

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2020 (24.12.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/254641 A1

(51) Classification internationale des brevets :

G01S 13/87 (2006.01) G06Q 10/08 (2012.01)
G01S 5/14 (2006.01) G01S 5/02 (2010.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/067211

(22) Date de dépôt international :

19 juin 2020 (19.06.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR1906747 21 juin 2019 (21.06.2019) FR

(71) Déposant : **SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE**
[FR/FR] ; 72-76 rue Henry Farman, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **THIRION, Louis Théophile** ; c/o SAFRAN
ELECTRONICS & DEFENSE, 72-76 rue Henry Farman,
75015 PARIS (FR). **PARIS, Nicolas** ; c/o SAFRAN ELEC-
TRONICS & DEFENSE, 72-76 rue Henry Farman, 75015
PARIS (FR).

(74) Mandataire : **LE GUEN MAILLET 728** ; 3 impasse de la
Vigie, CS 71840, 35418 SAINT-MALO Cedex (FR).

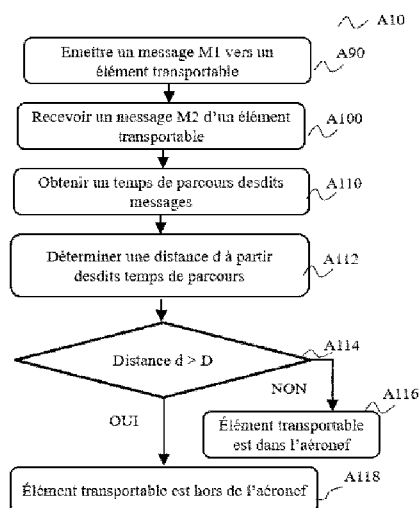
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS,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

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,
FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LOCATING AN ELEMENT WHICH CAN BE TRANSPORTED BY AN AIRCRAFT

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE LOCALISATION D'UN ELEMENT TRANSPORTABLE PAR UN AERONEF

[Fig. 2]



A90 Transmitting a message M1 to a transportable element
A100 Receiving a message M2 from a transportable element
A110 Obtaining a travel time of the messages
A112 Determining a distance d from the travel times
A114 Distance d > D
NON NO
OUI YES
A116 Transportable element is inside the aircraft
A118 Transportable element is outside the aircraft

(57) Abstract: The invention describes a method for locating an element which can be transported by aircraft. The method comprises, for a first position of an aircraft: a) transmitting, from an antenna located in the aircraft, a first message intended for the transportable element; b) receiving, on the antenna, a second message transmitted by the transportable element upon receipt of the first message; c) obtaining a travel time of the first and second messages; d) determining a distance from the travel times; e) determining that the element is inside the aircraft if the distance is less than a value and that the element is outside the aircraft if the distance is greater than the value.

(57) Abrégé : Un procédé de localisation d'un élément transportable par aéronef est décrit. Le procédé comprend pour une première position d'un aéronef : a) émettre à partir d'une antenne localisée dans l'aéronef un premier message à destination de l'élément transportable; b) recevoir sur ladite antenne un second message émis par l'élément transportable dès réception du premier message; c) obtenir un temps de parcours des premier et second messages; d) déterminer une distance à partir des temps de parcours; e) déterminer que l'élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est inférieure à une valeur et que ledit élément est hors de l'aéronef dans le cas où la distance est supérieure à ladite valeur.

Publiée:

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

TITRE : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE LOCALISATION D'UN ÉLÉMENT TRANSPORTABLE PAR UN AÉRONEF

DOMAINE TECHNIQUE

- 5 L'invention concerne un procédé et un dispositif de localisation d'un élément transportable par un aéronef.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

- Un aéronef tel qu'un avion ou un hélicoptère peut transporter de nombreux équipements. Il peut s'agir par exemple d'unités de chargement ULD (« Unit Load
10 Device » en anglais) telles un container ou une palette, lesquelles sont utilisées pour le transport aérien de marchandises. Une compagnie de fret responsable de l'envoi de marchandises peut souhaiter s'assurer que les marchandises sont bien dans l'aéronef avant le départ de celui-ci.

- Par ailleurs, des normes de sécurité définissent quels équipements doivent
15 impérativement se trouver à bord d'un aéronef, et en combien d'exemplaire(s). Si certains équipements viennent à manquer, un aéronef peut ne pas avoir le droit de décoller. Il est donc nécessaire de vérifier avant décollage que les équipements sont bien à bord de l'aéronef.

- A cet effet, des techniciens ou des personnels navigants peuvent vérifier que les
20 équipements se trouvent bien à bord de l'aéronef. De telles interventions sont longues, coûteuses et fastidieuses. Elles sont également source d'erreurs.

- Il existe des solutions qui évitent l'intervention humaine. Une solution basée sur un GPS (« Global Positioning System ») est connue. Cependant une telle solution est très
consommatrice en énergie.

- 25 Sigfox avec son réseau bas débit permet de géolocaliser des objets connectés sans utiliser de GPS en analysant la puissance du signal radio émis par l'objet et reçu par trois antennes différentes. Une telle solution nécessite une infrastructure lourde avec notamment l'utilisation de serveurs. Elle est en outre peu précise.

Un réseau LoRaWAN (« Long Range Wide-area network ») est un réseau étendu à longue portée. Il est constitué d'équipements sans-fils basse consommation qui communiquent avec des serveurs applicatifs au travers de passerelles. Un tel réseau peut être utilisé pour géolocaliser des équipements transportables par aéronefs. Une telle solution nécessite la présence d'au moins trois antennes, voire plus pour une localisation plus précise de l'objet.

Il est alors souhaitable de pallier ces inconvénients de l'état de la technique.

