

(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
29 juin 2017 (29.06.2017)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/108747 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04W 4/00 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)
H04W 88/16 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/081855

(22) Date de dépôt international :
20 décembre 2016 (20.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2015/5842 23 décembre 2015 (23.12.2015) BE

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : CROHAS, Henri [FR/BE]; Avenue Louis Berlainmont 5A, 1160 Auderghem (BE).

(74) Mandataires : PECHER, Nicolas et al.; Pecher & Partners, Rue Louis de Geer 6, 1348 Louvain-la-Neuve (BE).

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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, 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).

Publiée :

(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,

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

(54) Title : GATEWAY WITH SOLAR POWER SUPPLY FOR LPWAN NETWORK

(54) Titre : Passerelle à alimentation solaire pour réseau LPWAN

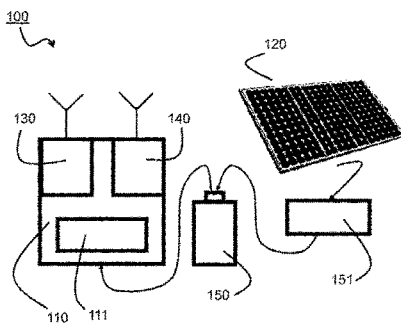


Figure 1a

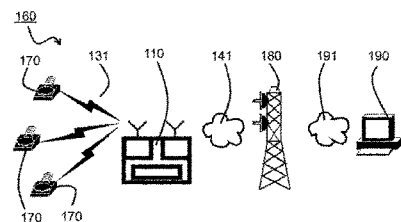


Figure 1b

(57) Abstract : Gateway with solar power supply for LPWAN network. Autonomous device from the point of view of its electrical power supply which is configured to: exchange data with a plurality of connectable objects by means of a first radiofrequency network of LPWAN type and to exchange data with a base station by means of a second WWAN radiofrequency network. The device comprises a gateway comprising: an LPWAN modem and a WWAN modem; and a photovoltaic panel with a surface area of less than 0.6 m². The gateway is configured to limit its electrical consumption by organizing the communications with the connectable objects via the periodic emission of beacon messages each comprising: an indication of at least one time window for exchanging at least one message, and/or an indication of at least one channel different from the beacon channel for exchanging at least one message.

(57) Abrégé : Passerelle à alimentation solaire pour réseau LPWAN. Dispositif autonome du point de vue de son alimentation électrique qui est configuré pour: échanger des données avec une pluralité d'objets connectables au moyen d'un premier réseau radiofréquence de type LPWAN et pour échanger des données avec une station de base au moyen d'un second réseau radiofréquence WWAN. Le dispositif comprend une passerelle comprenant: un modem LPWAN et un modem WWAN; et un panneau photovoltaïque de surface inférieure à 0,6 m². La passerelle est configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les communications avec les objets connectables via l'émission périodique de messages balises comprenant chacun: une indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message, et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.



WO 2017/108747 A1

Passerelle à alimentation solaire pour réseau LPWAN

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte à un dispositif assurant la liaison entre des objets connectés à un premier réseau radiofréquence étendu de type LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) et une station de base d'un second réseau radiofréquence étendu ou WWAN (Wireless Wide-Area Network), également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Plus précisément, l'invention se rapporte à un dispositif autonome du point de vue de son alimentation électrique.

Etat de la technique

[0002] On connaît des dispositifs qui assurent une connexion entre un objet connectable et un serveur central via une passerelle d'un réseau sans fil reliée à l'internet. On peut citer, par exemple, les passerelles WiFi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, GPRS, 3G/4G, etc, qui sont, soit reliées directement à l'internet soit par l'intermédiaire d'un réseau local (LAN : Local Area Network) ou d'un réseau étendu (WAN : Wide-Area Network). Parmi ces dispositifs, certains peuvent être autonomes en énergie, leur approvisionnement électrique étant assuré, par exemple, par un panneau photovoltaïque. La demande de brevet CN104792354 décrit un tel système. Dans cet exemple, l'invention consiste en un système de surveillance à distance d'un environnement forestier. Le système comprend des capteurs connectés en radiofréquence via la technologie ZigBee à une passerelle. La passerelle transfère les messages des capteurs vers un serveur central via le réseau étendu de type WWAN utilisant le protocole GPRS (General Packet Radio Service également dénommé 2G). Cette passerelle et, éventuellement, les capteurs sont alimentés par des panneaux photovoltaïques. Un tel système présente cependant un problème lié au protocole ZigBee utilisé. Ce protocole n'est utilisable qu'à courte distance (~100m maximum en théorie), typiquement quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Les objets connectables doivent donc se trouver à proximité de la passerelle, ce qui limite l'utilisation d'un tel réseau. Pour augmenter la portée du réseau, on peut soit augmenter fortement le nombre de passerelles, ce qui est difficile en termes de coût et de mise en œuvre, soit utiliser la faculté des réseaux Zigbee d'être déployés en maille (« mesh » en anglais). Dans ce type de réseau en maille, un objet connecté peut,

potentiellement, servir de relais entre un autre objet situé hors de portée de la passerelle et la passerelle. Ce genre de réseaux présente divers désavantages : risque de rupture du maillage et de la communication si un objet est défaillant, surconsommation électrique des objets servant de relais limitant leur autonomie sur batterie, latence dans les transmissions, portée somme toute limitée à quelques retransmissions successives, engorgement des communications au niveau des objets relais, plus grande complexité des protocoles de communication. En conclusion, les réseaux ZigBee restent des réseaux à courte portée qui peuvent difficilement être classés parmi les réseaux étendus WWAN.

[0003] Un autre type de réseau est Wi-Fi qui est également un réseau à courte portée (~300 m maximum en théorie, quelques dizaines de mètres en pratique) et de plus grande puissance (~100 mW de puissance d'émission) mais ce type de réseau en étoile présente les mêmes problèmes de portée étendue qu'un réseau « mesh » comme ZigBee et ne peut pas plus prétendre à constituer un réseau étendu de type WWAN que sont par ailleurs les réseaux de type GSM, CDMA, 2G, 3G ou 4G. Un tel réseau présente aussi un problème de consommation électrique qui rend difficile voire impossible l'alimentation par un panneau photovoltaïque de taille raisonnable (surface inférieure à $\frac{1}{2}$ m²).

[0004] Enfin, les réseaux GSM sont des réseaux cellulaires étendus sans fil (WWAN), à longue portée (jusqu'à une dizaine de kilomètres en espace dégagé mais réduite à quelques centaines de mètres en espace urbain dense) et à relativement forte puissance (jusqu'à 40 W de puissance d'émission pour les antennes des stations de base présentant les plus longues portées et typiquement jusqu'à 2 W du point de vue des terminaux) et présente donc aussi un problème de consommation électrique qui rend impossible l'alimentation d'une station de base (ou passerelle) par un panneau photovoltaïque de taille raisonnable (surface inférieure au $\frac{1}{2}$ m²).

