précédemment apparaissent alors que la BA est maintenant à sa nouvelle localisation, le système central procède alors à un redéploiement du réseau selon le procédé de base correspondant (304, 308, 310).
- [0144] La [Fig.8] est un organigramme des étapes opérées par le procédé de l'invention dans le mode de réalisation avec déplacement de deux bases arrière.
- [0145] Ce procédé est une alternative à celui de la [Fig.7] et offre l'avantage de pouvoir éviter l'interruption temporaire de couverture réseau pour les EM le temps que la BA rejoigne sa nouvelle localisation. Pour cela il s'appuie sur l'utilisation conjointe de deux BA mobiles (BA1 et BA2) chacune associée à sa zone de stockage également mobile.
- [0146] Dans une étape initiale 802, alors que le réseau sans-fil est déjà déployé pour desservir les différents EM, en s'appuyant sur une première BA dite BA1, le procédé permet de déterminer qu'il va y avoir une pénurie de ressources (VMSSF et/ou RCRA) pour desservir les EM. Cette détermination peut par exemple être faite sur la base de la connaissance (par le système central) de la mission des EM, par exemple lorsque la trajectoire des différents EM est connue a priori telle que dans le cas d'un convoi d'EM devant se déplacer d'une localisation initiale vers une localisation finale.
- [0147] Connaissant cette trajectoire a priori et l'ensemble des ressources (VMSSF et RCRA) dont la BA dispose, le système central est configuré pour déterminer à partir de quel point de la trajectoire des EM (noté localisation L1) il entrera dans une situation de pénurie de ressources pour préserver la connectivité de qualité entre les EM et la BA. Ainsi, lorsque le système central détermine que les EM s'approchent de cette localisation L1 (ou que le convoi va la rejoindre d'ici un délai T1), il peut déterminer qu'il va bientôt manquer de ressources et procéder alors au redéploiement du réseau sans-fil, comme indiqué dans les étapes suivantes. Le paramètre T1 peut être choisi de telle manière que le délai T1 soit légèrement supérieur au temps nécessaire pour déployer la seconde BA (notée BA2) à sa nouvelle localisation.
- [0148] Le système central est aussi configuré pour définir également une zone Z1 à proximité de L1, puis décider de procéder au redéploiement du réseau sans-fil (selon les étapes suivantes) dès lors que les EM ont atteint cette zone Z1 (par exemple Z1 est choisie de telle sorte que lorsque les EM sont tous dans la zone Z1 alors ils sont susceptibles d'atteindre le point L1 dans un délai légèrement supérieur à T1).
- [0149] Selon cette configuration, les étapes pour le redéploiement, alors que le système central surveille 804 de manière continue les différents paramètres (a) d'attachement

des EM à chacun des différents VMSSF déployés, (b) de localisation de chacun des EM et (c) de notifications de risque de surcharge des cellules sans-fil des VMSSF, consistent à :

- [0150] Etape 806 : Déterminer quand tous les EM ont atteint la zone Z1 à proximité de la localisation L1 qui a été déterminée.
- [0151] Etape 808 : Déterminer une nouvelle localisation pour la deuxième base arrière BA2, suffisamment proche de L1, de telle sorte que les ressources (VMSSF et RCRA) de cette BA2 soient largement suffisantes pour couvrir l'ensemble des EM à leurs positions actuelles respectives. Par exemple, dans l'hypothèse où BA1 et BA2 disposent de la même quantité de ressources, le système central peut déterminer cette nouvelle localisation de la BA2 de telle sorte qu'elle soit plus proche que celle de BA1 par rapport à la localisation L1 précédemment déterminée (c'est-à-dire une destination permettant de réduire la distance moyenne entre les EM et la BA2, en comparaison avec celle entre les EM et la BA1).
- [0152] Etape 810 : Procéder au déplacement de la deuxième BA2 (et de sa zone de stockage) vers cette nouvelle localisation de BA2. Dans ce cadre, le déplacement de la BA2 peut être réalisé par exemple de manière automatique, télé-pilotée par le système central.
- [0153] Etape 812 : Déterminer la localisation de chacun des nouveaux VMSSF (associés à la BA2) qui devront être déployés à proximité de chacun des VMSSF de la BA1 desservant actuellement les EM. Pour ce faire le système central peut par exemple définir la localisation d'un VMSSF 2 (associé à la BA2) de telle manière que le VMSSF 2 soit le plus proche possible du VMSSF 1 (associé à la BA1) tout en veillant à éviter tout risque de collision entre les deux VMSSF.
- [0154] Etape 814 : Déterminer les configurations des cellules sans-fil de chacun des VMSSF de la BA2 de manière identique aux cellules sans-fil des VMSSF correspondants de la BA1 : ainsi le VMSSF 2 (associé à la BA2) couvrant la même sous-zone que le VMSSF 1 (associé à la BA1) aura la même configuration de cellule sans-fil.
- [0155] Etape 816 : Une fois la BA2 arrivée à sa nouvelle localisation, procéder au déploiement du nouveau réseau sans-fil offert par la BA2 (c'est-à-dire au déploiement des VMSSF correspondants) sans toutefois encore activer les cellules sans-fil de ce réseau (c'est-à-dire sans activer la couverture radio).
- [0156] Etape 818 : Une fois les VMSSF du nouveau réseau sans-fil associé à la BA2 mis en place, procéder conjointement à la désactivation des cellules sans-fil du premier réseau associé à la BA1 et à l'activation des cellules sans-fil du second réseau associé à la BA2. Afin d'accélérer le rattachement des EM au nouveau réseau (associé à la BA2) qui vient d'être activé le système central, via les VMSSF de BA2, peut émettre une demande de rattachement réseau vers l'ensemble des EM. De manière alternative, le système central peut également collecter et stocker en mémoire le contexte réseau des

cellules sans-fil de l'ancien réseau (associé à la BA1) avant sa désactivation et pousser ce contexte réseau vers les nouvelles cellules sans fil (associé à la BA2) de manière à permettre un rattachement automatique et transparent des EM au nouveau réseau, sans action particulière des EM.

- [0157] Etape 820 : Rapatrier l'ensemble des VMSSF (et RCRA) de l'ancien réseau associé à la BA1 vers la zone de stockage de la BA1.
- [0158] Une fois les EM desservis par le nouveau réseau associé à BA2, si certaines des situations 1, 2 ou 3 précédemment décrites apparaissent alors que la BA2 est maintenant à sa nouvelle localisation, le système central procède alors à un redéploiement du réseau selon le procédé de base correspondant (304, 308, 310).
- [0159] Les figures 9a à 9i illustrent différents exemples de mise en œuvre du procédé de l'invention.
- [0160] Les exemples se basent sur un scénario dans lequel un convoi de 4 véhicules est en déplacement le long d'une route, les véhicules de ce convoi devant être interconnectés entre eux ainsi que connectés à un réseau arrière grâce à un réseau sans-fil dynamiquement redéployable selon les procédés de la présente invention.
- [0161] Dans ce scénario, 2 bases arrière (BA1 et BA2) sont disponibles, toutes deux connectées au réseau arrière. Chacune des BA dispose de 3 VMSSF. La BA1 dispose également de 12 RCRA ; la BA2 dispose d'un peu plus de RCRA, par exemple 14 RCRA.
- [0162] Sur la [Fig.9a], le convoi démarre de son point de départ ; il est desservi par la BA1 et un réseau sans-fil constitué de 2 VMSSF (VMSSF1 et VMSSF2) et 4 RCRA associés, ce réseau ayant été mis en place selon le procédé de déploiement initial du réseau sans-fil ([Fig.2]).
- [0163] Sur la [Fig.9b], suite au déplacement du convoi, le réseau sans-fil a été reconfiguré pour rajouter un troisième VMSSF (VMSSF3) en tête du convoi de manière à apporter la couverture sans-fil nécessaire dans cette zone préalablement non couverte. Le redéploiement a été opéré selon le procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil en situation 1 ([Fig.3] (302, 304) et [Fig.4]).
- [0164] Sur la [Fig.9c], le VMSSF 2 qui n'était alors plus utilisé a été rapatrié en zone de stockage de la BA1, selon le procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil en situation 2 ([Fig.3] (306, 308) et [Fig.5]).
- [0165] Sur la [Fig.9d], le VMSSF 2 a été redéployé à l'avant du convoi, en anticipation de l'arrivée future des véhicules de tête du convoi dans cette zone, selon le procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil en situation ([Fig.3] (302, 304) et [Fig.4]), avec la variante 1 (Anticiper la perte de couverture d'un EM).
- [0166] Sur la [Fig.9e], le convoi a progressé dans la sous-zone desservie par le VMSSF2, alors qu'aucun véhicule n'était plus présent dans la sous-zone de VMSSF1 ; ce dernier

a donc été rapatrié en zone de stockage de la BA1 selon le procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil » en situation 2 ([Fig.3] (306, 308) et [Fig.5]).