10 EXPOSE DE L'INVENTION

Un procédé de localisation d'un élément transportable par aéronef est décrit. Le procédé comprend pour une première position d'un aéronef :

- a) émettre à partir d'une antenne localisée dans l'aéronef un premier message à destination dudit élément transportable ;
- 15 b) recevoir sur ladite antenne un second message émis par ledit élément transportable dès réception dudit premier message;
- c) obtenir un temps de parcours desdits premier et second messages ;
- d) déterminer une distance à partir desdits temps de parcours ;
- e) déterminer que ledit élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est
- 20 inférieure à une valeur et que ledit élément est hors de l'aéronef dans le cas où la distance est supérieure à ladite valeur.

Selon un mode de réalisation, déterminer que l'élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est inférieure à la valeur comprend déterminer si un cercle, ayant pour centre l'antenne et ayant pour rayon la distance déterminée, intersecte le fuselage de l'aéronef.

Selon un mode de réalisation, dans le cas où l'élément est déterminé comme étant hors de l'aéronef, le procédé comprend en outre :

- 30 répéter les étapes a) à d) pour au moins deux autres positions de l'aéronef, les au moins deux autres positions étant différentes de la première position et étant différentes entre elles ;
- déterminer la position de l'élément à partir des trois distances déterminées.

Selon un mode de réalisation, déterminer la position de l'élément à partir des trois distances déterminées comprend :

- 5 déterminer la position de l'élément à l'intersection d'au moins trois cercles, chaque cercle ayant pour centre une position de l'antenne et pour rayon l'une des distances déterminées.

- 10 Selon un mode de réalisation, le procédé comprend répéter les étapes a) à c) pour une nouvelle position de l'aéronef différente des positions précédentes tant que la position de l'élément transportable est déterminée avec une erreur supérieure à une valeur donnée.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend en outre :
recevoir un message de l'élément transportable indiquant qu'il est localisable.

15

Un dispositif de localisation d'un élément transportable par aéronef est également décrit. Le dispositif comprend :

- des moyens pour émettre à partir d'une antenne localisée dans l'aéronef un premier message à destination dudit élément transportable ;
20 des moyens pour recevoir sur ladite antenne un second message émis par ledit élément transportable dès réception dudit premier message ;
des moyens pour obtenir un temps de parcours dudit message ;
des moyens pour déterminer une distance à partir dudit temps de parcours ;
des moyens pour déterminer que ledit élément est dans l'aéronef dans le cas où la
25 distance est inférieure à une valeur et que ledit élément est hors de l'aéronef dans le cas où la distance est supérieure à ladite valeur.

- Selon un mode de réalisation, un système de localisation d'un élément transportable par aéronef est décrit. Le système comprend un dispositif de localisation d'un élément
30 transportable par aéronef mentionné ci-dessus et un capteur fixé sur l'élément transportable.

Selon un mode de réalisation, le capteur est configuré pour envoyer un message au dispositif de localisation indiquant que l'élément transportable est localisable.

- Un programme d'ordinateur est également décrit, qui peut être stocké sur un support et/ou téléchargé d'un réseau de communication, afin d'être lu par un dispositif. Ce
- 5 programme d'ordinateur comprend des instructions pour implémenter le procédé mentionné ci-dessus selon l'une quelconque de ses variantes, lorsque le programme est exécuté par une unité de calcul du dispositif. L'invention concerne également des moyens de stockage comprenant un tel programme d'ordinateur.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

- 10 Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :
- [Fig. 1] illustre schématiquement l'architecture matérielle d'un dispositif de
- 15 localisation, lequel est situé dans un aéronef, d'un élément transportable par l'aéronef ;
- [Fig. 2] illustre schématiquement un procédé de localisation d'un élément transportable par un aéronef ;
- [Fig. 3] illustre schématiquement un procédé de communication, mis en œuvre dans un élément transportable à localiser ;
- 20 [Fig. 4] illustre un aéronef dans lequel se trouve un élément transportable ;
- [Fig. 5] illustre un aéronef et un élément transportable localisé hors de l'aéronef;
- [Fig. 6] illustre schématiquement un procédé de détermination de la position d'un élément transportable par un aéronef dans le cas où l'élément transportable est hors de l'aéronef ; et
- 25 [Fig. 7] illustre un aéronef se déplaçant et un élément transportable localisé hors de l'aéronef.

EXPOSE DETAILLE DE MODES DE REALISATION

- La Fig. 1 illustre schématiquement l'architecture matérielle d'un dispositif de localisation d'un élément transportable par aéronef. L'aéronef est par exemple un
- 30 avion, un hélicoptère ou un drone. Le dispositif de localisation est situé dans l'aéronef.

Il est configuré pour exécuter tout ou partie des étapes du procédé A10 illustré par Fig. 2.

Ainsi, le dispositif de localisation 200 comprend un ou plusieurs processeur(s) 201, p.ex. un CPU (« Central Processing Unit » en anglais), un GPU (« Graphical

5 Processing Unit » en anglais) et/ou un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais).

Le dispositif de localisation 200 comprend également une mémoire MEM 202 de type RAM (« Random Access Memory » en anglais), ROM (« Read Only Memory » en anglais) et/ou EPROM (« Erasable Programmable Read Only Memory » en anglais).

Le dispositif de localisation 200 peut optionnellement comprendre une ou plusieurs
10 interfaces d'entrée/sortie 203 par exemple un clavier, une souris, un pavé tactile (« touchpad » en anglais) une webcam, etc., chacune étant configurée pour afficher des informations et/ou permettre à un utilisateur de rentrer des commandes ou des

données. Le dispositif de localisation 200 peut également comprendre une source d'énergie 204 qui peut également être externe au dispositif de localisation. Le

15 dispositif de localisation 200 comprend également une ou plusieurs interface(s) de communication 205. L'interface de communication permet typiquement la communication entre le dispositif de localisation 200 et l'élément à localiser. A cet effet, l'interface de communication peut par exemple comprendre une antenne radio ayant vocation à établir des canaux de communication avec l'équipement à localiser.