[0005] Une solution pour pouvoir couvrir une grande zone en consommant peu d'énergie réside dans les réseaux « Low-Power Wide-Area Network » (LPWAN) qui sont des réseaux radiofréquence étendus à basse puissance, longue portée et configurés en étoile. Les technologies de transmission radiofréquence supportant ces réseaux sont principalement développés par LoRa (<https://www.lora-alliance.org/>, par exemple la puce décrite dans la demande de brevet EP2763321A1), SigFox (<http://www.sigfox.com/fr/>, par exemple la demande de brevet WO2014/037665A1) et NB-IoT (Narrowband Internet of the Things) dans le cadre du 3GPP (<http://www.3gpp.org/>). La portée des réseaux LPWAN est d'une dizaine de kilomètres en terrain dégagé et sensiblement supérieure à

la portée des réseaux mobiles GSM ou CDMA. En revanche, le taux de transfert des données au niveau de la couche physique (couche la plus basse du modèle OSI) est très fortement réduit, typiquement de l'ordre de 1 kbit/s voire même jusqu'à 100 bits/s dans le but de réduire la puissance d'émission tout en conservant une grande portée. La

5 puissance radiofréquence émise par les passerelles LPWAN ainsi que les objets connectés qui y sont rattachés sont généralement de l'ordre de 10 à 25 mW, pouvant aller jusqu'à 500 mW en Europe et 1 W aux États Unis dans quelques cas exceptionnels dûment encadrés par les normes relatives aux émissions dans les bandes de fréquence publiques, dites bandes ISM.

10 **[0006]** Néanmoins, les technologies actuelles des réseaux LPWAN souffrent de plusieurs problèmes. Les passerelles sont conçues comme des stations de base GSM du type à poser sur un toit (roof-top) ou au sommet d'une tour ou mât hertzien. Elles sont également conçues pour écouter un nombre important d'objets connectables simultanément. Par exemple, la technologie SigFox consiste principalement en l'écoute

15 d'un canal de fréquence dans lequel des objets connectables émettent des messages chacun sur un sous-canal en bande très étroite UNB (Ultra-Narrow Band). Les passerelles SigFox doivent donc scanner un canal de fréquence relativement large à la recherche de signaux UNB transportant les messages des objets connectables. Les passerelles sont capables de recevoir et traiter de nombreux messages simultanément. Le protocole LoRa

20 quant à lui repose sur une méthode de transmission par étalement de spectre et consiste en l'écoute de plusieurs canaux de fréquence étroits sur lesquels les objets connectables émettent avec des taux d'étalement de spectre variables en fonction de la distance entre l'objet et la passerelle. Les passerelles LoRa doivent scanner chacun des canaux ouverts, typiquement 8, dans chacun des différents facteurs d'étalement de spectre (typiquement

25 8) afin de recevoir et traiter de nombreux messages simultanément, typiquement jusqu'à 64 (8 canaux et 8 facteurs d'étalement dans chaque canal). D'autres protocoles LPWAN existent ou sont à l'étude, reposant sur diverses combinaisons de méthodes de transmission en UNB ou étalement de spectre, tels que le protocole NB-IoT récemment proposé pour normalisation dans le cadre de l'organisme de normalisation 3GPP qui vise

30 à utiliser les stations de base GSM de dernière génération, offrant des possibilités de SDR (Software Defined Radio).

[0007] Les passerelles de ces trois systèmes nécessitent donc une unité de traitement du signal relativement puissante pour traiter les signaux correspondant à de

nombreuses connexions reçues simultanément (jusqu'à 64 connexions simultanées dans le cas des passerelles LoRaWAN). Ces unités de traitement du signal augmentent fortement la consommation électrique des passerelles rendant impossible leur alimentation par un panneau photovoltaïque de taille raisonnable (surface inférieure au 5 $\frac{1}{2}$ m²). Les unités de réception et de traitement LPWAN de ces passerelles sont également en activité de manière permanente, ce qui augmente encore la consommation électrique. Le système de réception est occupé en permanence, soit à détecter la présence d'éventuels messages émis par des objets connectés alentour soit à recevoir les messages émis par lesdits objets. Par exemple, la consommation minimum d'un récepteur LoRa est de 10 9V x 0.65 A \approx 6 W (voir le module Multitech : <http://www.multitech.net/developer/products/accessory-cards/mtac-lora/mtac-lora-power-draw/>, consulté le 16/11/2016).

[0008] Le modèle d'utilité chinois CN204836605 décrit une passerelle entre un réseau GSM (GPRS) et un réseau LPWAN (LoRa). À nouveau, à cause de la grande 15 consommation des protocoles GPRS et LoRa (du point de vue de la passerelle), un panneau photovoltaïque de taille raisonnable (surface inférieure au $\frac{1}{2}$ m²) ne peut suffire à alimenter une telle passerelle et à la rendre autonome du point de vue de son alimentation électrique.

[0009] En conclusion, les réseaux du type ZigBee souffrent d'une faible portée, 20 les réseaux du type Wi-Fi souffrent d'une faible portée combinée à une plus grande consommation électrique et les réseaux du type GSM souffrent d'une trop grande consommation électrique relativement à leur portée. Les réseaux LPWAN sont une bonne alternative mais les passerelles actuelles consomment également trop d'électricité. Il y a donc un besoin pour des passerelles LPWAN/WWAN installables n'importe où, 25 facilement, sans alimentation électrique ni connexion filaire (Ethernet, DSL, fibre optique, ...).

Résumé de l'invention

[0010] Selon un premier aspect, l'invention se rapporte à un dispositif autonome du point de vue de son alimentation électrique configuré pour échanger des données avec 30 une pluralité d'objets connectables au moyen d'un premier réseau radiofréquence basse puissance, longue portée et en étoile de type LPWAN (Low-Power Wide-Area Network), et pour échanger des données correspondantes avec une station de base au moyen d'un

second réseau radiofréquence cellulaire étendu sans fil WWAN (Wireless Wide-Area Network). Le dispositif comprend une passerelle qui elle-même comprend un modem adapté au premier réseau radiofréquence assurant la connexion entre les objets connectables et ladite passerelle base à travers le premier réseau radiofréquence, et un
5 modem WWAN assurant la connexion entre ladite passerelle et la station de base à travers le second réseau radiofréquence. La passerelle est configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les communications avec les objets connectables via l'émission périodique ou quasi-périodique de messages balises sur un canal, appelé canal balise, ledit canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande, lesdits
10 messages balises comprenant chacun

(a) une indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message ;

(b) et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.

15 Le dispositif comprend également un panneau photovoltaïque assurant l'alimentation électrique du dispositif et dont la surface est inférieure à 0,6 m².

Un des buts de ce dispositif est d'être facilement installables n'importe où, sans alimentation électrique ni connexion filaire (Ethernet, DSL, fibre optique...). En effet, le dispositif utilise, d'une part, un réseau LPWAN très peu gourmand en électricité et d'autre
20 part un réseau WWAN qui, du point de vue de l'émetteur, demande une alimentation électrique suffisamment raisonnable que pour que le dispositif puisse être alimenté par un panneau photovoltaïque de taille raisonnable (surface inférieure au ½ m²). De plus, le dispositif ne nécessite pas de compétence technique particulière pour son installation puisqu'il suffit de le poser ou de le fixer là où on le désire.

25 **[0011]** De préférence, la surface du panneau photovoltaïque est inférieure à 0,3 m², ou encore de manière encore plus préférée inférieure à 0,2 m².

[0012] De préférence, le modem WWAN est un modem du type : GSM (1G), GPRS (2G), EDGE (2.5G), CDMA (3G), UMTS (3G), LTE (4G), de préférence le modem WWAN est un modem GPRS.

30 Le réseau WWAN et le modem WWAN correspondant sont idéalement du type GPRS (General Packet Radio Service) car ce protocole de téléphonie mobile permet la transmission par paquets adaptée à la transmission de données et il reste relativement peu

couteurs en énergie par rapport aux protocoles plus récents de 3G et 4G, les ressources électriques n'étant utilisées que lorsqu'une transmission est réellement effective.