- [0167] Sur la [Fig.9f], il est détecté que le convoi ne peut alors plus être desservi par la BA1 dans la poursuite de son trajet, par manque de ressources (en l'occurrence ici par manque de RCRA), et la BA2 est alors redéployée à une nouvelle localisation de manière à ce qu'elle puisse prendre le relai de la BA1, selon le procédé de redéploiement automatique du réseau sans-fil avec déplacement de la BA, basé sur l'utilisation conjointe de deux BA mobiles » ([Fig.8]).
- [0168] Sur la [Fig.9g], selon ce même procédé, les VMSSF associés à la BA2 sont déployés sur zone de manière à couvrir le convoi.
- [0169] Sur la [Fig.9h], le réseau sans-fil associé à la BA2 est activé en même temps que le réseau associé à la BA1 est désactivé, permettant ainsi aux véhicules du convoi de conserver la connectivité réseau mais maintenant via le nouveau réseau offert par la BA2.
- [0170] Sur la [Fig.9i], selon ce même procédé, le réseau sans-fil associé à la BA1 est démantelé et ses VMSSF (et RCRA) sont rapatriés en zone de stockage de la BA1.
- [0171] Dans un mode de réalisation avantageux, l'invention est implémentée via une architecture de gestion de réseau orientée (SDN) pour « Software Defined Networking ». Cette architecture s'appuie sur un contrôleur SDN mis en place au niveau du système central (au niveau d'une BA ou d'un serveur connecté au réseau arrière) et apte à piloter, via son « Interface Sud », les configurations d'un ensemble d'équipements SDN (la/les BAs, les RCRA, et les VMSSFs).
- [0172] Dans cette implémentation SDN, les procédés décrits précédemment en référence aux figures 2 à 8 peuvent être implémentés sous la forme d'un Service SDN (au niveau du système central) s'interfaçant avec le Contrôleur SDN via son Interface Nord, de manière à piloter les configurations des différents équipements SDN joignables via l'interface Sud du contrôleur SDN.
- [0173] Ce service SDN est ainsi en charge 1) de gérer le déploiement initial du réseau sans fil et 2) de détecter qu'une reconfiguration du déploiement géographique du réseau sans-fil est nécessaire et de piloter alors cette reconfiguration (via la mise en place de reconfigurations sur la/les BAs, les RCRA et les VMSSFs concernés) prenant ainsi en charge notamment le contrôle des relocalisations géographiques des VMSSFs (et des RCRA qui leur sont associés).
- [0174] Les différents procédés de l'invention peuvent être implémentés (sous la forme d'un programme informatique / logiciel) au niveau d'un système central. Dans le cas où une seule base arrière est utilisée, le système central peut être localisé au niveau de cette base arrière ou au niveau d'un serveur connecté au réseau arrière (la base arrière étant elle-même connectée à ce réseau arrière). Dans le cas où plusieurs bases arrière

mobiles sont utilisées, le système central peut également est localisé au niveau d'une de ces bases arrière mobiles ou au niveau d'un serveur connecté au réseau arrière.

[0175] Il a ainsi été décrit différents modes de réalisation d'un procédé de redéploiement automatique d'un réseau sans-fil selon l'invention, permettant de couvrir différentes situations, dont notamment :

- Situation 1 : Détection d'un équipement mobile non couvert, et déploiement d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil en soutien.
- Situation 2 : Détection d'une cellule sans-fil non utilisée, et rapatriement du véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil.
- Situation 3 : Détection d'une cellule sans-fil à risque de surcharge, et déploiement d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil supplémentaire en soutien.

[0176] Et permettant de couvrir différentes variantes dont notamment :

- Variante 1 : Anticiper la perte de couverture d'un équipement mobile.
- Variante 2 : Prise en compte des besoins en termes de Qualité de Service des équipements mobiles dans la détermination d'un risque de surcharge d'une cellule sans-fil d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil.
- Variante 3 : Prise en compte de la priorité relative des équipements mobiles dans le redéploiement du réseau sans-fil en cas de ressources insuffisantes en zone de stockage.
- Variante 4 : Prise en compte de la priorité relative des équipements mobiles pour la gestion des attachements à la cellule sans-fil d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil, et pour la mise en place du mode dégradé pour un équipement mobile.
- Variante 5 : Anticipation d'un risque de surcharge d'une cellule sans-fil d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil interconnectant une pluralité d'équipements mobiles sans-fil à une base arrière commune (102), le procédé comprenant des étapes consistant à :
- partitionner (204) une zone de couverture géographique initiale d'un réseau de télécommunication sans fil en sous-zones ;
 - assigner (206, 208, 210) un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil (104-1) à chaque sous-zone, chaque véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil étant connecté à ladite base arrière via un lien sans-fil, et étant positionné à une position géographique offrant une couverture réseau sans-fil sur ladite sous-zone à un ensemble d'équipements mobiles sans-fil (106-1) ;
 - surveiller (214, 302) l'attachement de chaque équipement mobile sans fil à au moins une station de base sans fil de la zone de couverture géographique initiale ;
 - déterminer (304) si un équipement mobile sans fil n'est plus attaché à aucune station de base sans fil de la zone de couverture géographique initiale ;
 - si ledit équipement mobile sans fil n'est plus attaché à aucune station de base sans fil, déterminer (408, 606) une position géographique pour un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil en fonction de la position géographique dudit équipement mobile sans fil non rattaché, ladite position géographique permettant d'établir une connectivité réseau sans-fil entre ledit équipement sans fil mobile non attaché et la base arrière ; et
 - déployer (414, 614) un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil à ladite position géographique, ladite position définissant une nouvelle sous-zone de couverture géographique correspondant à une extension de la zone de couverture géographique initiale.

- [Revendication 2] Le procédé selon la revendication 1 dans lequel l'étape de surveiller

l'attachement de chaque équipement sans fil mobile, comprend des étapes consistant à surveiller (214) de manière continue des paramètres : (a) d'attachement des équipements mobiles sans fil de chaque ensemble d'équipements mobiles au véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil de la sous-zone auquel l'ensemble est rattaché, (b) de localisation de chacun des équipements mobiles sans fil, et (c) de risque de surcharge des cellules sans-fil des véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil.

[Revendication 3] Le procédé selon la revendication 2 dans lequel l'étape de surveillance du paramètre (a) d'attachement des équipements mobiles sans fil, consiste : à détecter (302) quand un équipement mobile sans fil n'est plus sous la couverture réseau sans-fil d'aucun véhicule mobile déployé dans les autres sous-zones de la zone de couverture géographique initiale, et à reconfigurer (304) le réseau sans-fil.

[Revendication 4] Le procédé selon la revendication 3 dans lequel l'étape de reconfigurer (304) le réseau sans-fil comprend des étapes consistant à :

- déterminer (402) la dernière localisation connue de l'équipement mobile déconnecté du réseau sans-fil ;
- définir (404) une nouvelle sous-zone géographique à proximité de la dernière localisation connue dudit équipement mobile ;
- vérifier (406) qu'il reste au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible pour desservir ladite nouvelle sous-zone ;
- déployer (410) ledit au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible à ladite nouvelle sous-zone.

[Revendication 5] Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 dans lequel l'étape de surveiller l'attachement de chaque équipement mobile sans fil, consiste à détecter (306) quand un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil est non utilisé, et à reconfigurer (308) le réseau sans-fil.

[Revendication 6] Le procédé selon la revendication 5 dans lequel l'étape de reconfigurer (308) le réseau sans fil comprend des étapes consistant à :

- déterminer (306) que plus aucun équipement mobile sans fil n'est connecté au véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil qui est détecté comme non utilisé ;

- désactiver (502) la cellule sans-fil dudit véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil et réinitialiser les paramètres de ladite cellule sans-fil ;
- rapatrier (504) le véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil vers une zone de stockage.

[Revendication 7] Le procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 dans lequel l'étape de surveillance du paramètre (c) de risque de surcharge des cellules sans-fil, consiste à déterminer (310) la localisation d'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ayant émis une notification de risque de surcharge, et à reconfigurer (312) le réseau sans-fil.

[Revendication 8] Le procédé selon la revendication 7 dans lequel l'étape de reconfigurer (312) le réseau sans fil comprend des étapes consistant à :

- définir (606) une position géographique à proximité de la localisation du véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ayant émis une notification de risque de surcharge, pour déployer un nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ;
- vérifier (608) qu'il reste au moins un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil disponible et non déployé ;
- définir (612) les paramètres de la cellule sans-fil dudit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil ;
- déployer (614) ledit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil au niveau de la position géographique définie ;
- activer (616) la couverture complémentaire du réseau sans-fil offerte par ledit nouveau véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil déployé.

[Revendication 9] Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 comprenant des étapes consistant à déterminer qu'un véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil n'est plus utile dans une zone donnée et à le rapatrier vers la base arrière.

[Revendication 10] Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comprenant

des étapes consistant à déterminer (716) une nouvelle position géographique pour la base arrière et à déplacer (718) ladite base arrière vers la nouvelle position géographique.

- [Revendication 11] Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 comprenant des étapes consistant à déterminer (808) une position géographique pour une deuxième base arrière, à déplacer (810) ladite deuxième base arrière vers la position géographique, à déployer (816) un nouveau réseau sans fil interconnectant la pluralité d'équipements mobiles sans-fil à ladite deuxième base arrière.
- [Revendication 12] Un produit programme d'ordinateur, ledit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code permettant d'effectuer les étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.
- [Revendication 13] Un dispositif pour le redéploiement automatique de la couverture géographique d'un réseau de télécommunication sans fil interconnectant une pluralité d'équipements mobiles sans-fil à une base arrière commune (102), le dispositif comprenant des moyens pour mettre en œuvre les étapes du procédé de selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.
- [Revendication 14] Le dispositif selon la revendication 13 dans lequel le véhicule mobile équipé d'une station de base sans fil est un véhicule terrestre ou aérien ou amphibie ou aquatique, ledit véhicule étant télé-piloté ou auto-piloté.
- [Revendication 15] Le dispositif selon la revendication 13 ou 14 dans lequel le réseau de communication est implémenté selon une architecture orientée SDN « Software Defined Networking » comprenant un contrôleur SDN ayant une Interface Nord et une Interface Sud, mis en place au niveau d'un système central, le contrôleur SDN étant apte à piloter via son Interface Sud les configurations d'un ensemble d'équipements SDN constitués par la ou les bases arrières, les véhicules mobiles équipés d'une station de base sans fil.

