

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 137 785**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 06836**
⑤1 Int Cl⁸ : **G 08 B 25/00 (2022.01), H 04 K 3/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 **Date de dépôt** : 05.07.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 12.01.24 Bulletin 24/02.

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

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

Demande(s) d'extension :

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

⑦2 **Inventeur(s)** : FILHOL Didier.

⑦3 **Titulaire(s)** : TELECOM DESIGN Société anonyme.

⑦4 **Mandataire(s)** : IPSIDE.

⑤4 **Dispositif de détection de brouillage et d'émission d'alarme sur un réseau NB-IoT brouillé.**

⑤7 La présente invention porte sur un dispositif détecteur de brouillage NB-IoT mettant en œuvre une configuration spécifique pour garantir l'émission et transmission d'un signal d'alarme en présence d'un brouilleur affectant le réseau NB-IoT. En particulier, l'invention propose plusieurs possibilités et moyens d'échanges possibles en mode brouillage, et notamment par envoi du signal d'alerte sur réseau NB-IoT et conformément à une version du réseau, que ce soit la nouvelle version 16, dite release 16, ou la version précédente. Avantageusement, l'invention propose également de renforcer la sécurité d'envoi en mettant en œuvre également une fonction de passerelle résistante au brouillage et permettant de relayer ledit signal d'alerte dans un réseau local ou proche. Enfin, l'invention concerne également la configuration du dispositif détecteur de brouillage pour la détection du brouillage sur le réseau NB-IoT et un système d'alarme intégrant le dispositif de l'invention.

FR 3 137 785 - A1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de détection de brouillage et d'émission d'alarme sur un réseau NB-IoT brouillé

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de la communication par radio-fréquence sur les réseaux 3GPP des opérateurs dits NB-IoT et LTE-CAT-M. En particulier, l'invention concerne un dispositif pour alarme de sécurité permettant de délivrer un signal d'alerte directement ou indirectement sur un réseau bas débit et à faible consommation NB-IoT et LTE-CAT-M brouillé.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] De nombreux systèmes d'alarme sont proposés aujourd'hui sur le marché pour protéger les maisons et en général les biens de propriété privée et également les personnes. Les systèmes d'alarme les plus sophistiqués sont munis de capteurs infrarouges ou radar permettant de détecter une intrusion dans un périmètre extérieur ou à l'intérieur d'une maison. Suite à la détection d'une intrusion, le système déclenche un dispositif de dissuasion (i.e. sirène, fumigène, générateur de brouillard), et le cas échéant envoie une alarme d'intrusion à une base de télésurveillance.

[0003] En général, les cambrioleurs, pour éviter que le système d'alarme ne se déclenche et envoie cette information d'intrusion à l'opérateur de service, utilisent des brouilleurs portables pour inhiber cette transmission.

[0004] Suivant le type de brouilleur utilisé et le type de signal à interférer, la perturbation de la communication entre l'émetteur et le récepteur sera plus ou moins effective.

[0005] L'utilisation des techniques de transmission telle que la technique de communication en bande ultra-étroite (UNB) ou la technique d'étalement spectrale « SS-Spread Spectrum » ont été suggérées comme solutions techniques de transmission de signaux face à du brouillage.

[0006] Pour sa part, la modulation UNB utilise le spectre de manière efficace et résiste aux interférences puisque toute l'énergie est concentrée dans une bande passante très étroite. Le brevet EP 3 477 611 B1 donne un exemple d'un système d'alarme comportant un composant radio configuré pour envoyer un signal d'alerte sur la bande ISM ou GSM sans détection de brouillage, et vers un réseau LPWAN en mode monodirectionnel en cas de détection de brouillage radio.

[0007] A la différence des réseaux avec liaison monodirectionnelle LPWAN (Sigfox, LORA), les réseaux de basse consommation NB-IoT et LTE-CAT-M sont bidirectionnels et l'équipement « UE » et la station de base « eNB » communiquent de manière cyclique selon un protocole illustré à la [Fig.1]. En outre, l'équipement doit

recevoir le canal d'accès physique aléatoire à bande étroite « NPRACH ». Le NPRACH est dédié à la transmission du préambule NB-IoT, qui est le premier signal transmis par l'UE vers l'eNB afin de demander l'accès au réseau. Pour se faire également l'équipement UE doit être en mesure de se synchroniser avec la station pour pouvoir transmettre des trames dans le canal d'émission de manière très précise. Or, dans le cas d'un brouilleur au niveau de l'équipement, ce dernier ne sera pas capable de recevoir le canal NPRACH nécessaire pour la transmission du signal d'alerte. La présente invention a donc pour objet de proposer une solution pour reconnecter l'équipement au réseau et transmettre un signal d'alerte en présence de brouillage.

[0008] Plus particulièrement, l'invention a comme but de garantir la transmission du signal d'alerte en présence d'un brouillage affectant tous les réseaux en proposant une solution d'envoi de signal d'alerte sur le réseau NB-IoT brouillé et programmant le dispositif avec une fonction auxiliaire de passerelle de signal d'alerte résistante au brouillage.

Exposé de l'invention

[0009] La présente invention propose un détecteur de brouillage et d'alerte comportant un module de communication radio compatible avec un réseau NB-IoT.