[0013] De préférence, la portée maximum du premier réseau radiofréquence est, en terrain dégagé, au minimum de 1 km, de préférence au minimum de 5 km, de manière encore plus préférée au minimum de 10 km.

Cette caractéristique est liée au type de réseau (LPWAN) utilisé et permet de réduire le nombre de passerelles à installer, ce qui facilite indirectement leur installation.

[0014] De préférence, le modem adapté au premier réseau radiofréquence est configuré pour que le taux de transfert du premier réseau radiofréquence au niveau de la couche physique (PHY) soit au maximum de 5 kbit/s, de préférence au maximum de 1 kbit/s, de manière encore plus préférée au maximum de 500 bits/s lorsqu'il émet à sa portée maximum. Il est également configuré pour émettre sur le premier réseau radiofréquence avec une puissance d'émission maximum inférieure ou égale à 1 W, de préférence inférieure ou égale à 500 mW, de manière encore plus préférée inférieure ou égale à 100 mW.

À nouveau, cette caractéristique est liée au type de réseau (LPWAN) utilisé. Ce faible taux de transfert permet de garantir une puissance d'émission faible et donc de garantir une consommation électrique faible.

[0015] De préférence, la passerelle est configurée pour limiter sa consommation électrique en communiquant simultanément avec les objets connectables via un nombre de canaux de communication inférieur ou égal à 3, de préférence égal à 1, chaque canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande.

[0016] De préférence, les objets connectables sont configurés pour envoyer des messages à la passerelle et la passerelle est configurée pour recevoir et traiter simultanément un nombre de messages inférieur ou égal à 8, de préférence égal à 1.

L'utilisation d'un nombre restreint de canaux de communication simultanés et d'un nombre restreint de messages reçus et traités simultanément permet de réduire la puissance consommée par le modem et par un microcontrôleur chargé de traiter les signaux.

[0017] De préférence, le message balise émis par la passerelle comprend :

- un préambule ;
- soit une indication que la passerelle veut délivrer un message soit qu'elle est apte à recevoir au moins un message ;
- une indication d'un canal pour échanger au moins un message.

La passerelle est configurée pour :

- délivrer un message l'envoi à la suite du message balise sur le canal indiqué dans le message balise ; et/ou
- recevoir un message d'un objet connectable en :
 - 5 ○ écoutant le canal assigné dans le message balise pour détecter un préambule d'un message ;
 - recevant le message.

L'organisation temporelle des communications permet de limiter les collisions de messages. Ces collisions induisent des transmissions corrompues entre les objets connectables et la passerelle et donc le cas échéant des retransmissions. Ces transmissions corrompues sont néanmoins traitées inutilement par le modem LPWAN et/ou le microcontrôleur de la passerelle. La transmission devra donc être traitée au moins deux fois (une ou plusieurs fois corrompues et une fois correcte) ce qui est coûteux en énergie électrique. L'organisation du temps par la passerelle via un message balise permet également de limiter le nombre de canaux/messages à scanner et à traiter simultanément ce qui réduit la consommation électrique.

[0018] De préférence, la passerelle comprend une mémoire pour stocker des messages reçus depuis des objets connectables et dans lequel la passerelle est configurée pour transmettre à la station de base les messages stockés après un intervalle de temps, et configurée pour transmettre immédiatement un message si celui-ci a un caractère prioritaire.

[0019] De préférence, l'intervalle de temps est d'une durée comprise entre 1 et 60 s, de préférence entre 3 et 15 s, de manière encore plus préférée entre 4 et 6 s.

Le modem WWAN étant le composant du dispositif qui consomme le plus d'électricité (environ 4 fois plus que le modem LPWAN), il est donc très utile de l'activer le moins possible. De plus, le taux de transfert du modem WWAN est de l'ordre de 100 fois plus élevé que le taux de transfert du modem LPWAN. Il n'est donc pas nécessaire de transférer immédiatement chaque message reçu du réseau LPWAN. L'utilisation d'une mémoire de stockage permet de réduire l'utilisation du modem WWAN et donc de réduire la consommation électrique.

[0020] De préférence, l'énergie consommée par jour par le dispositif selon l'invention est en moyenne inférieure à 48 Wh, de préférence inférieur à 36 Wh, idéalement inférieure à 24 Wh.

[0021] De préférence, le dispositif comprend en outre une batterie alimentée par le panneau photovoltaïque et alimentant le dispositif. De préférence, la batterie est une batterie d'une capacité comprise entre 1 et 50 Ah, de préférence entre 3 et 30 Ah, de manière encore plus préférée entre 5 et 15 Ah.

5 L'utilisation d'une batterie de capacité suffisante permet de stocker l'électricité produite par le panneau photovoltaïque et de la restituer lorsque la production du panneau est nulle, par exemple pendant la nuit, en cas de mauvais temps, si le panneau est recouvert (par de la neige, objet, feuilles mortes).

[0022] De préférence, la passerelle et ses constituants sont compris dans un même
10 boîtier résistant aux intempéries.

Le dispositif étant destiné à être installé n'importe où, il est important que ses constituants soient protégés des intempéries et en particulier des précipitations.

[0023] De préférence, les constituants du dispositif sont attachés sur un même support, ledit support étant de préférence un support d'antenne parabolique TV ou un mât.
15 Ce genre de support est produit en série, à bas coûts et sont facilement installables.

[0024] De préférence, les constituants et éléments techniques du dispositif permettent de réduire son coût de fabrication à moins de 100 €, de préférence à moins de 50 €, de préférence à moins de 35 €.

Cette caractéristique permet de faciliter l'installation et le remplacement éventuel du
20 dispositif car son faible coût simplifie la maintenance (échange standard en cas de panne).

Brève description des dessins

[0025] Ces aspects ainsi que d'autres aspects de l'invention seront clarifiés dans la description détaillée de modes de réalisation particuliers de l'invention, référence étant
25 faite aux dessins des figures, dans lesquelles :

- la Figure 1a montre un exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention ;
- la Figure 1b montre un exemple de réseau dans lequel un dispositif selon l'invention intervient ;
- la Figure 2 montre un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention ;
30
- la Figure 3 montre un schéma de fonctionnement d'un dispositif selon l'invention ;

Les dessins des figures ne sont pas à l'échelle. Généralement, des éléments semblables sont dénotés par des références semblables dans les figures. La présence de numéros de référence aux dessins ne peut être considérée comme limitative, y compris lorsque ces numéros sont indiqués dans les revendications.

5

Description détaillée de certains modes de réalisation de l'invention

[0026] La Figure 1a montre un exemple de réalisation d'un dispositif **100** selon l'invention (pour la clarté du schéma toutes les connexions électriques ne sont pas représentées, les connexions représentées le sont sous forme de flèches indiquant le sens des courants d'alimentation électrique). Le dispositif est autonome du point de vue de son alimentation électrique et comprend : une passerelle **110** et un panneau photovoltaïque **120**. De préférence, le dispositif comprend un microcontrôleur **111**.

[0027] La Figure 1b montre un exemple de réseau **160** dans lequel un dispositif **100** selon l'invention est utilisé. Le dispositif selon l'invention est adapté pour échanger des données avec une pluralité d'objets connectables **170** au moyen d'un premier réseau radiofréquence **131**, et pour échanger des données avec une station de base **180** au moyen d'un second réseau radiofréquence **141**, ledit second réseau radiofréquence **141** étant un réseau cellulaire étendu sans fil WWAN (Wireless Wide-Area Network).