[Fig. 1]

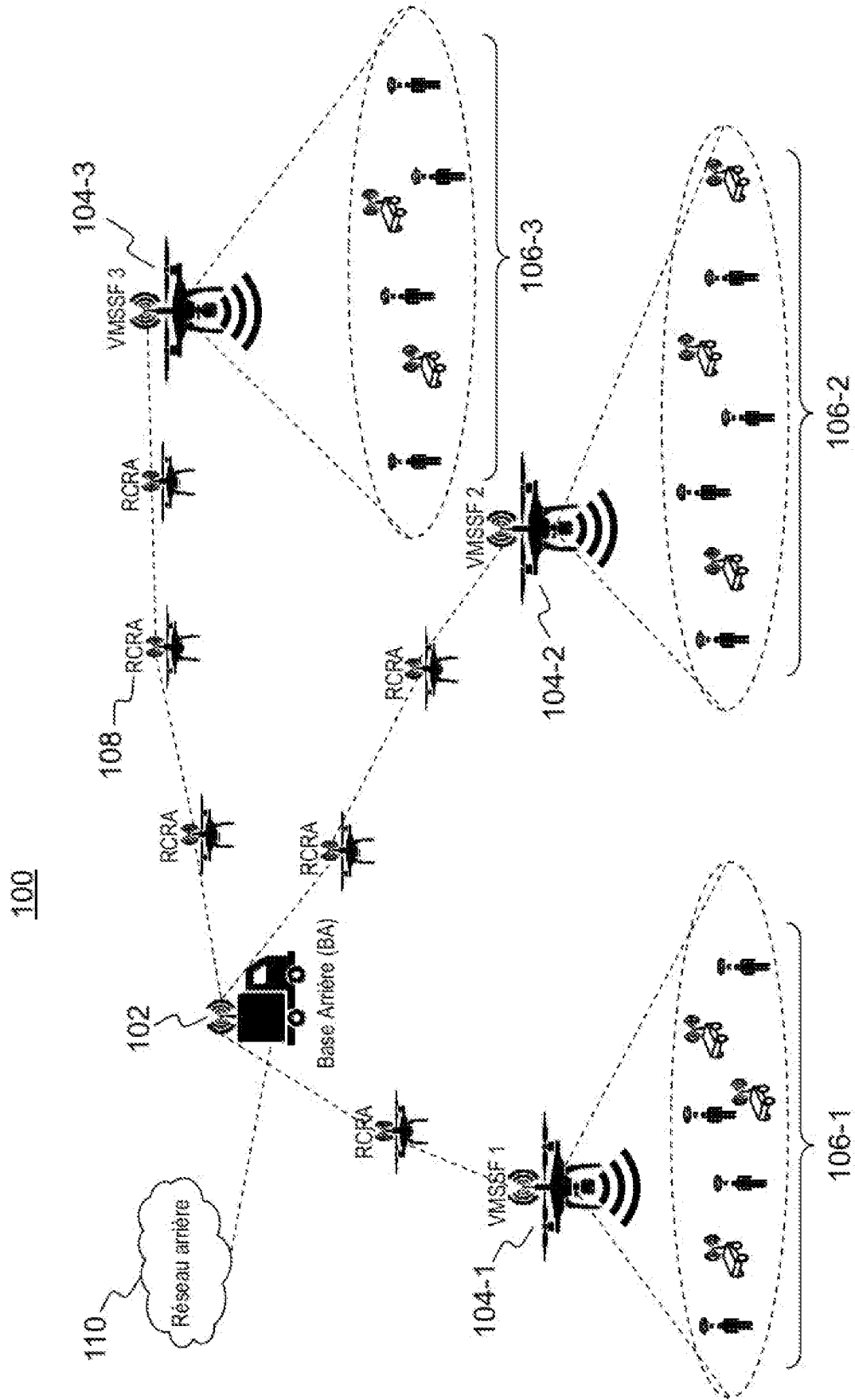


FIG.1

[Fig. 2]

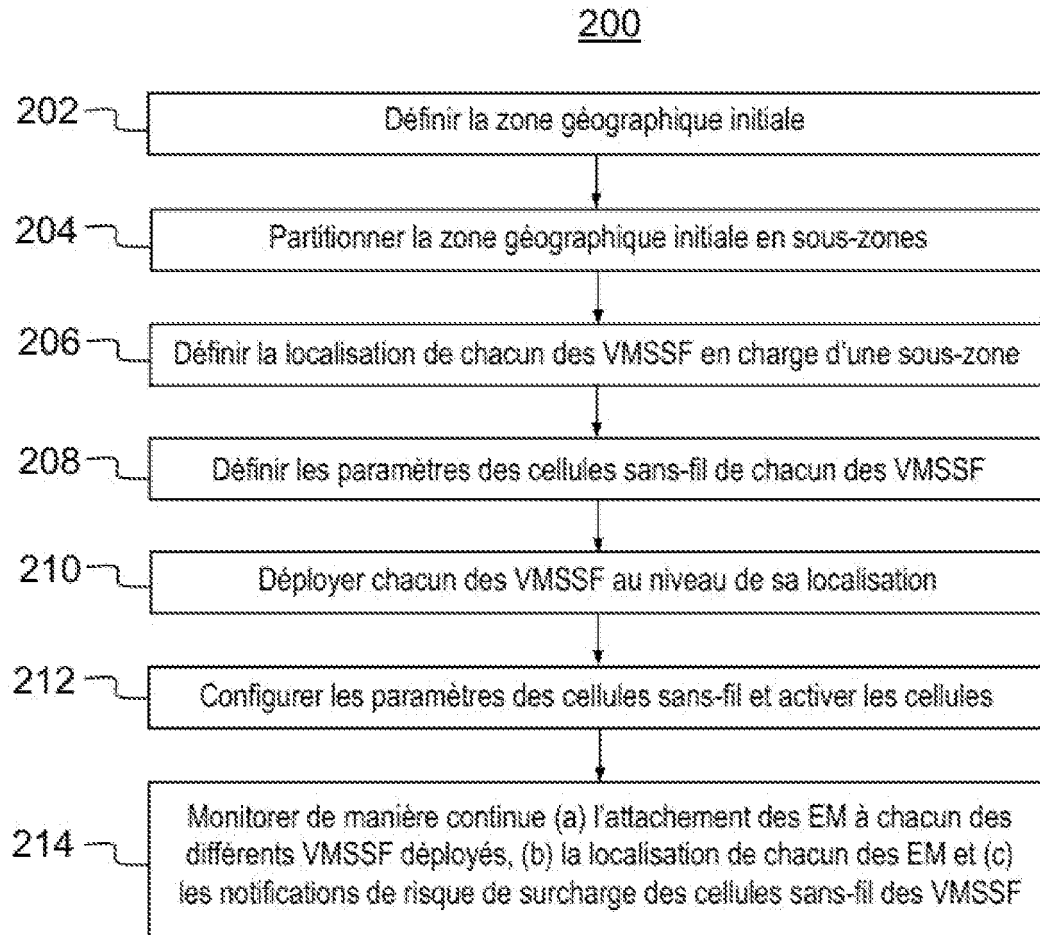


FIG.2

[Fig. 3]