20 Selon un mode particulier de réalisation l'antenne est configurée pour que son lobe couvre l'intégralité du fuselage de l'aéronef et le moins possible l'extérieur de l'aéronef. Cette solution permet d'optimiser le gain de l'antenne sur l'ensemble des éléments à localisés situés dans le fuselage. Toutefois, d'autres diagrammes d'antenne pourraient être choisis.

25 Le dispositif de localisation 200 peut également comprendre un module de stockage STCK 204 qui peut être de type support magnétique, mémoire flash, disque optique, disque dur HDD (« Hard Disk Drive » en anglais) ou SSD (« Solid-State Drive » en anglais), ou de type lecteur de support de stockage externe, tel un lecteur de cartes SD (« Secure Digital » en anglais). Ces différents éléments sont reliés entre eux par un

30 bus de communication 210.

Le processeur CPU 201 peut enregistrer des données, ou informations, dans la mémoire MEM 202 ou dans le module de stockage STCK 204. Le processeur CPU 201 peut lire des données enregistrées dans la mémoire MEM 202 ou dans le module

de stockage STCK 204. Ces données peuvent correspondre à des paramètres de configuration.

Le processeur CPU 201 est capable d'exécuter des instructions chargées dans la mémoire MEM 202, par exemple à partir du module de stockage STCK 204. Lorsque
5 le dispositif de localisation 200 est mis sous tension, le processeur CPU 201 est capable de lire de la mémoire MEM 202 des instructions et de les exécuter. Ces instructions forment un programme d'ordinateur causant la mise en œuvre, par le processeur CPU 201, de tout ou partie des procédés de localisation et étapes décrits ci-après, particulièrement le procédé décrit dans la Fig. 2. Ainsi, tout ou partie des
10 procédés et étapes décrits ci-après peut être implémenté sous forme logicielle par exécution d'un ensemble d'instructions par une machine programmable, telle qu'un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais) ou un microcontrôleur. Tout ou partie des procédés et étapes décrits ci-après peut aussi être implémenté sous forme matérielle par une machine ou un composant dédié, tel qu'un FPGA (« Field-
15 Programmable Gate Array » en anglais) ou un ASIC (« Application-Specific Integrated Circuit » en anglais).

Selon une variante, le programme d'ordinateur est stocké à l'extérieur du dispositif de localisation 200 sur un support non-transitoire de données numériques (« non-transitory digital data support » en anglais), par exemple un support externe tel qu'un
20 HDD, CD-ROM, DVD, un dispositif de stockage de type USB. Le dispositif de localisation 200 peut donc être configuré pour lire un programme d'ordinateur. Le dispositif de localisation 200 peut également être relié à un dispositif de radiocommunication aéronautique non représenté sur la Fig. 1. Le dispositif de radiocommunication aéronautique est par exemple configuré pour communiquer avec
25 une station au sol par l'intermédiaire des moyens de communications de l'aéronef (par exemple Satcom, ACARS acronyme de « *Aircraft Communication Addressing and Reporting System* » ...). Le dispositif de radiocommunication aéronautique permet par exemple d'informer la station au sol de la présence ou non de l'objet à localiser dans l'aéronef et le cas échéant de sa position exacte. Le dispositif de localisation 200 est
30 relié au dispositif de radiocommunication aéronautique via un réseau local de l'aéronef 1, par exemple un réseau local filaire de type Ethernet, ou un réseau local sans fil de type Wi-Fi.

Dans un mode particulier de réalisation, le dispositif de localisation 200 est une passerelle d'accès (« gateway » en anglais).

La Fig. 2 illustre schématiquement un procédé de localisation A10 d'un élément transportable par l'aéronef. Le procédé de localisation A10 est mis en œuvre dans un aéronef par un dispositif de localisation 200. La position de l'aéronef est quant à elle connue par exemple grâce à un système GPS qui équipe l'aéronef. Le dispositif de localisation 200 est en communication sans fil avec l'élément transportable E. A cet effet, l'élément transportable est équipé d'un capteur, p. ex. un émetteur/récepteur radio équipé d'une antenne, très basse consommation capable de communiquer avec le dispositif de localisation 200. L'élément transportable est également équipé d'au moins une pile et d'un processeur. Les éléments constituant l'élément transportable sont optimisés en consommation afin d'avoir une durée de vie suffisante des piles. Le capteur de l'élément transportable E échange des données avec le dispositif de localisation 200, par exemple une passerelle d'accès. Il est capable d'émettre et de recevoir des informations.

Dans un mode particulier de réalisation, le dispositif de localisation 200 et l'élément transportable E communiquent entre eux selon un protocole de type LoRaWAN qui permet à des objets connectés d'échanger des données de faible taille à bas débit. Les réseaux LoRa sont des réseaux sans fils basse consommation, bas débit et longue portée, optimisés pour les équipements aux ressources limitées. Ces réseaux conviennent particulièrement aux applications qui n'exigent pas un débit élevé. Cependant, les modes de réalisation décrits ci-après ne se limitent pas à l'utilisation du protocole LoRaWAN. D'autres protocoles peuvent être utilisés qui permettent la communication sans fil entre un objet connecté équipé d'un capteur et une antenne.

La Fig. 3 illustre schématiquement un procédé de communication E10, mis en œuvre dans l'élément transportable E. Sur les Figs. 2 et 3 les étapes optionnelles sont représentées en traits pointillés.