Notons que le terme « objets connectables » **170** désigne aussi bien des objets potentiellement connectables que des objets effectivement connectés.

[0028] La passerelle **110** comprend : un premier modem **130** adapté à un premier réseau radiofréquence **131** (Figure 1b), un second modem **140** adapté à un second réseau radiofréquence **141** (Figure 1b). Le premier réseau radiofréquence **131** est un réseau un réseau basse puissance, longue portée et en étoile de type LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) et le premier modem **130** adapté au premier réseau **131** est un modem LPWAN. Le second réseau **141** est un réseau cellulaire étendu sans fil WWAN (Wireless Wide-Area Network) et le second modem **140** adapté au second réseau **141** est un modem WWAN.

[0029] La passerelle **110** est configurée pour communiquer avec une pluralité d'objets connectables **170** dans le réseau **160** en utilisant une pluralité de canaux présentant chacun une fréquence centrale et une largeur de bande. La passerelle est également configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les

communications avec les objets connectables via l'émission périodique ou quasi-périodique de messages balises sur un canal, appelé canal balise, étant un canal de communication unidirectionnel réservé. Lesdits messages balise comprennent chacun :

- une indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message ;
- et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message, la passerelle n'indiquant, de préférence, qu'un seul canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.

Lorsque la passerelle organise les communications, elle limite les collisions de messages qui induisent des transmissions corrompues entre les objets connectables et la passerelle et donc le cas échéant des retransmissions. Ces transmissions corrompues sont néanmoins traitées inutilement par le modem LPWAN **130** et/ou le microcontrôleur **111** de la passerelle. La transmission devra donc être traitée au moins deux fois (une ou plusieurs fois corrompues et une fois correcte). L'organisation du temps par la passerelle via un message balise permet également de limiter le nombre de canaux/messages à scanner et traiter simultanément. En effet, la passerelle ne cherche à détecter et/ou recevoir qu'un seul message à la fois sur un seul canal. Cette caractéristique permet d'alléger la complexité du traitement du signal et donc de diminuer la puissance de calcul ce qui a pour conséquence d'entraîner une diminution de la consommation électrique du microcontrôleur **111**.

[0030] Les messages balise peuvent aussi comprendre :

- un préambule ;
- soit une indication que la passerelle **110** veut délivrer un message soit qu'elle est apte à recevoir au moins un message ;
- une indication d'un canal pour échanger ce ou ces messages.

Une passerelle peut émettre, dans sa fenêtre temporelle, un signal transportant un message balise. Si la passerelle veut délivrer un message, elle l'envoie à la suite du message balise sur le canal indiqué dans le message balise. Si la passerelle n'a pas de message à délivrer, elle peut recevoir un message d'un objet connectable **170** en :

- écoutant le ou les canaux assignés dans le message balise pour détecter un préambule d'un message ;
- recevant le message.

[0031] Les messages émis par les objets connectés sont synchronisés sur les messages balise émis à intervalle réguliers sur le canal balise. En pratique, de nombreuses passerelles sont présentes dans le réseau **160** et le taux d'occupation de chaque passerelle en réception reste généralement inférieur à 10 % du temps. La passerelle passe donc une grande partie de son temps à détecter la non-présence d'un préambule de message. Le modem LPWAN n'est donc actif en moyenne que pendant une courte période de temps. Par exemple, quelques millisecondes sur une période entre l'émission de deux messages balises de 2 secondes. En résumé, la passerelle n'est occupée au plus que 10 % du temps à recevoir effectivement des messages émis par les objets connectés situés à l'intérieur de la cellule, le reste du temps elle n'est occupée que 3,5 % à détecter la non-présence d'un préambule. Au total, la passerelle ne fonctionne en réception que $10\% + 3,5\% \cdot 90\% = 13,1\%$ du temps, et elle peut être complètement désactivée et ne rien consommer du tout le reste du temps. Le signal balise permet également à chaque passerelle de s'organiser par rapport aux autres passerelles du réseaux. En écoutant le canal balise et les messages balise, une passerelle peut choisir un intervalle temporel libre pour émettre son message balise, peut se resynchroniser et peut s'insérer dans le réseau.

[0032] La consommation électrique de la passerelle **110** configurée selon le protocole décrit ci-dessus est telle que l'alimentation électrique de la passerelle peut être assurée par un panneau photovoltaïque **120** dont la surface est inférieure à 0,6 m², de préférence inférieure à 0,3 m², ou idéalement inférieure à 0,2 m². Par exemple, un panneau d'une surface de 0,2 m² peut produire 22 W, un panneau de 0,3 m² peut produire 34 W et un panneau de 0,6 m² peut produire 68 W.

[0033] Le panneau photovoltaïque **120** peut se présenter sous la forme d'un parallélépipède rectangle rigide et mince (quelques centimètres d'épaisseur). La masse du panneau photovoltaïque est de l'ordre du kilogramme. De préférence, le panneau photovoltaïque comprend : des branchements électriques, des fixations, un cadre pour assurer sa rigidité et l'étanchéité. Alternativement, le panneau photovoltaïque a une forme quelconque, de préférence comportant une surface plane. Alternativement, le panneau photovoltaïque peut également comprendre des membranes souples. Le prix maximum du panneau photovoltaïque est, de préférence, de 1€/Wc et sa durée de vie est comprise entre dix et trente ans. Le panneau photovoltaïque peut comprendre des cellules polycristallines ou monocristallines et être recouvert d'un verre trempé traité antireflet, résistant aux intempéries et en particulier aux précipitations.

[0034] Par exemple, un panneau photovoltaïque **120** haute efficacité ayant une longueur de 490 mm, une largeur de 350 mm, une épaisseur de 25 mm, une masse de 2,1 kg et respectant les normes de qualité internationales (voir par exemple : [http://www.alibaba.com/product-detail/25W-Mono-Mini-Solar-](http://www.alibaba.com/product-detail/25W-Mono-Mini-Solar-Panels_1697051419.html?s=p)

5 Panels_1697051419.html?s=p) peut être utilisé.

[0035] Le modem WWAN **140** peut être un modem du type : GSM (1G), GPRS (2G), EDGE (2.5G), CDMA (3G), UMTS (3G), LTE (4G). De préférence, le modem WWAN est un modem GPRS. Le protocole réseau GPRS (General Packet Radio Service) est un protocole de téléphonie mobile permettant la transmission par paquets adaptée à la transmission de données. Le protocole reste relativement peu coûteux en énergie par rapport aux protocoles plus récents de 3G et 4G car les ressources électriques ne sont utilisées que lorsqu'une transmission est réellement effective. En intégrant les intervalles de repos entre les périodes de transmission de données active, la consommation électrique moyenne du modem WWAN est inférieure à 500 mWh, de préférence, inférieure à 250 mWh, idéalement inférieure à 150 mWh.

[0036] Le dispositif **100** peut comprendre une batterie **150**. La batterie peut être alimentée par le panneau photovoltaïque **120** et elle alimente le dispositif. Le panneau photovoltaïque peut alimenter la batterie via un chargeur **151**. Par exemple, la batterie est une batterie rechargeable au plomb (12V) contenue dans un boîtier résistant aux intempéries (en particulier aux précipitations) et présentant une autodécharge faible. Alternativement, n'importe quelle batterie rechargeable peut être utilisée, par exemple : batterie NiMH, Lithium-Ion, Lithium (Métal) Polymère. Le coût de la batterie est, de préférence, inférieur à 2 €/Ah, de manière encore plus préférée inférieur à 1 €/Ah. La batterie a une capacité comprise entre 1 et 50 Ah, de préférence entre 3 et 30 Ah, idéalement entre 5 et 15 Ah.