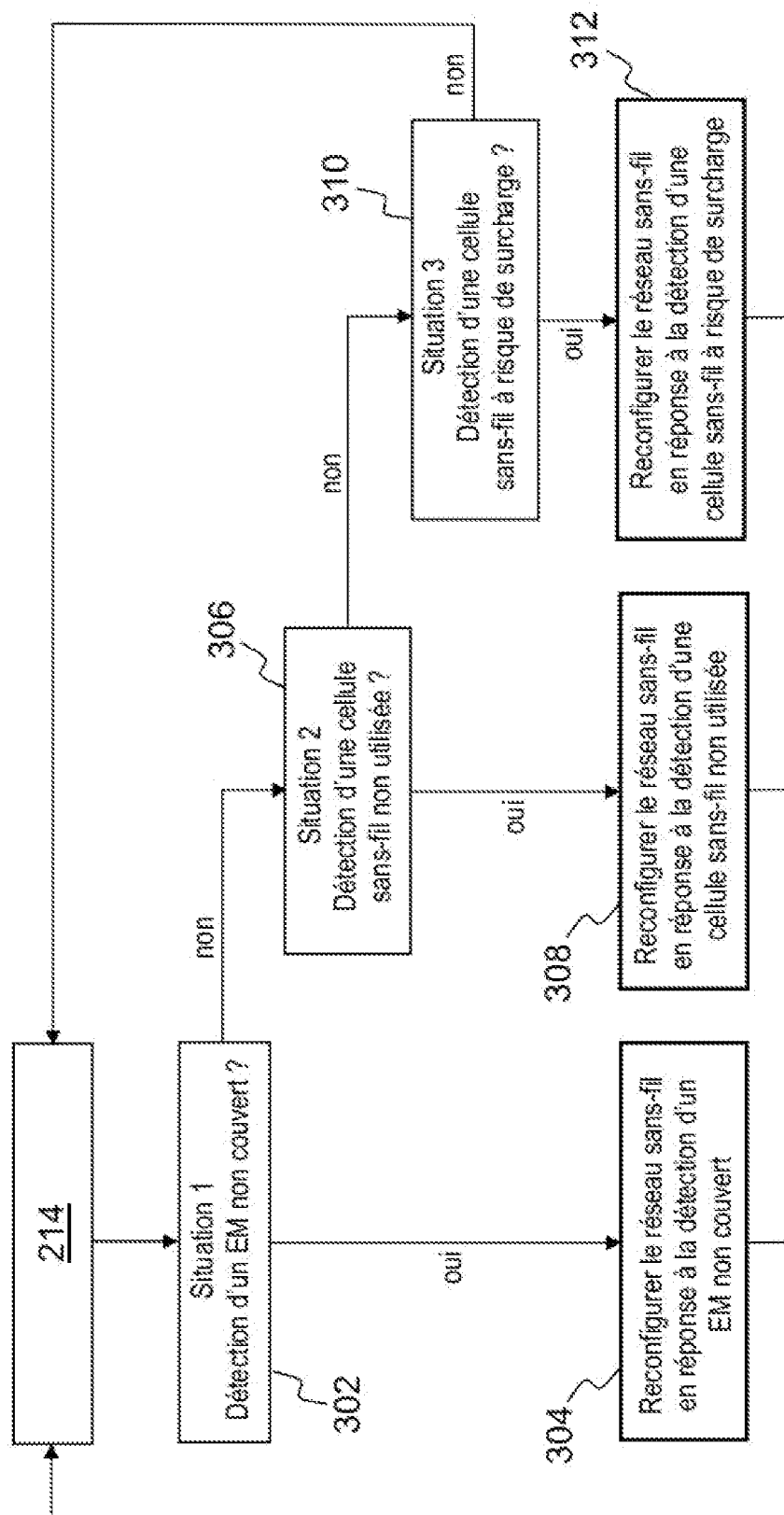


FIG.3

[Fig. 4]

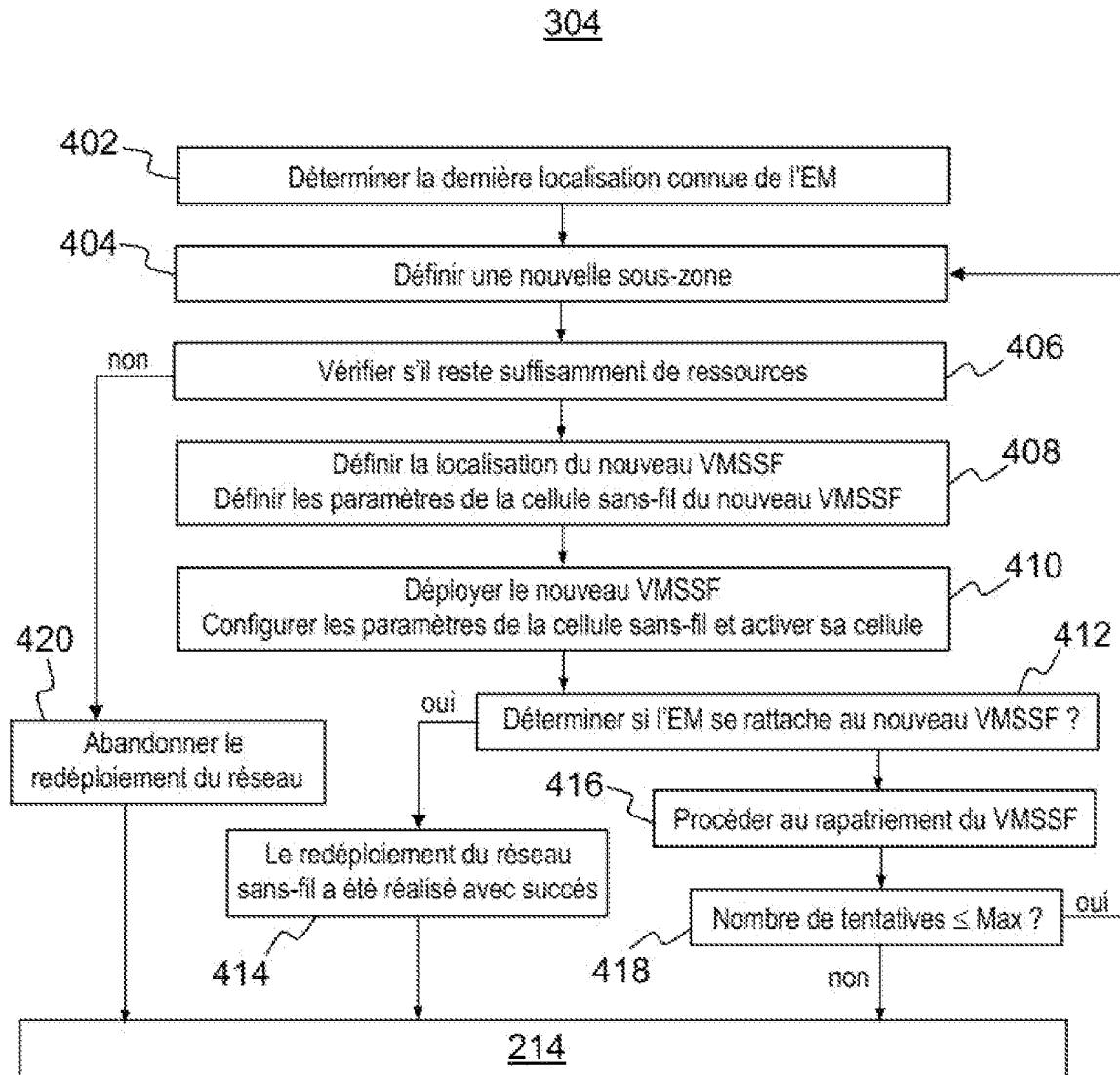


FIG.4

[Fig. 5]

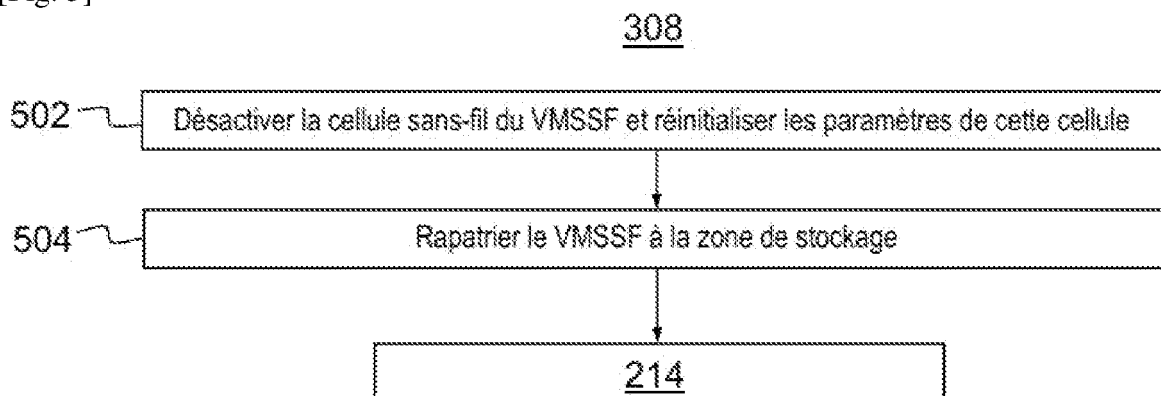


FIG.5

[Fig. 6]

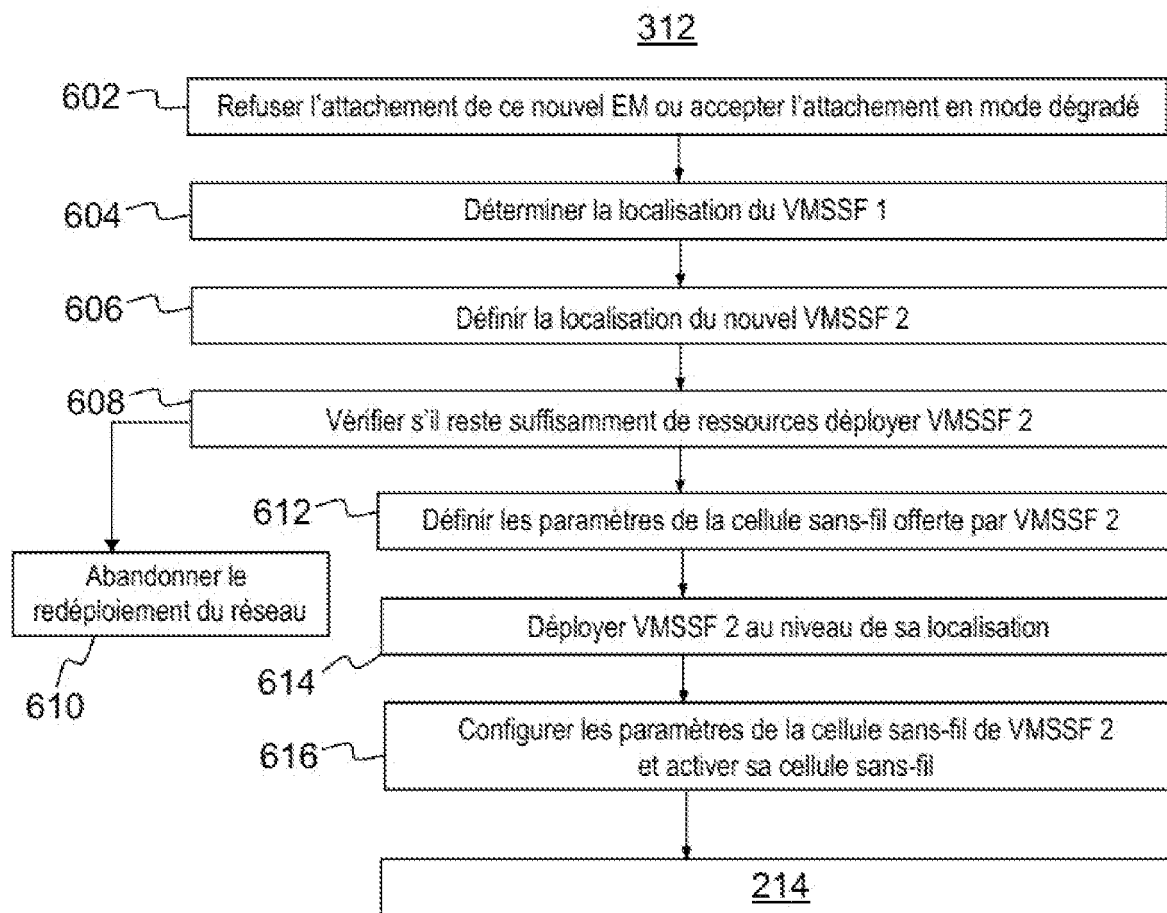


FIG.6

[Fig. 7]