Lors d'une étape optionnelle E100, l'élément transportable détecte si une condition est remplie. Dans le cas où la condition est remplie, l'élément transportable se déclare prêt à être localisé. A cet effet, il peut émettre via son capteur un message sous forme de signal radio indiquant qu'il peut être localisé. Une condition est, par exemple, la

comparaison d'une pression (respectivement température) de l'élément transportable avec une valeur de pression (respectivement température) prédéfinie, par exemple la pression au sol. Si la pression est égale ou supérieure à la valeur de pression prédéfinie, alors l'élément transportable est prêt à être localisé. Selon une variante, l'élément transportable peut détecter s'il est arrimé, par exemple au moyen d'une sangle, ou pas, et se déclarer localisable s'il est sanglé. Selon une autre variante, l'élément transportable est associé à un détecteur de chocs. Le détecteur de chocs permet de détecter les chocs subis par l'élément transportable. En cas d'absence de chocs après une période continue de chocs, l'élément transportable peut se déclarer prêt à être localisé. En effet, afin d'économiser de la batterie, le capteur de l'élément transportable E n'est pas allumé en permanence.

Dans une variante, l'étape E100 n'est pas mise en œuvre, par exemple parce que la date à laquelle l'élément transportable est localisable est connue du réseau sans fil. Lors d'une étape A90, le dispositif de localisation 200 émet un message M1 à destination de l'élément transportable sous forme de signal radio. Ce message indique par exemple au capteur de fournir un ou plusieurs types d'information, p.ex. mesure de pression, mesure de température, niveau de vibration, statut d'attache, information sur les chocs reçus, information sur l'état vide ou chargé de l'élément transportable, information sur l'état ouvert ou fermé de l'élément transportable. Dès réception (E112) de ce message M1, l'élément transportable va émettre immédiatement, lors d'une étape E114, un message M2 à destination du dispositif de localisation 200. Le message M2 comprend le ou les informations demandées par le dispositif de localisation 200. Le message M2 peut optionnellement donner des informations de contexte, par exemple indiquer que l'élément transportable a été soumis à des vibrations indiquant ainsi qu'il a été déplacé. Ces informations de contexte peuvent également être envoyées par l'élément transportable à tout autre moment. Ces informations de contexte peuvent par exemple être utilisées pour réinitialiser le processus de localisation. Si l'élément transportable a été déplacé, et est à nouveau immobile, le dispositif de localisation 200 peut alors réinitialiser le processus de localisation.

Lors d'une étape A100, le dispositif de localisation 200 reçoit le message M2 de l'élément transportable sous forme de signal radio.

Lors d'une étape A110, le dispositif de localisation 200 obtient un temps de parcours ToF (« Time of Flight » en anglais ou « Time of Arrival»). Le ToF correspond au temps de parcours du message M1 émis par le dispositif de localisation 200 lors de l'étape A90 pour atteindre le capteur (localisé dans ou sur l'élément transportable) auquel s'ajoute le temps de parcours du message M2 émis par le capteur lors de l'étape E112 pour atteindre le dispositif de localisation 200. Autrement dit, le ToF est égal à la différence entre la date d'émission du message M1 et la date de réception du message M2 par le dispositif de localisation 200.

Lors d'une étape A112, le dispositif de localisation 200 détermine une distance d à partir du temps de parcours. Cette distance d correspond à la distance entre le dispositif de localisation 200 et l'élément transportable E. La distance d est obtenue en multipliant le temps de parcours par une vitesse de propagation du signal radio. Cette vitesse est connue du dispositif de localisation 200. Dans le cas d'un signal radio la vitesse est par exemple égale à 300 000 km/s.

Lors d'une étape A114, la distance d déterminée à l'étape A112 est comparée à une valeur D. Dans le cas où la distance d est supérieure à D, alors l'élément E est considéré comme étant hors de l'aéronef (A118). Dans le cas où la distance d est inférieure à D, alors l'élément E est considéré comme étant dans l'aéronef (A116). La distance D est par exemple égale à la moitié de la longueur de l'aéronef. Dans une variante, la distance D est égale au rayon du plus petit cercle dont le centre est le dispositif de localisation 200, plus précisément son antenne, et qui englobe la totalité de l'aéronef.

Selon un mode particulier de réalisation, l'élément E est considéré comme étant dans l'aéronef (A116), lorsqu'un cercle, ayant pour centre le dispositif de localisation 200, plus précisément son antenne, et ayant pour rayon la distance mesurée à l'étape A112, intersecte le fuselage de l'aéronef. Ce cas de figure est illustré sur la Fig. 4. Sur la Fig. 4, le cercle C0 intersecte le fuselage de l'aéronef. L'élément E est considéré comme étant hors de l'aéronef (A118), lorsqu'un cercle, ayant pour centre l'antenne du dispositif de localisation 200 et ayant pour rayon la distance mesurée à l'étape A112, n'intersecte pas le fuselage de l'aéronef comme illustré par la Fig. 5. Sur la Fig. 5, le cercle C1 n'intersecte pas le fuselage de l'aéronef.

Avant décollage, le pilote doit vérifier les abords de l'aéronef. Dans le cas particulier où l'élément transportable est sous l'aéronef, sa présence aura été détectée par le pilote.

5 Lors des étapes A116 et A118, l'information sur la position de l'élément transportable peut être transmise à une station au sol via un dispositif de radiocommunication aéronautique. Cette information peut également être transmise au pilote de l'aéronef, p.ex. sur un écran. Le pilote peut alors prendre la décision de ne pas décoller après réception d'une information lui indiquant qu'un équipement devant se trouver à bord est absent.

10

La Fig. 6 illustre schématiquement un procédé A11 de détermination de la position d'un élément transportable par l'aéronef dans le cas où le procédé A10 a déterminé que l'élément transportable E est hors de l'aéronef. Le procédé A11 est mis en œuvre par le dispositif de localisation 200 à la suite de A116.