[0037] L'énergie moyenne consommée par jour par le dispositif **100** est inférieure à 48 Wh, de préférence inférieure à 36 Wh, idéalement inférieure à 24 Wh. Par exemple, le bilan énergétique peut être établis comme :

- Modem WWAN (GPRS) **140** : 200 mW ;
- Modem LPWAN **130** : 50 mW ;
- Microcontrôleur **111** et autres (chargeur **151**, microcontrôleur batterie, microcontrôleur panneau photovoltaïque) : 65 mW ;
- Transmission modem LPWAN **130** : 200 mW ;

- Taux d'efficacité de l'alimentation électrique 70 % ;
- Total : $(200+50+65+200) / 0.7 = 736$ mW.

Ce bilan donne une consommation moyenne par jour de 17,6 Wh. Pour cet exemple de bilan énergétique et pour un dispositif situé à environ 50° de latitude Nord au solstice d'hiver, on dispose d'une énergie solaire reçue d'environ 2 kWh/m²/jour en moyenne. Si on considère une efficacité typique de 15 % pour la production d'électricité d'un panneau photovoltaïque **120**, une perte de 30 % due à l'orientation et l'inclinaison fixes du panneau par rapport au soleil, une perte de 20 % pour le stockage de l'électricité par la batterie **150** et une marge d'erreur de 30 %, on obtient une production de 2 kWh/m²/jour*0.15*0.7*0.8*0.7 ≈ 4.9 W/m². La puissance requise étant de 0.736 W, cela correspond à une surface de panneau photovoltaïque de $0.736/4.9 = 0.15$ m².

[0038] Grâce à son protocole, la consommation minimale du modem LPWAN **130** de la passerelle **110** du dispositif **100** en réception, lorsqu'il n'y a pas de message à traiter est inférieure à 50 mW (90 % du temps) et, lorsqu'il y a un message à traiter, est inférieure à 250 mW (10 % du temps). En conclusion, la consommation moyenne en réception est inférieure à $50 \times 0,9 + 250 \times 0,1 = 70$ mW, ce qui est environ 100 fois moins que la consommation minimum d'un récepteur LoRa de l'art antérieur (6 W).

[0039] La station de base **180** peut être connectée à un serveur central **190** via une connexion **191**. De préférence, la connexion est une connexion internet. Le terme « serveur central » peut également être compris dans le sens de « terminal ».

[0040] Le premier réseau radiofréquence **131** est un réseau basse puissance, longue portée et en étoile de type LPWAN (Low-Power Wide-Area Network).

[0041] De préférence, la portée maximum du premier réseau radiofréquence **131** est, en terrain dégagé, au minimum de 1 km, de manière encore plus préférée au minimum de 5 km, idéalement au minimum de 10 km. Par exemple, la portée théorique des réseaux LPWAN peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres en terrain dégagé. La portée peut cependant être réduite à moins d'un kilomètre en milieu urbain et ce, à cause de la présence de nombreux bâtiments qui empêchent la bonne propagation des signaux radiofréquences jusque dans les canions constitués par les rues et jusque à l'intérieur des bâtiments.

[0042] Le modem LPWAN **130** est configuré pour que le taux de transfert du réseau LPWAN **131** au niveau de la couche physique (PHY) correspondant à la portée maximum est au maximum de 5 kbit/s, de manière encore plus préférée au maximum de

1 kbit/s, idéalement au maximum de 500 bits/s. La couche physique est la couche la plus basse du modèle OSI (Open Systems Interconnection) qui est un standard de communication ISO décrivant les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions. Ce modèle est un modèle en couches et la couche la plus basse est la couche physique qui est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Le service de la couche physique est limité à l'émission et la réception d'un bit ou d'un train de bit continu.

[0043] De préférence, la passerelle **110** est configurée pour émettre sur le premier réseau radiofréquence **131** avec une puissance d'émission maximum inférieure ou égale à 1 W, de préférence inférieure ou égale à 500 mW, de manière encore plus préférée inférieure ou égale à 100 mW.

[0044] Par exemple, la passerelle **110** est configurée pour ne communiquer simultanément avec les objets connectables **170** que via un nombre restreint de canaux de communication. Cette restriction permet de réduire la consommation électrique du modem LPWAN **130** et du microcontrôleur **111** qui doivent traiter moins de signaux simultanément. Par exemple, le nombre de canaux de communication est inférieur ou égal à 3, de préférence égal à 1, chaque canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande.

[0045] De préférence, les objets connectables **170** sont configurés pour envoyer des messages à la passerelle **110** et la passerelle est configurée pour recevoir et traiter simultanément un nombre de messages inférieur ou égal à 8, de préférence égal à 1. À nouveau, cette restriction permet de réduire la consommation électrique du modem LPWAN **130** et microcontrôleur **111** qui doivent traiter moins de signaux simultanément.

[0046] La passerelle **110** peut comprendre une mémoire pour stocker des messages reçus **S321** depuis des objets connectables **170**. Lorsque la mémoire est pleine, la passerelle **110** est configurée pour transmettre à la station de base **180** les messages stockés **S330**. Alternativement, la passerelle **110** envoie les messages stockés dans sa mémoire après un l'intervalle de temps **S330** d'une durée comprise entre 1 et 60 s, de préférence entre 3 et 15 s, de manière encore plus préférée entre 4 et 6 s. Si un message à un caractère prioritaire (message d'urgence, alarme incendie, ...) la passerelle **110** transfère immédiatement le message **S330** vers la station de base **180**. Le modem WWAN **140** est le plus gros consommateur de courant du dispositif. Le réseau WWAN **141** a, par contre, un plus grand taux de transfert que le réseau LPWAN **131**. L'utilisation d'une

mémoire pour stocker des messages reçus permet donc de réduire le nombre de transferts via le réseau WWAN et donc de réduire la consommation de courant.

[0047] La Figure 2 montre un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif **200** selon l'invention (pour la clarté du schéma, toutes les connexions électriques ne sont pas représentées). Dans cet exemple, le dispositif comprend en plus de la passerelle **110**, du panneau photovoltaïque **120** et de la batterie **150**, un support **210**. Par exemple, ce support peut être un support d'antenne parabolique TV ou, alternativement un mât.

[0048] De préférence, les éléments constitutifs du dispositif **200** sont attachés sur le même support **210**. La passerelle **110** peut être comprise dans un boîtier **220** résistant aux intempéries, en particulier aux précipitations et est, par exemple, montée à l'arrière du panneau photovoltaïque **120**. Idéalement, le panneau photovoltaïque est dirigé vers le Sud et incliné en fonction de la latitude. Par exemple, pour une latitude 50° Nord, l'inclinaison de +60° par rapport à l'horizontale est un bon compromis entre l'inclinaison optimale au solstice d'hiver (environ +70°) et celle au solstice d'été (environ +30°). La batterie **150** peut également être comprise dans un boîtier **230** résistant aux intempéries, en particulier aux précipitations et est, par exemple, également montée à l'arrière du panneau photovoltaïque.