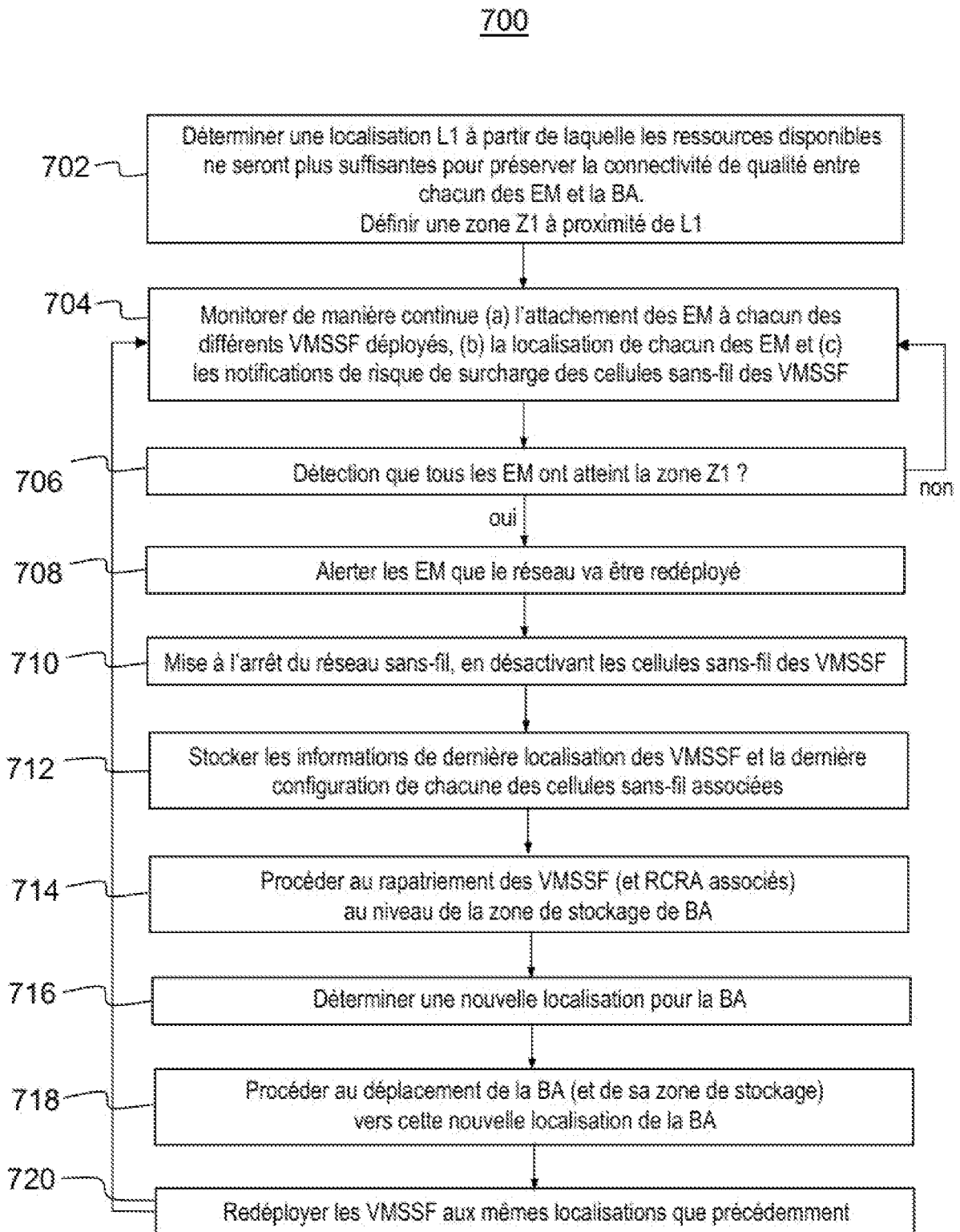


FIG.7

[Fig. 8]

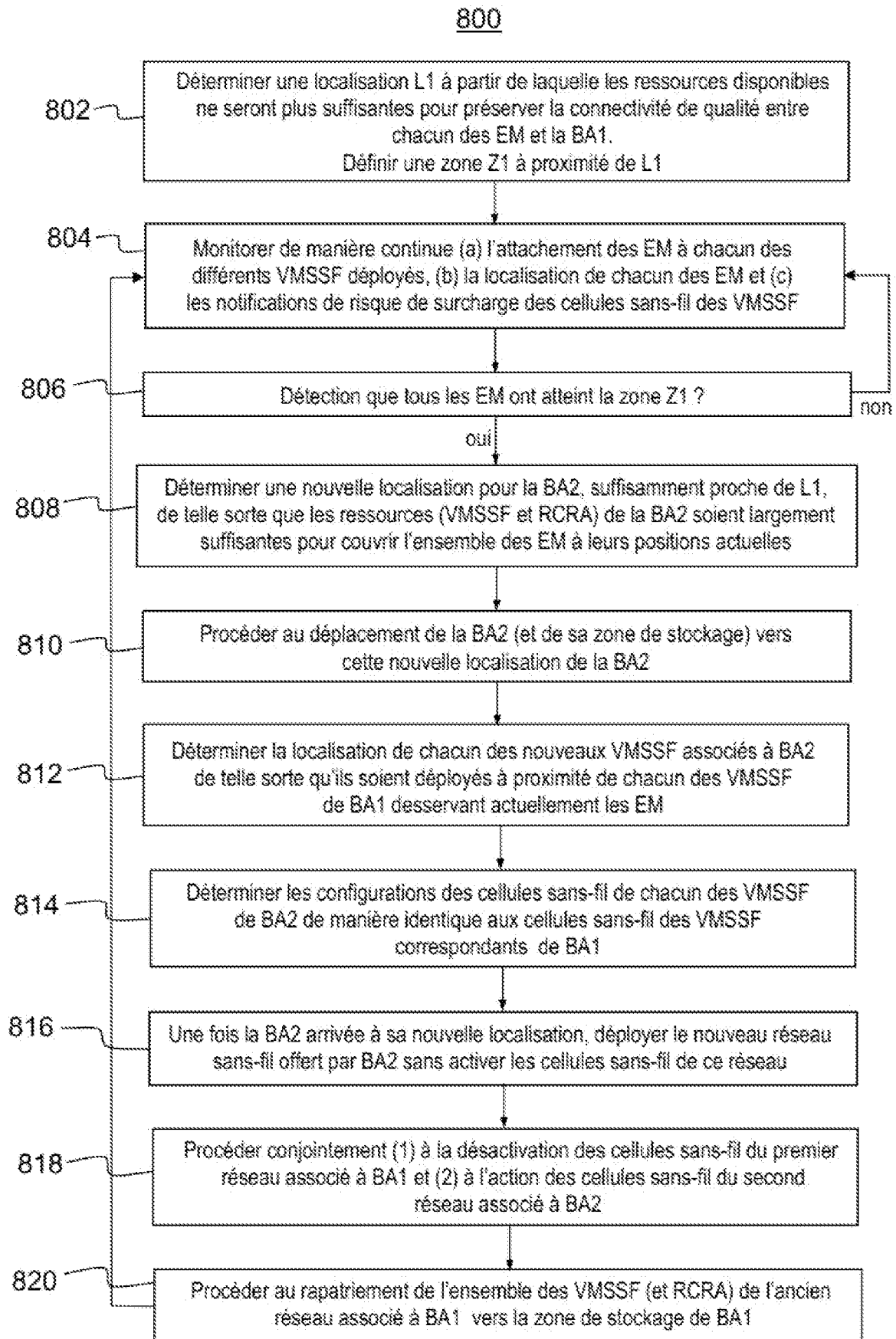


FIG.8

[Fig. 9a]