15 Sur la Fig. 6, les étapes identiques aux étapes de la Fig. 2 sont identifiées avec les mêmes références numériques. Dans le cas où l'élément transportable est hors de l'aéronef (A116), les étapes A90, A100, A110 et A112 sont répétées pour différentes positions de l'aéronef jusqu'à ce qu'un critère d'arrêt (A120) soit vérifié. Ce cas de figure est illustré sur la Fig. 7 où les étapes A90, A100, A110 et A112 sont répétées
20 pour 3 positions différentes de l'aéronef.

Le critère d'arrêt est par exemple un nombre de répétitions des étapes A90, A100, A110 et A112. En effet, afin d'obtenir la position précise de l'élément transportable E, ces étapes doivent être appliquées au moins trois fois.

Chaque répétition des étapes A90, A100, A110 et A112 permet de déterminer que
25 l'élément transportable E est sur un cercle (C1, C2 ou C3) ayant pour centre le dispositif de localisation 200, ou plus précisément son antenne de communication, et ayant pour rayon la distance (d1, d2 ou d3) déterminée à A112. L'élément transportable se trouve donc à l'intersection I des au moins 3 cercles C1, C2 et C3 sur la Fig. 7.

30 Selon un mode de réalisation particulier, dans le cas où la position de l'élément transportable E n'est pas déterminée de manière assez précise avec 3 positions de l'aéronef, les étapes A90, A100, A110 et A112 peuvent être répétées pour une nouvelle position de l'aéronef différente des positions précédentes. La position de

l'élément transportable E est imprécise si elle est déterminée avec une erreur supérieure à une valeur donnée. La position est déterminée de manière précise si la distance entre deux mesures successives de la position de l'élément transportable E est inférieure à une valeur définie. Selon une variante, la position est déterminée de manière précise si le rapport signal sur bruit du signal radio reçu par le dispositif de localisation 200 est supérieur à une valeur donnée.

Dans ce mode de réalisation, le dispositif de localisation 200 peut demander à l'élément transportable de rester localisable pendant un temps donné. Selon une variante, le dispositif de localisation 200 peut demander à l'élément transportable d'être à nouveau localisable après un certain temps.

Les informations concernant la localisation de l'objet transportable peuvent être transmises par un dispositif de radiocommunication aéronautique à une station au sol. Cette information peut également être transmise au pilote de l'aéronef, p.ex. sur un écran.

Les procédés de localisation A10 et A11 n'utilisent pas de GPS, hormis celui équipant l'aéronef, pour localiser l'élément transportable. La consommation d'énergie s'en trouve réduite. Les procédés permettent avantageusement d'utiliser une infrastructure simple avec un unique dispositif de localisation dans l'aéronef. La localisation de l'élément transportable est également précise du fait du déplacement de l'aéronef.

REVENDICATIONS

1. Un procédé de localisation d'un élément transportable par aéronef, ledit procédé comprenant pour une première position d'un aéronef :
 - a) émettre à partir d'une antenne localisée dans l'aéronef un premier message à destination dudit élément transportable ;
 - b) recevoir sur ladite antenne un second message émis par ledit élément transportable dès réception dudit premier message;
 - c) obtenir un temps de parcours desdits premier et second messages ;
 - d) déterminer une distance à partir desdits temps de parcours ;
 - e) déterminer que ledit élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est inférieure à une valeur et que ledit élément est hors de l'aéronef dans le cas où la distance est supérieure à ladite valeur ;et dans le cas où ledit élément est déterminé comme étant hors de l'aéronef : répéter les étapes a) à d) pour au moins deux autres positions de l'aéronef, lesdites au moins deux autres positions étant différentes de ladite première position et étant différentes entre elles ; et déterminer la position dudit élément à partir desdites trois distances déterminées.
2. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel déterminer que ledit élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est inférieure à ladite valeur comprend déterminer si un cercle, ayant pour centre ladite antenne et ayant pour rayon ladite distance déterminée, intersecte le fuselage de l'aéronef.
3. Le procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel déterminer la position dudit élément à partir desdites trois distances déterminées comprend : déterminer la position dudit élément à l'intersection d'au moins trois cercles, chaque cercle ayant pour centre une position de ladite antenne et pour rayon l'une desdites distances déterminées.
4. Le procédé selon la revendication 3, lequel comprend répéter les étapes a) à c) pour une nouvelle position de l'aéronef différente des positions précédentes tant que la

position dudit élément transportable est déterminée avec une erreur supérieure à une valeur donnée.

5. Le procédé selon l'une des revendications 1 à 4, lequel comprend en outre :
5 recevoir un message dudit élément transportable indiquant qu'il est localisable.