[0049] Le dispositif **200** décrit dans le second exemple, a un coût de fabrication de maximum 100 €, de préférence maximum 50 €, idéalement maximum 35 €. Par exemple, si on prend le budget énergétique décrit au paragraphe [0037], le panneau photovoltaïque **120** doit avoir une taille d'au moins 0.15 m². Prenons, par exemple un panneau de 0.2 m², d'une puissance de 20 W coutant 1 €/W. Le coût du panneau photovoltaïque est alors de 20 €. Une batterie **150** au plomb permettant de stocker de l'énergie pour 4 jours aurait une capacité d'environ $0.75W/0.8*24h*4jours/12V = 7.5$ Ah à 12 V, le facteur 0,8 étant un facteur d'efficacité de la batterie. Le coût moyen par Ah d'une batterie au plomb est d'environ 1 €/Ah, le coût de la batterie est donc d'environ 7,5 €. Le coût de la passerelle **110** peut être estimé à 10 €. D'autres éléments électriques et électroniques (câbles d'alimentation, microcontrôleur **111**) sont estimés à 5 €. Enfin, le coût des supports mécaniques peut être estimé à 10 €. Au total, le coût du dispositif **200** est de :

- Passerelle **110** : 5 à 13 €
- Panneau photovoltaïque **120** : 8 à 33 €
- Batterie **150** : 4 à 18 €

- Électrique et électronique additionnel : 4 à 8 €
- Support : 4 à 11 €
- Assemblage : 5 à 9 € ;
- Autres : 4 à 8 € ;

5 Ce qui donne un total de 34 € à 100 €.

[0050] La Figure 3 montre un schéma de fonctionnement **300** d'un dispositif **100**, **200** selon l'invention. Dans ce schéma, la passerelle **110** est configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les communications avec les objets connectables **170** via l'émission périodique ou quasi-périodique de messages balises **S310** sur un canal, appelé canal balise, ledit canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande, lesdits messages balises comprenant chacun :

- une indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message ;
- et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.

[0051] Lorsque le réseau comprend plusieurs passerelles **100**, **200**, ces dernières émettent leur signal balise à des instants différents. Par exemple, les messages balises sont émis dans des intervalles temporels fixes de la période.

[0052] Les messages balise peuvent aussi comprendre :

- un préambule ;
- soit une indication que la passerelle **110** veut délivrer un message soit qu'elle est apte à recevoir au moins un message ;
- une indication d'un canal pour échanger ce ou ces messages.

Une passerelle peut émettre, dans sa fenêtre temporelle, un signal transportant un message balise. Si la passerelle veut délivrer un message, elle l'envoie à la suite du message balise sur le canal indiqué dans le message balise. Si la passerelle n'a pas de message à délivrer, elle peut recevoir un message d'un objet connectable **170** en :

- écoutant le ou les canaux assignés dans le message balise pour détecter un préambule d'un message ;
- recevant le message.

[0053] Le message balise peut comprendre plusieurs fenêtres et/ou plusieurs canaux. Un objet connectable **170** choisit aléatoirement une des fenêtres et/ou un des

canaux **S311** pour envoyer un message **S320**. De préférence, le canal balise n'indique qu'un seul canal sur lequel un objet connectable peut envoyer un message.

[0054] La passerelle **110** peut comprendre une mémoire pour stocker des messages reçus **S321** depuis des objets connectables **170**. Lorsque la mémoire est pleine, 5 la passerelle **110** est configurée pour transmettre à la station de base **180** les messages stockés **S330**. Alternativement, la passerelle **110** envoie les messages stockés dans sa mémoire après un l'intervalle de temps **S330** d'une durée comprise entre 1 et 60 s, de préférence entre 3 et 15 s, de manière encore plus préférée entre 4 et 6 s. Si un message à un caractère prioritaire (message d'urgence, alarme incendie, ...) la passerelle **110** 10 transfère immédiatement le message **S330** vers la station de base **180**.

[0055] En résumé, l'invention peut également être décrite comme suit.
Dispositif autonome du point de vue de son alimentation électrique qui est configuré pour : échanger des données avec une pluralité d'objets connectables au moyen d'un premier réseau radiofréquence de type LPWAN et pour échanger des données avec une 15 station de base au moyen d'un second réseau radiofréquence WWAN. Le dispositif comprend une passerelle comprenant : un modem LPWAN et un modem WWAN ; et un panneau photovoltaïque de surface inférieure à 0,6 m². La passerelle est configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les communications avec les objets connectables via l'émission périodique de messages balises comprenant chacun : une 20 indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message, et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.

Revendications

1. Dispositif (100) autonome du point de vue de son alimentation électrique configuré pour :

- 5 • échanger des données avec une pluralité d'objets connectables (170) au moyen d'un premier réseau radiofréquence (131), ledit premier réseau radiofréquence étant un réseau basse puissance, longue portée et en étoile de type LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) ; et
- 10 • échanger des données avec une station de base (180) au moyen d'un second réseau radiofréquence (141), ledit second réseau radiofréquence (141) étant un réseau cellulaire étendu sans fil WWAN (Wireless Wide-Area Network) ;

ledit dispositif comprenant :

- 15 • une passerelle (110) comprenant : un modem adapté au premier réseau radiofréquence (130) assurant la connexion entre les objets connectables et ladite passerelle, et un modem WWAN (140) assurant la connexion entre ladite passerelle et la station de base ;
- un panneau photovoltaïque (120) assurant l'alimentation électrique du dispositif ;

caractérisé en ce que

- 20 • la surface du panneau photovoltaïque est inférieure à $0,6 \text{ m}^2$;
- la passerelle est configurée pour limiter sa consommation électrique en organisant les communications avec les objets connectables via l'émission périodique ou quasi-périodique de messages balises (S310) sur un canal, appelé canal balise, ledit canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande, lesdits messages balises comprenant chacun :
 - 25 (a) une indication d'au moins une fenêtre temporelle pour échanger au moins un message ;
 - (b) et/ou une indication d'au moins un canal différent du canal balise pour échanger au moins un message.

30 2. Dispositif (100) selon la revendication 1, dans lequel la portée maximum du premier réseau radiofréquence (131) est, en terrain dégagé, au minimum de 1 km, de préférence au minimum de 5 km, de manière encore plus préférée au minimum de 10 km.

3. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modem adapté au premier radiofréquence (130) est configuré pour que le taux de transfert du premier réseau radiofréquence (131) au niveau de la couche physique (PHY) soit au maximum de 5 kbit/s, de préférence au maximum de 1 kbit/s, de manière encore plus préférée au maximum de 500 bits/s lorsqu'il émet à sa portée maximale et dans lequel la passerelle (110) est configurée pour émettre sur le premier réseau radiofréquence (131) avec une puissance d'émission maximum inférieure ou égale à 1 W, de préférence inférieure ou égale à 500 mW, de manière encore plus préférée inférieure ou égale à 100 mW.
4. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la passerelle (110) est configurée pour limiter sa consommation électrique en communiquant simultanément avec les objets connectables (170) via un nombre de canaux de communication inférieur ou égal à 3, de préférence égal à 1, chaque canal présentant une fréquence centrale et une largeur de bande.
5. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les objets connectables (170) sont configurés pour envoyer des messages à la passerelle (110) et dans lequel la passerelle (110) est configurée pour recevoir et traiter simultanément un nombre de messages inférieur ou égal à 8, de préférence égal à 1 (S321).
6. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le message balise émit par la passerelle (110) comprend :
- un préambule ;
 - soit une indication que la passerelle veut délivrer un message soit qu'elle est apte à recevoir au moins un message ;
 - une indication d'un canal pour échanger au moins un message ;
- et dans lequel la passerelle est configurée pour
- délivrer un message l'envoie à la suite du message balise sur le canal indiqué dans le message balise ; et/ou
 - recevoir un message d'un objet connectable (170) en :