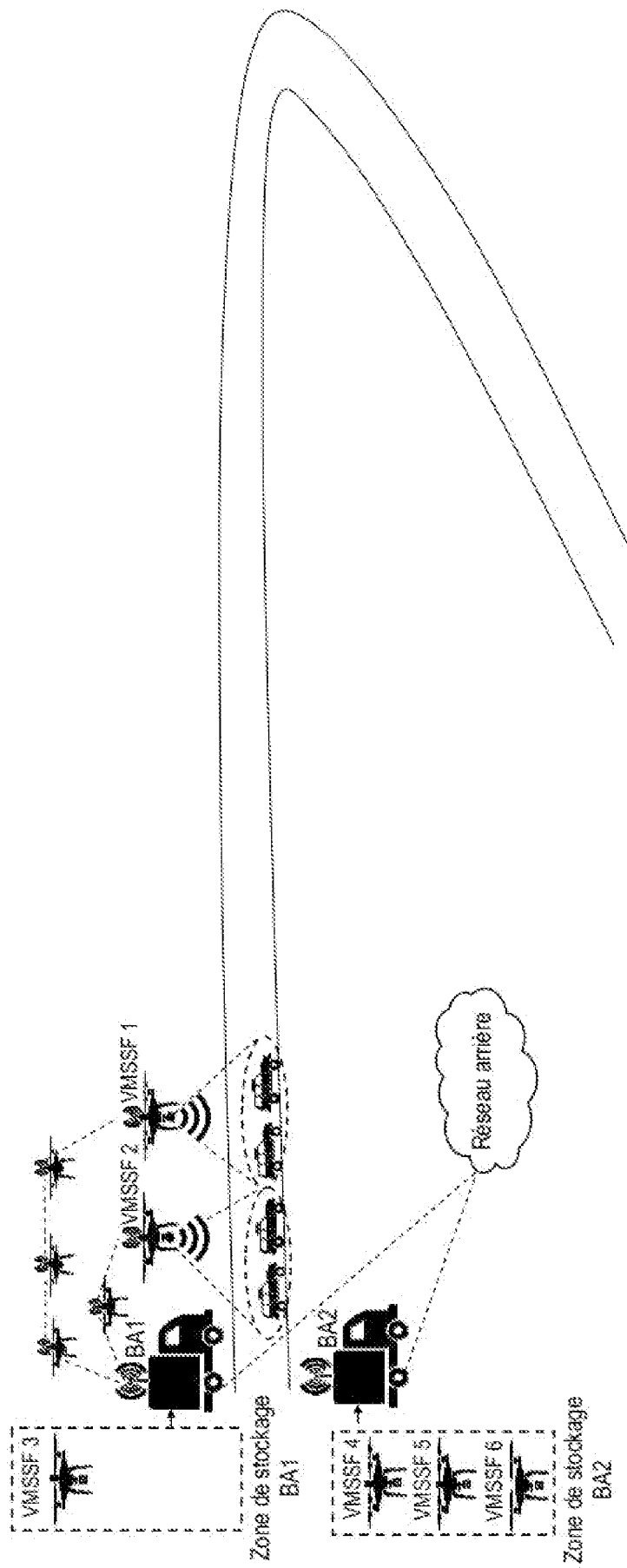


FIG.9a

[Fig. 9b]

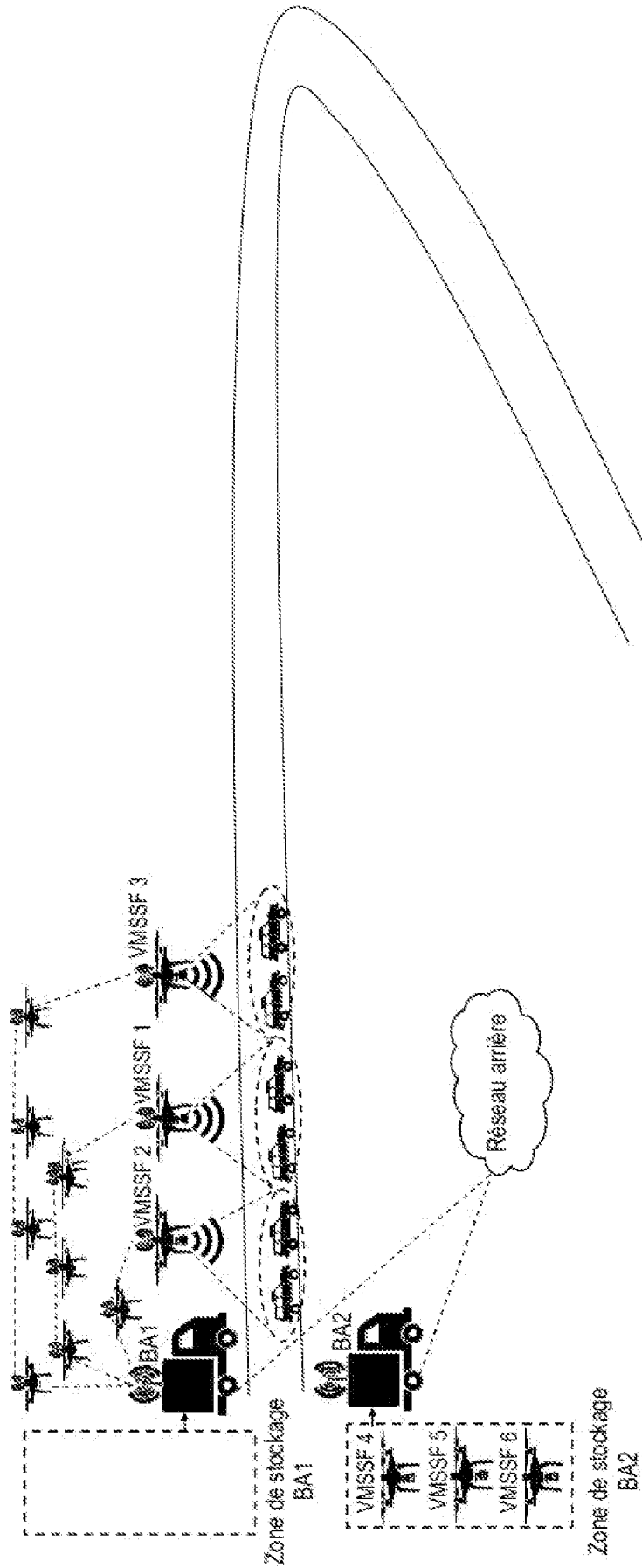


FIG.9b

[Fig. 9c]

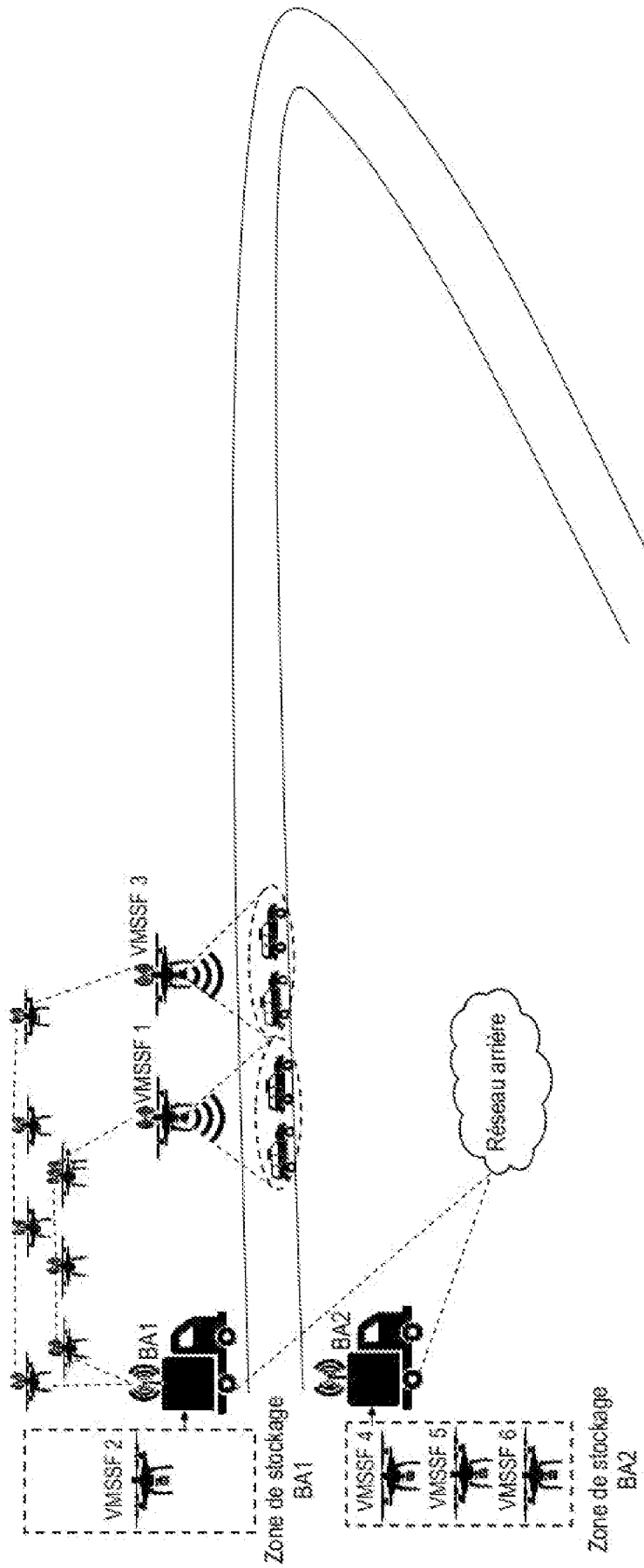


FIG.9c

[Fig. 9d]