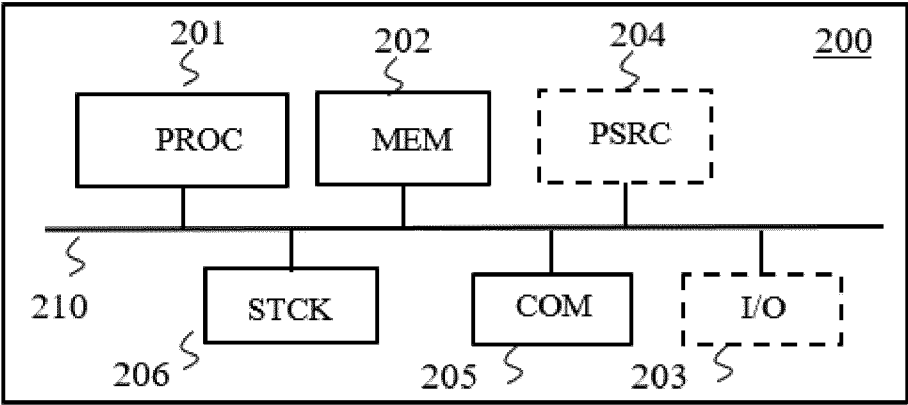
6. Un dispositif de localisation d'un élément transportable par aéronef, ledit dispositif comprenant au moins un processeur configuré pour :
a) émettre à partir d'une antenne localisée dans l'aéronef un premier message à
10 destination dudit élément transportable ;
b) recevoir sur ladite antenne un second message émis par ledit élément transportable dès réception dudit premier message;
c) obtenir un temps de parcours desdits premier et second messages ;
d) déterminer une distance à partir desdits temps de parcours ;
15 e) déterminer que ledit élément est dans l'aéronef dans le cas où la distance est inférieure à une valeur et que ledit élément est hors de l'aéronef dans le cas où la distance est supérieure à ladite valeur ;
et dans le cas où ledit élément est déterminé comme étant hors de l'aéronef :
répéter les étapes a) à d) pour au moins deux autres positions de l'aéronef, lesdites au
20 moins deux autres positions étant différentes de ladite première position et étant différentes entre elles ;
déterminer la position dudit élément à partir desdites trois distances déterminées.

7. Un système de localisation d'un élément transportable par aéronef, ledit
25 système comprenant un dispositif de localisation d'un élément transportable par aéronef selon la revendication 6 et un capteur fixé sur ledit élément transportable.

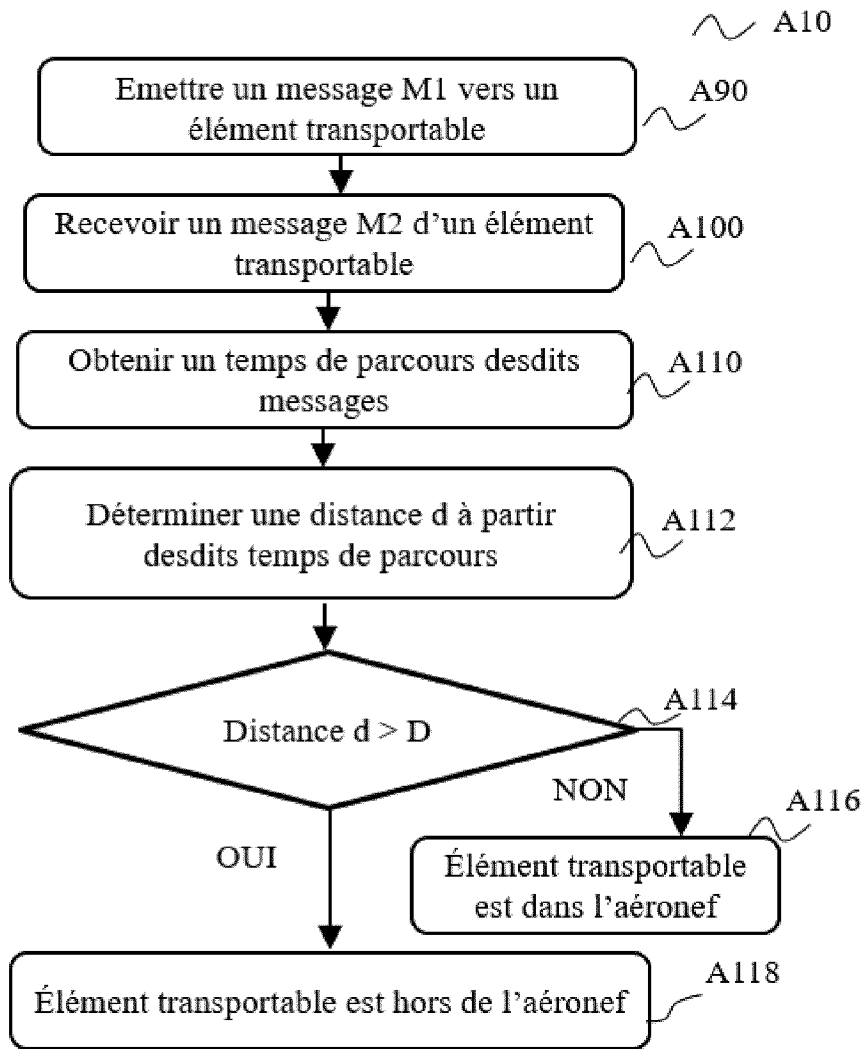
8. Un système selon la revendication 7, dans lequel ledit capteur est configuré pour envoyer un message audit dispositif de localisation indiquant que ledit élément
30 transportable est localisable.

9. Un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif, le procédé selon l'une des revendications 1 à 5, lorsque ledit programme est exécuté par une unité de calcul dudit dispositif.
- 5 10. Un support d'enregistrement caractérisé en ce qu'il stocke un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif, le procédé selon l'une des revendications 1 à 5, lorsque ledit programme est exécuté par une unité de calcul dudit dispositif.