- écoutant le canal assigné dans le message balise pour détecter un préambule d'un message ;
 - recevant le message.
- 5 7. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la passerelle (110) comprend une mémoire pour stocker des messages reçus (S322) depuis des objets connectables (170) et dans lequel la passerelle (110) est configurée pour transmettre à la station de base les messages stockés après un intervalle de temps (S330), et configurée pour transmettre immédiatement un message si celui-ci a un
- 10 caractère prioritaire.
8. Dispositif (100) selon la revendication 7, dans lequel l'intervalle de temps est d'une durée comprise entre 1 et 60 s, de préférence entre 3 et 15 s, de manière encore plus préférée entre 4 et 6 s.
- 15 9. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface du panneau photovoltaïque (120) est inférieure à $0,3 \text{ m}^2$, ou encore de manière encore plus préférée inférieure à $0,2 \text{ m}^2$.
- 20 10. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une batterie (150) alimentée par le panneau photovoltaïque (120) et alimentant le dispositif.
- 25 11. Dispositif (100) selon la revendication 10, dans lequel la batterie (150) est une batterie d'une capacité comprise entre 1 et 50 Ah, de préférence entre 3 et 30 Ah, de manière encore plus préférée entre 5 et 15 Ah.
- 30 12. Dispositif (100) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins la passerelle (110) et ses constituants sont compris dans un même boîtier (220) résistant aux intempéries.
13. Dispositif (100, 200) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les constituants dudit dispositif (100, 200) sont attachés sur un même support

(210), ledit support (210) étant de préférence un support d'antenne parabolique TV ou un mât.

5 14. Dispositif (100, 200) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'énergie moyenne consommée par jour est inférieure à 48 Wh, de préférence inférieur à 36 Wh, idéalement inférieure à 24 Wh.

10 15. Dispositif (100, 200) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modem WWAN (140) est un modem du type : GSM (1G), GPRS (2G), EDGE (2.5G), CDMA (3G), UMTS (3G), LTE (4G), de préférence le modem WWAN (140) est un modem GPRS.

15 16. Dispositif (100, 200) selon la revendication 9 à 15, dans lequel la batterie (150) est une batterie (150) selon la revendication 11, le panneau photovoltaïque (120) est un panneau photovoltaïque (120) selon la revendication 9, le modem WWAN (140) est un modem WWAN (140) selon la revendication 15, ledit dispositif (100, 200) a une consommation d'énergie maximale selon la revendication 14 de sorte que son coût de fabrication est de maximum 100 €, de préférence maximum 50 €, de préférence maximum 35 €.