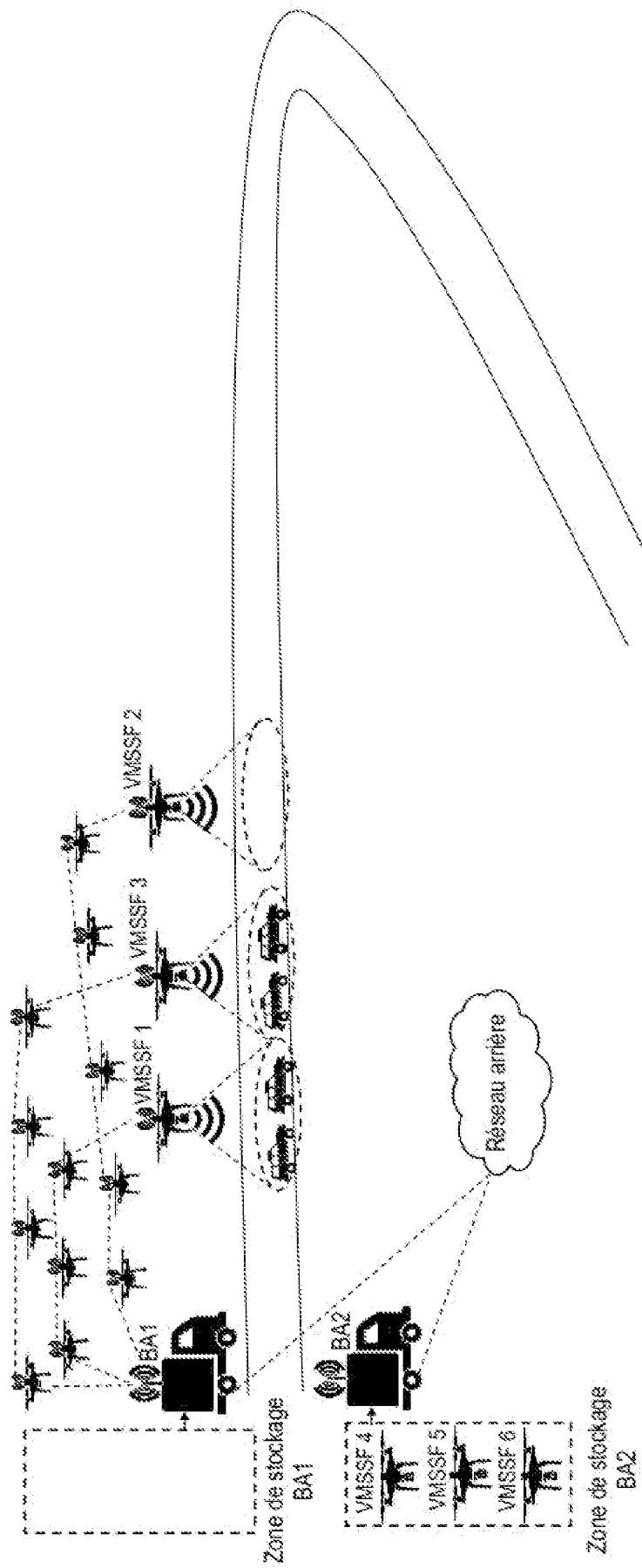


FIG.9d

[Fig. 9e]

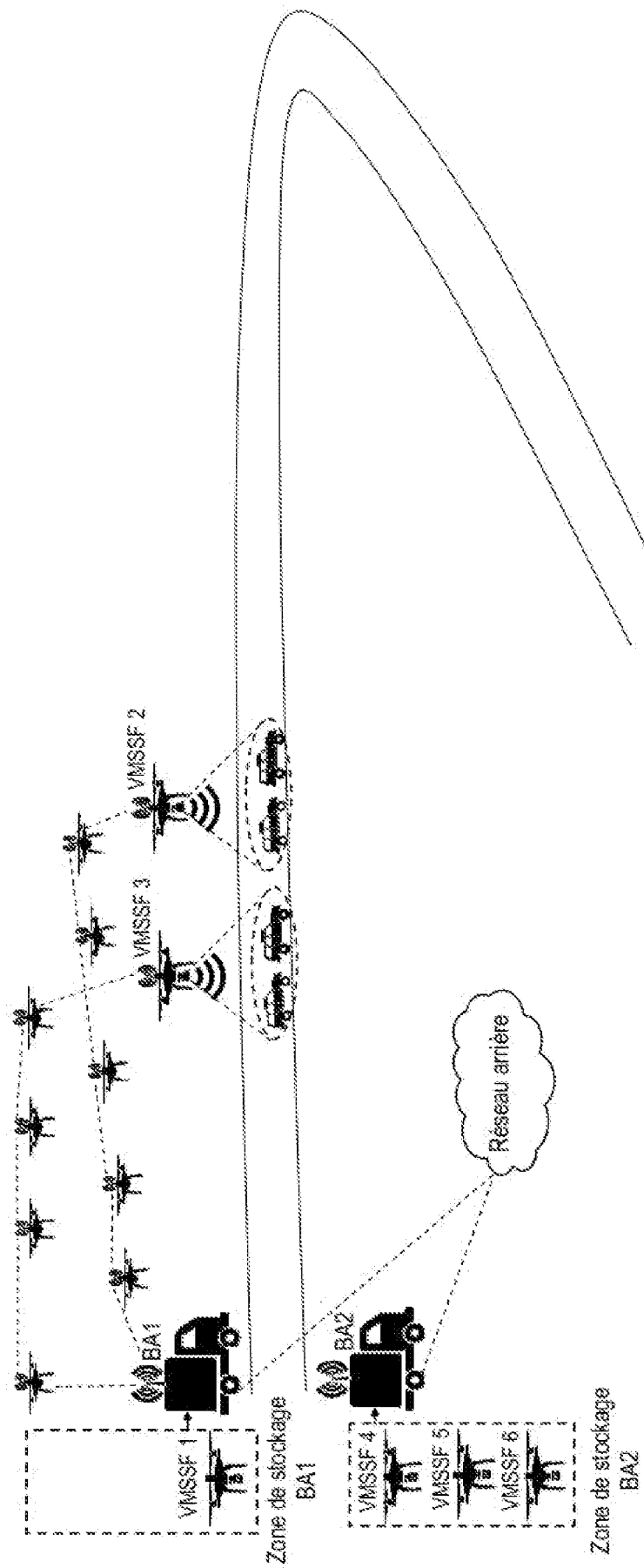


FIG.9e

[Fig. 9f]

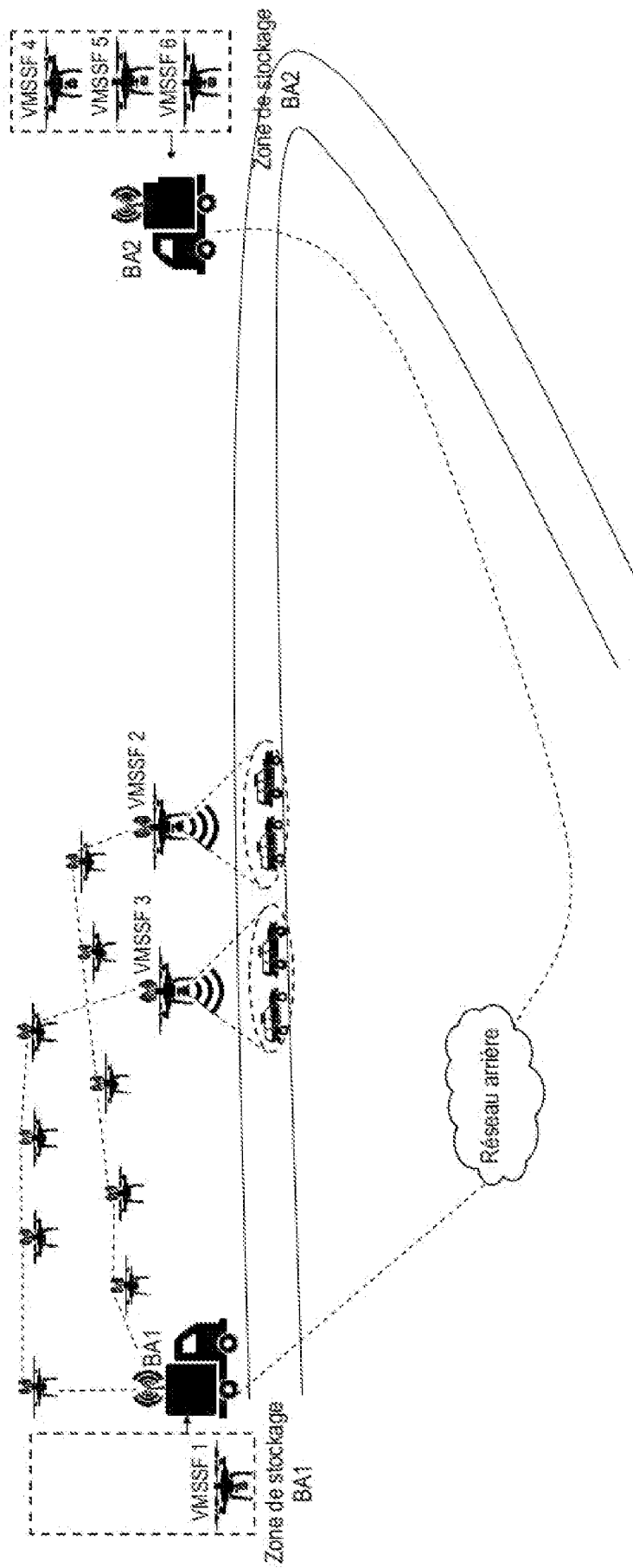


FIG.9f

[Fig. 9g]