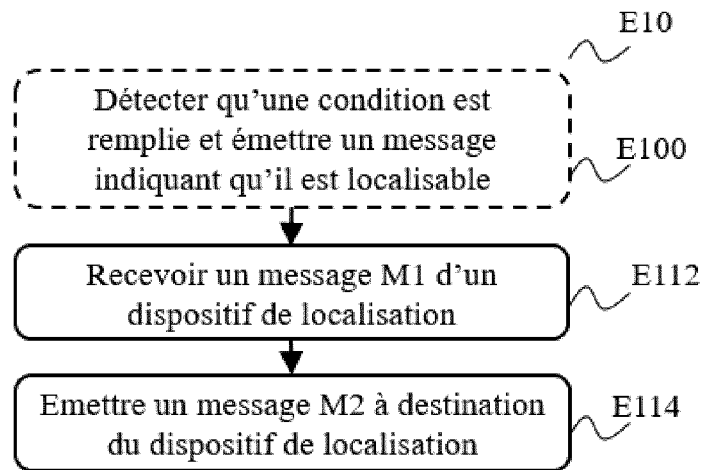
[Fig. 1]



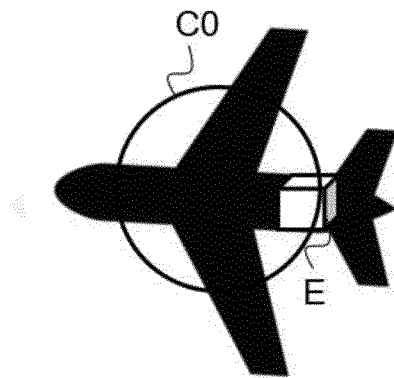
[Fig. 2]



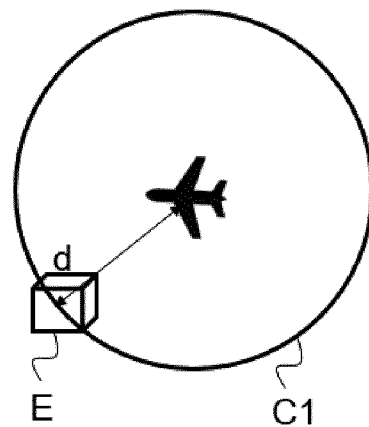
[Fig. 3]



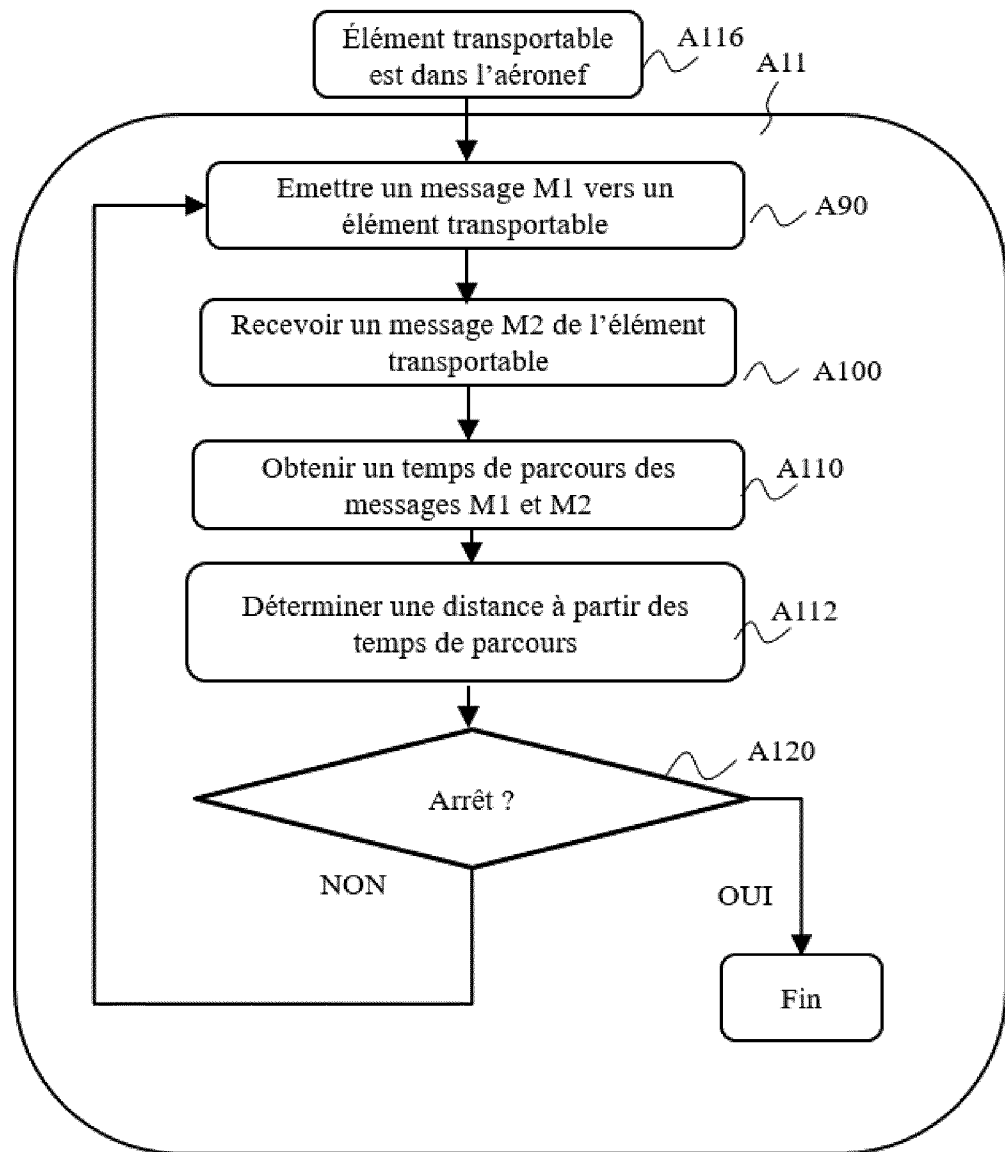
[Fig. 4]