20

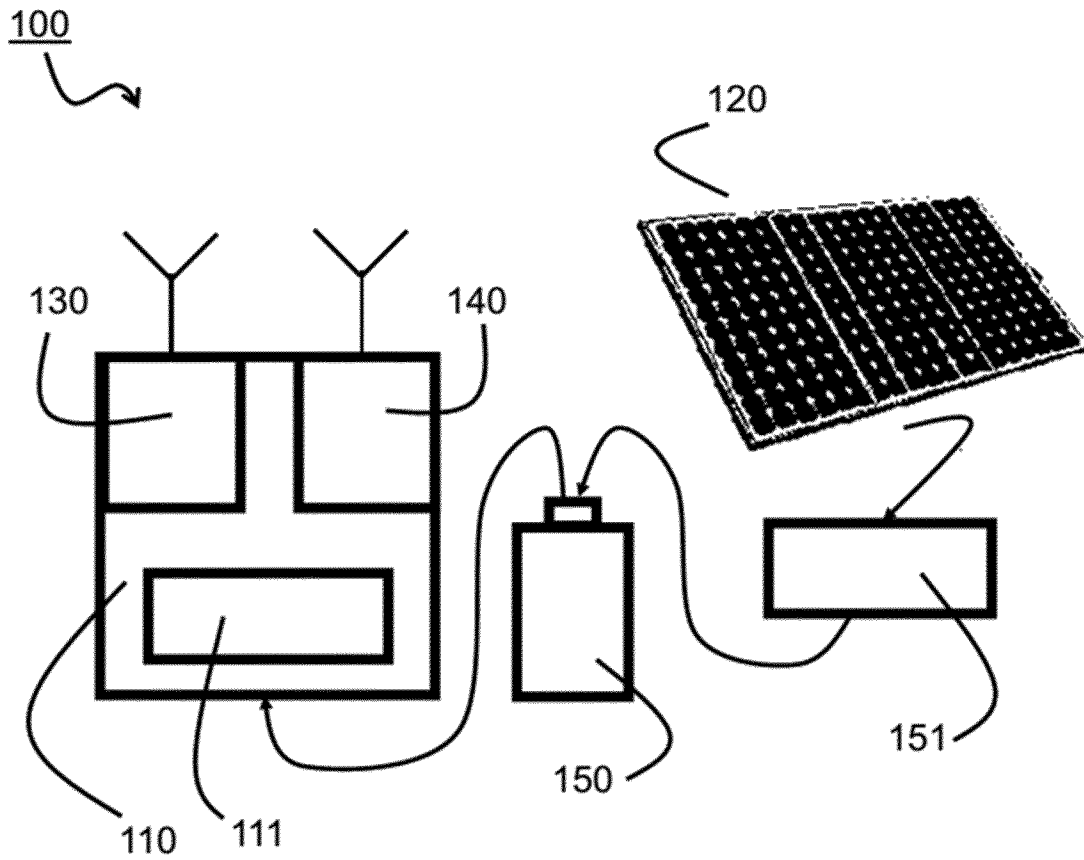


Figure 1a

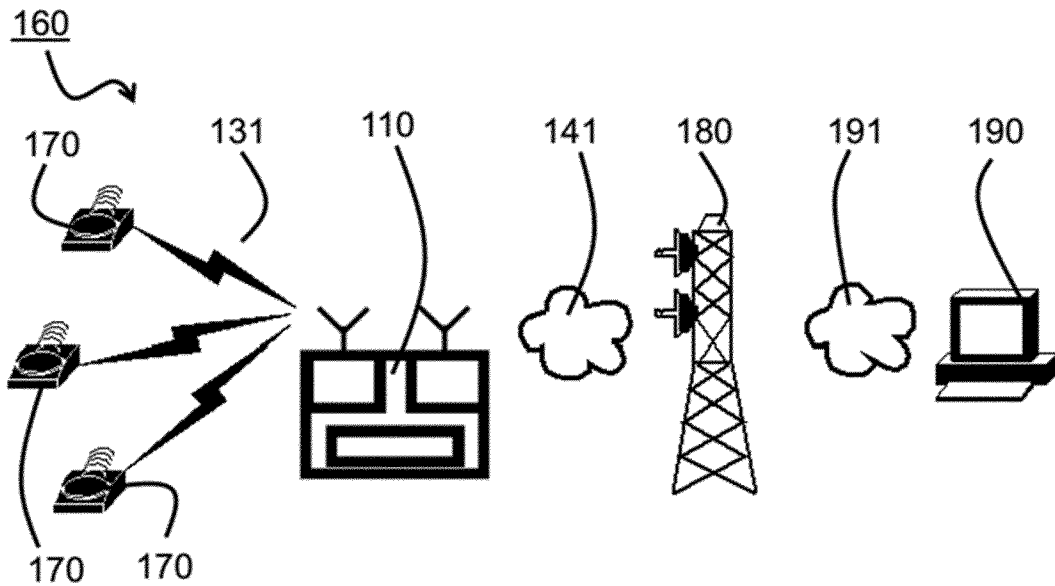


Figure 1b

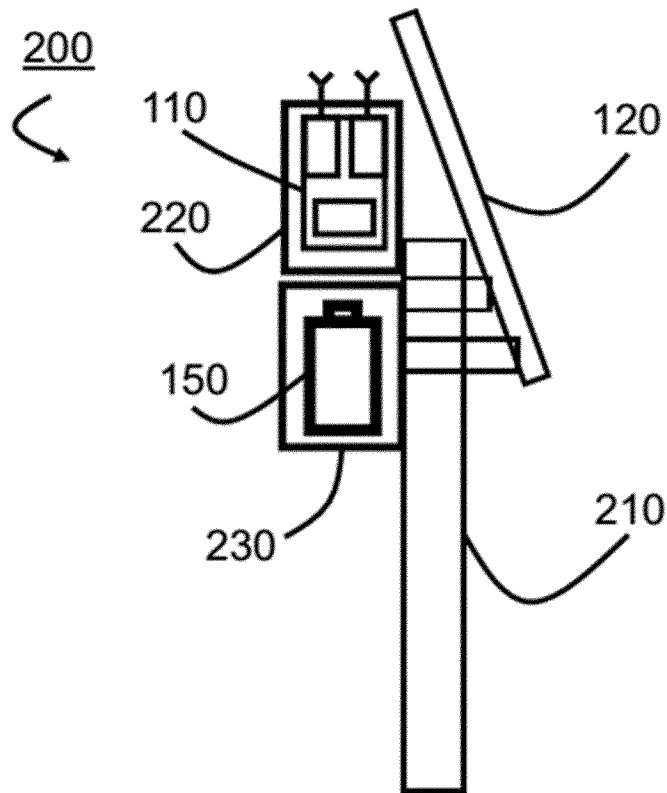


Figure 2

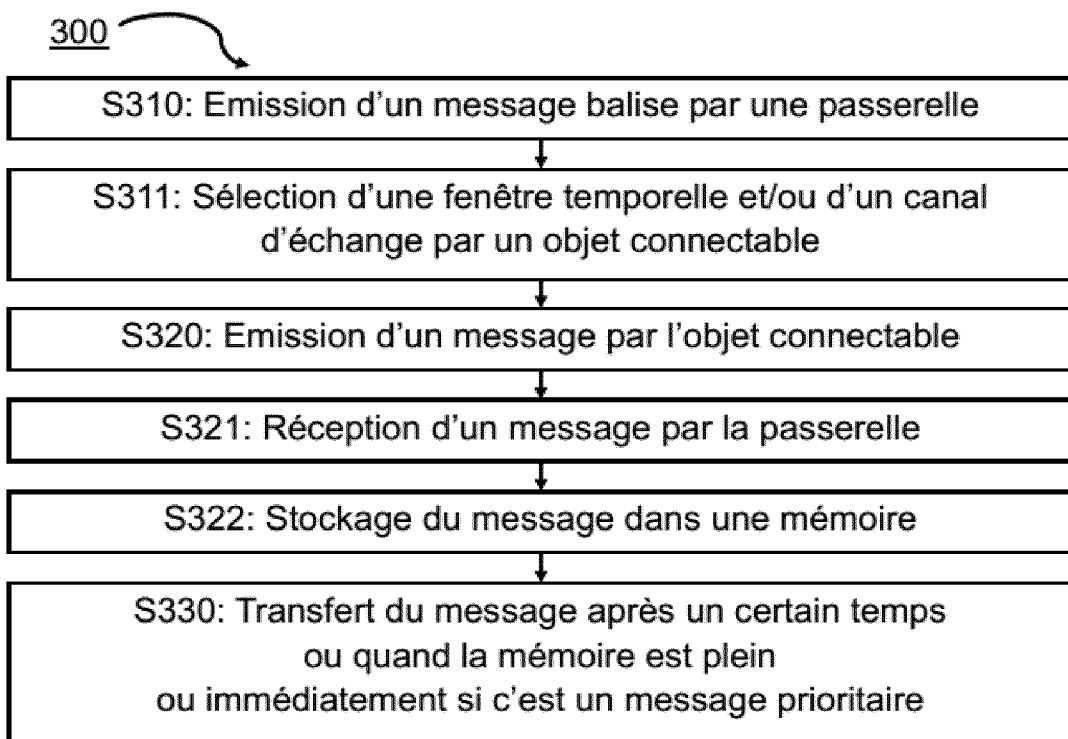


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/081855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H04W4/00 H04W88/16 H04W72/04
 ADD. H04W52/02

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)
 H04W H04B

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, COMPENDEX, 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.
Y	CN 204 836 605 U (ZHANG ZHIFU) 2 December 2015 (2015-12-02) abstract paragraph [0012] - paragraph [0015]; figure 1	1-16
X	DigiKey: "MultiConnect Conduit - IoT Platform by MultiTech Systems", 8 July 2015 (2015-07-08), XP055299522, Retrieved from the Internet: URL:http://www.digikey.de/en/product-highl ight/m/multi-tech-systems/iot-platform [retrieved on 2016-09-02] the whole document	1-16

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 9 March 2017	Date of mailing of the international search report 20/03/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Patrovsky, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/081855

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009/161637 A1 (RUY JAE HONG [KR] ET AL) 25 June 2009 (2009-06-25) paragraphs [0006], [0007] paragraph [0014] - paragraph [0019] paragraph [0033] - paragraph [0036] paragraph [0085] figures 1-10 -----	1-16
Y	US 2010/329232 A1 (TUBB EARL FRED [US] ET AL) 30 December 2010 (2010-12-30) paragraph [0032] - paragraph [0127] figures 1-4 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/081855

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 204836605	U	02-12-2015	NONE

US 2009161637	A1	25-06-2009	KR 20090065231 A 22-06-2009
			US 2009161637 A1 25-06-2009

US 2010329232	A1	30-12-2010	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/081855

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04W4/00 H04W88/16 H04W72/04 ADD. H04W52/02				
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) H04W H04B				
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, COMPENDEX, 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		
Y	CN 204 836 605 U (ZHANG ZHIFU) 2 décembre 2015 (2015-12-02) abrégé alinéa [0012] - alinéa [0015]; figure 1 -----	1-16		
X	DigiKey: "MultiConnect Conduit - IoT Platform by MultiTech Systems", 8 juillet 2015 (2015-07-08), XP055299522, Extrait de l'Internet: URL: http://www.digikey.de/en/product-highlights/m/multi-tech-systems/iot-platform [extrait le 2016-09-02] le document en entier ----- -/--	1-16		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> 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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">9 mars 2017</div>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">20/03/2017</div>			
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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Patrovsky, Andreas</div>			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2009/161637 A1 (RUY JAE HONG [KR] ET AL) 25 juin 2009 (2009-06-25) alinéas [0006], [0007] alinéa [0014] - alinéa [0019] alinéa [0033] - alinéa [0036] alinéa [0085] figures 1-10 -----	1-16
Y	US 2010/329232 A1 (TUBB EARL FRED [US] ET AL) 30 décembre 2010 (2010-12-30) alinéa [0032] - alinéa [0127] figures 1-4 -----	1-16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/081855

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 204836605	U	02-12-2015	AUCUN	

US 2009161637	A1	25-06-2009	KR 20090065231 A	22-06-2009
			US 2009161637 A1	25-06-2009

US 2010329232	A1	30-12-2010	AUCUN	