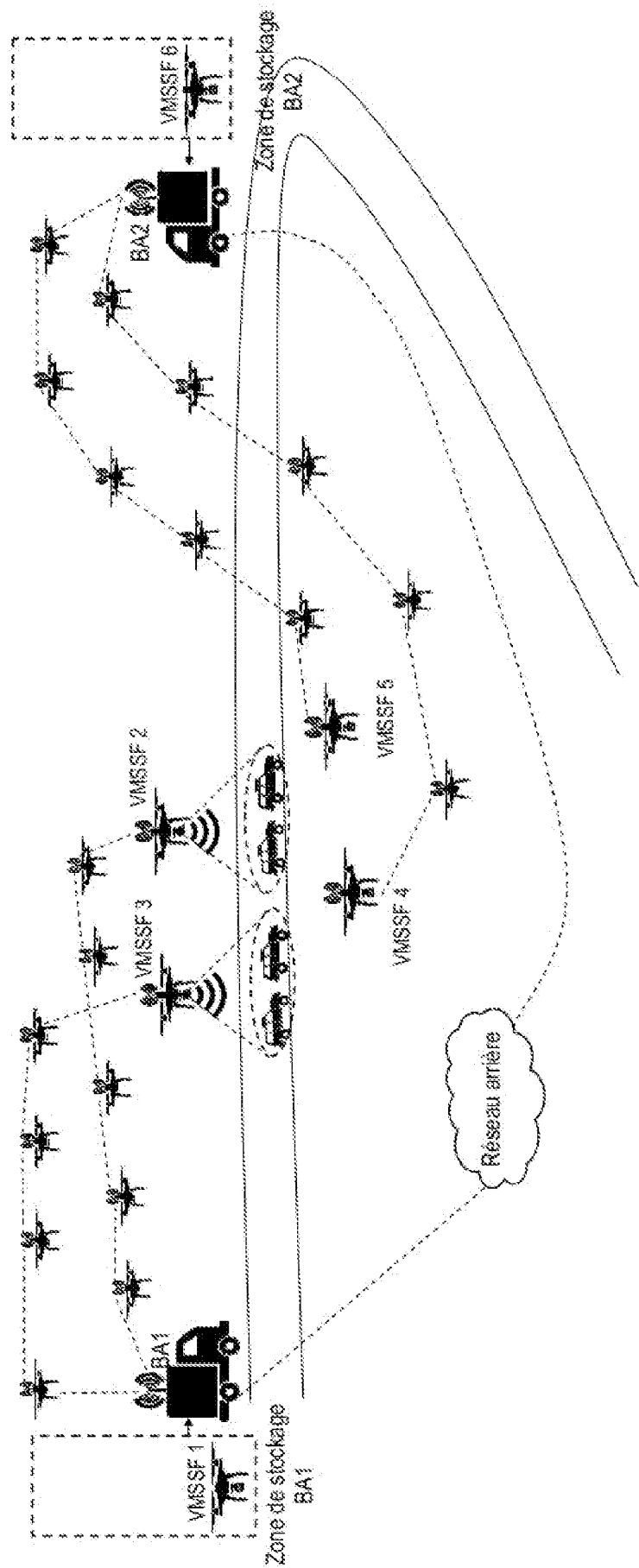


FIG.9g

[Fig. 9h]

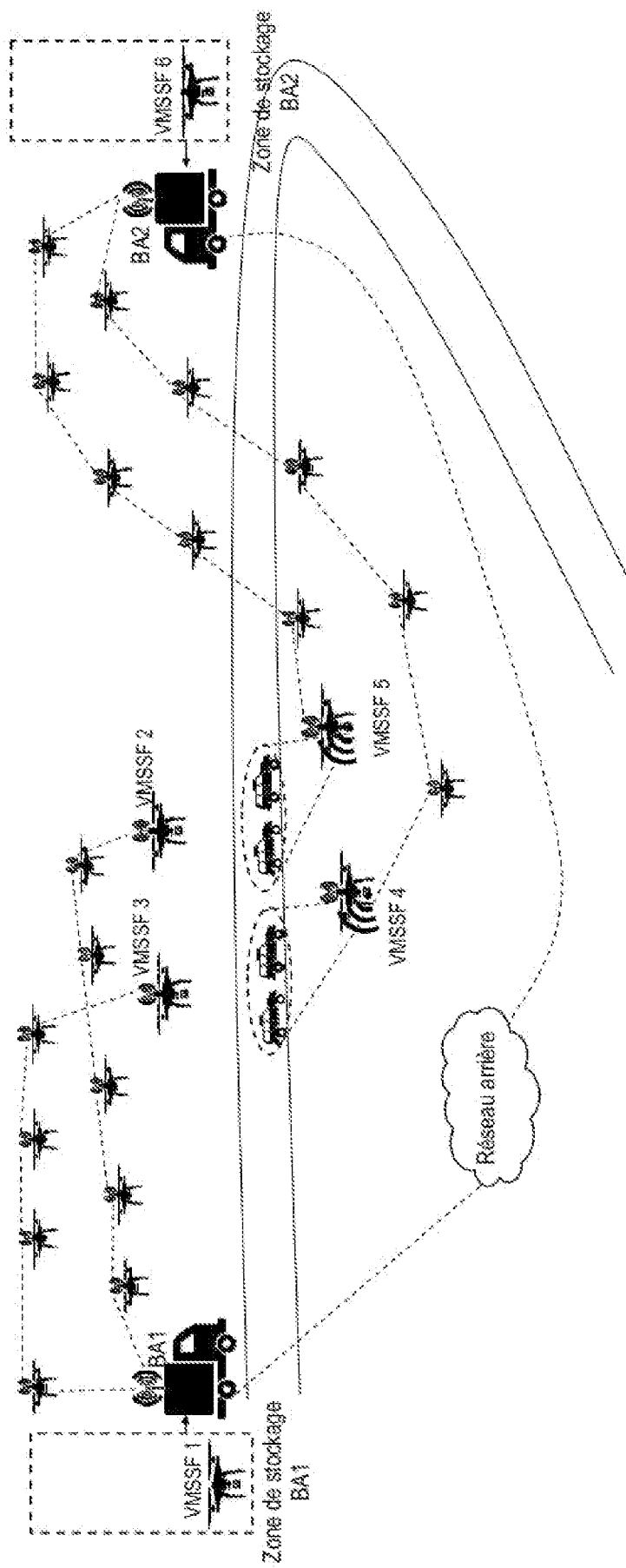


FIG.9h

[Fig. 9i]

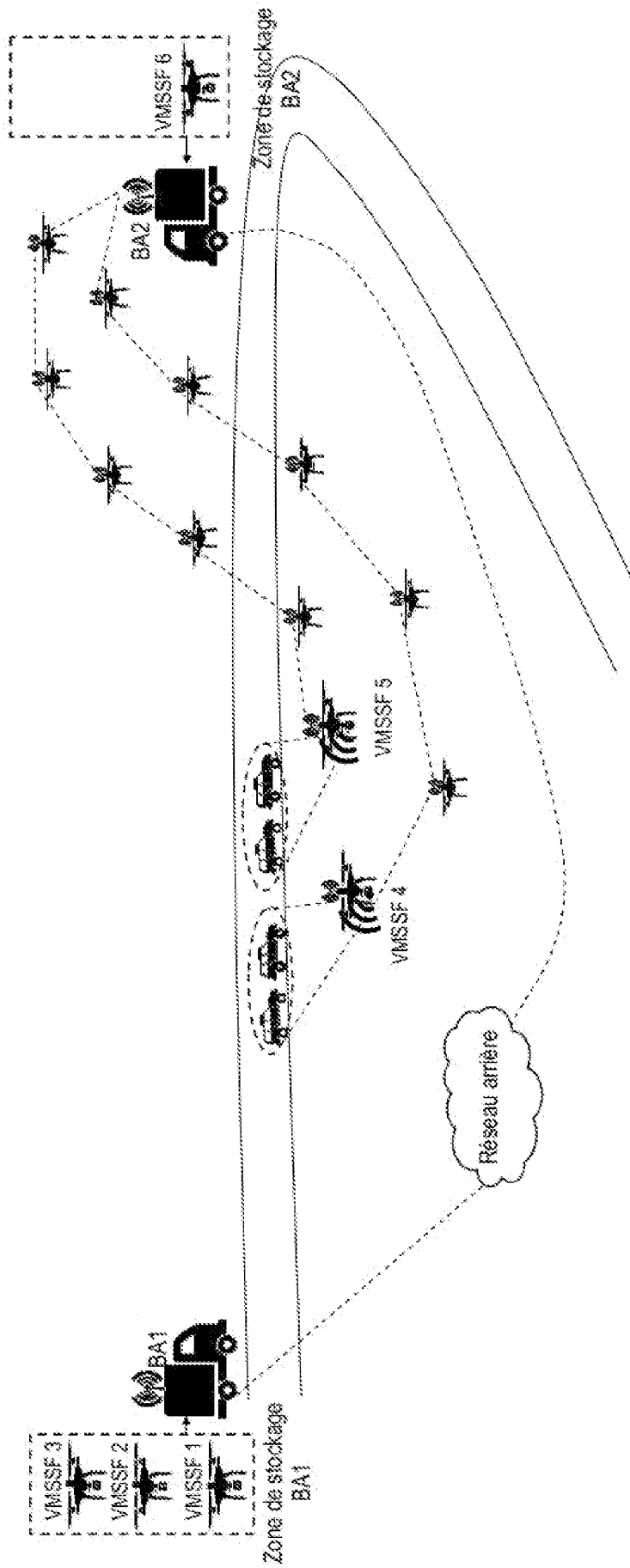


FIG.9i

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

UEDA T ET AL: "Packet switch and its impact on dynamic base station relocation in mesh networks using cognitive radio",
IEICE TRANSACTION ON COMMUNICATION,
COMMUNICATIONS SOCIETY, TOKYO, JP,
vol. E91B, no. 1,
1 janvier 2008 (2008-01-01), pages
102-109, XP001510237,
ISSN: 0916-8516, DOI:
10.1093/IETCOM/E91-B.1.102

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

NEANT

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

NEANT