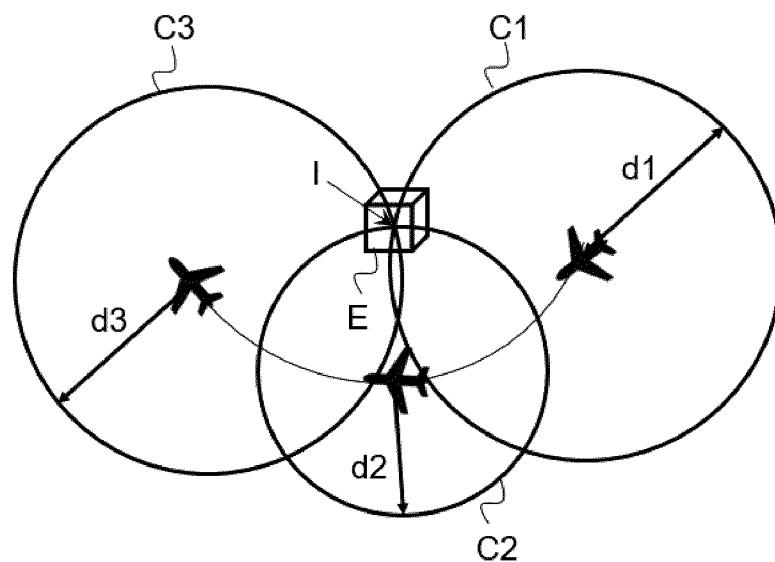
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/067211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G01S 13/87*(2006.01)i; *G01S 5/14*(2006.01)i; *G06Q 10/08*(2012.01)i; *G01S 5/02*(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S; G06Q

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

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

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006038077 A1 (OLIN CRAIG J [US] ET AL) 23 February 2006 (2006-02-23) paragraph [0001] paragraphs [0066] - [0068]	1-10
A	US 2016063786 A1 (LEWIS ALLAN [CA] ET AL) 03 March 2016 (2016-03-03) paragraphs [0033] - [0034]	1-10
A	US 6522027 B1 (MORILLON JACQUES [FR] ET AL) 18 February 2003 (2003-02-18) column 6, lines 32-42; figure 2	1-10
A	FR 2838524 A1 (RADIOTELEPHONE SFR [FR]) 17 October 2003 (2003-10-17) the whole document	1-10
A	US 2018213355 A1 (SMITH ERIC JOHN [US] ET AL) 26 July 2018 (2018-07-26) the whole document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 2020

Date of mailing of the international search report

17 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Ribbe, Jonas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/067211

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
US	2006038077	A1	23 February 2006	DE	102005026898	05 January 2006
				FR	2871598	16 December 2005
				FR	2875477	24 March 2006
				FR	2875491	24 March 2006
				US	2006038077	23 February 2006
US	2016063786	A1	03 March 2016	CN	105644504	08 June 2016
				DE	102015202404	03 March 2016
				KR	20160024723	07 March 2016
				US	2016063786	03 March 2016
US	6522027	B1	18 February 2003	DE	60009830	31 March 2005
				EP	1099814	16 May 2001
				ES	2219280	01 December 2004
				FR	2800782	11 May 2001
				JP	4612173	12 January 2011
				JP	2001214652	10 August 2001
				US	6522027	18 February 2003
FR	2838524	A1	17 October 2003	AT	539357	15 January 2012
				EP	1355164	22 October 2003
				FR	2838524	17 October 2003
				US	2004033796	19 February 2004
US	2018213355	A1	26 July 2018	CN	110574399	13 December 2019
				EP	3556119	23 October 2019
				JP	2019537016	19 December 2019
				US	2018213355	26 July 2018
				US	2019297454	26 September 2019
				US	2020128354	23 April 2020
				WO	2018112224	21 June 2018

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/067211

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01S13/87 G01S5/14 G06Q10/08 G01S5/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01S G06Q		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2006/038077 A1 (OLIN CRAIG J [US] ET AL) 23 février 2006 (2006-02-23) alinéa [0001] alinéas [0066] - [0068] -----	1-10
A	US 2016/063786 A1 (LEWIS ALLAN [CA] ET AL) 3 mars 2016 (2016-03-03) alinéas [0033] - [0034] -----	1-10
A	US 6 522 027 B1 (MORILLON JACQUES [FR] ET AL) 18 février 2003 (2003-02-18) colonne 6, lignes 32-42; figure 2 -----	1-10
A	FR 2 838 524 A1 (RADIOTELEPHONE SFR [FR]) 17 octobre 2003 (2003-10-17) le document en entier -----	1-10
	-/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 28 août 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/09/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Ribbe, Jonas

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2018/213355 A1 (SMITH ERIC JOHN [US] ET AL) 26 juillet 2018 (2018-07-26) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/067211

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006038077	A1	23-02-2006	DE 102005026898 A1	05-01-2006
			FR 2871598 A1	16-12-2005
			FR 2875477 A1	24-03-2006
			FR 2875491 A1	24-03-2006
			US 2006038077 A1	23-02-2006

US 2016063786	A1	03-03-2016	CN 105644504 A	08-06-2016
			DE 102015202404 A1	03-03-2016
			KR 20160024723 A	07-03-2016
			US 2016063786 A1	03-03-2016

US 6522027	B1	18-02-2003	DE 60009830 T2	31-03-2005
			EP 1099814 A1	16-05-2001
			ES 2219280 T3	01-12-2004
			FR 2800782 A1	11-05-2001
			JP 4612173 B2	12-01-2011
			JP 2001214652 A	10-08-2001
			US 6522027 B1	18-02-2003

FR 2838524	A1	17-10-2003	AT 539357 T	15-01-2012
			EP 1355164 A1	22-10-2003
			FR 2838524 A1	17-10-2003
			US 2004033796 A1	19-02-2004

US 2018213355	A1	26-07-2018	CN 110574399 A	13-12-2019
			EP 3556119 A1	23-10-2019
			JP 2019537016 A	19-12-2019
			US 2018213355 A1	26-07-2018
			US 2019297454 A1	26-09-2019
			US 2020128354 A1	23-04-2020
			WO 2018112224 A1	21-06-2018