[0010] Un premier but de l'invention est de configurer ledit module de communication radio pour permettre la reconnexion au réseau en présence de brouillage.

[0011] Un deuxième but de l'invention est de configurer ledit module de communication radio pour générer et transmettre un signal d'alerte en cas de détection de brouillage.

[0012] Un troisième but de l'invention est de proposer une fonction auxiliaire de secours pour garantir la réception du signal d'alerte par le centre de télésurveillance.

[0013] Enfin, un quatrième but de l'invention est de proposer un procédé de détection de brouillage spécifique au réseau NB-IoT.

[0014] A ces fins, l'invention propose un dispositif de détection de brouillage pour système d'alarme destiné à être installé dans une position fixe caractérisé en ce que le dispositif comporte un module de communication configuré selon un premier état de fonctionnement sans brouillage pour se connecter au réseau NB-IoT, échanger des données et se synchroniser audit réseau de manière cyclique, ainsi que pour sauvegarder un profil de connexion audit réseau NB-IoT, ledit profil de connexion comportant au moins :

- une référence d'une station de base désignée pour ledit dispositif ; et
- de préférence, un temps de propagation entre ledit dispositif et la station de base.

[0015] En particulier le dispositif est configuré selon un état de fonctionnement initial permettant d'avoir une réponse optimale lors de la détection de brouillage, et donc dans l'impossibilité de recevoir les messages de la station de base pour re-établir le

contexte de reconnexion au réseau. En effet, ledit profil de connexion comporte les premiers éléments nécessaires pour la transmission du signal d'alerte et étant normalement transmis par la station de base.

- [0016] Dans son état de fonctionnement E1 sans brouillage, le dispositif peut également être configuré selon l'une des caractéristiques ci-après ou toute combinaison de ces caractéristiques techniquement opérable :
- [0017] - le dispositif est configuré en mode de couverture normale et/ou de basse consommation d'énergie tel qu'un mode eDRX ou PSM ;
- [0018] - le module de communication radio comporte un oscillateur local configuré en mode écoute pulsée pour se réveiller et recevoir des blocs d'information DCI (DCI est l'acronyme de l'anglais « Downlink control information / informations de commande de liaison descendante »), de préférence toutes les minutes. Cette caractéristique permet d'optimiser la synchronisation au réseau NB-IoT ;
- [0019] - le dispositif est configuré avec une fonction de passerelle d'une trame de signal d'alerte en provenance d'un dispositif voisin vers ladite station de base ;
- [0020] - le dispositif est configuré pour se connecter avec un deuxième dispositif selon l'invention ou une passerelle NB-IoT, et échanger des données de maintien de connexion selon une fréquence prédéfinie.
- [0021] Le dispositif de l'invention est également configuré selon un deuxième état de fonctionnement déclenché en présence de brouillage et permettant l'émission et transmission d'un signal d'alerte vers la station de base. Le deuxième état de fonctionnement comporte l'une ou toutes les caractéristiques ci-après dans toute combinaison techniquement opérable :
- [0022] - le dispositif est configuré pour générer et sauvegarder une trame de signal d'alerte, et commander sa transmission à multiples répétitions, et de préférence jusqu'à la réception d'une confirmation de réception par la station de base ;
- [0023] -, le module de communication radio est configuré pour se reconnecter au réseau sur la base dudit profil de connexion, et de préférence dans un mode de couverture extrême pour augmenter le nombre de répétitions ;
- [0024] - le module de communication radio comporte un composant radio d'émission/réception NB-IoT configuré pour transmettre la trame du signal d'alerte en changeant de fréquence de sous-porteuse et de manière à couvrir un ensemble de sous-canaux dans la bande allouée audit dispositif pour émettre sur ledit réseau NB-IoT ;
- [0025] - ladite bande allouée est de 180 kHz, les sous-canaux sont de 15 kHz, et une fréquence de la sous-porteuse est changée sur 12 sous-canaux possibles de ladite bande allouée ;
- [0026] - la trame du signal d'alerte est transmise à multiples répétitions le temps d'un $\text{slot} + \Delta t$;

- [0027] - le dispositif est configuré pour transmettre une trame de signal d'alerte avec étalement de spectre et/ou en bande étroite vers un deuxième dispositif selon l'une des revendications précédentes connecté audit dispositif.
- [0028] L'invention concerne également la configuration du dispositif pour détecter un évènement de brouillage.
- [0029] En particulier, le composant radio d'émission/réception du module de communication radio est également configuré pour détecter la présence de brouillage et en alternance à la réception/émission de données vers ledit réseau NB-IoT, ou le module de communication radio comporte un composant radio de réception dédié pour détecter la présence de brouillage
- [0030] Afin de détecter un évènement de brouillage sur le réseau NB-IoT, le dispositif est configuré pour découper la bande de 180 kHz allouée audit dispositif dans le réseau NB-IoT en plusieurs sous-bandes d'une largeur de fréquences prédéfinie tel que 1 MHz, et pour mesurer un signal indicatif de la puissance en réception du bruit RSSI dans lesdites sous-bandes, et dans lequel un évènement de détection de brouillage est identifié en fonction d'un minimum configurable de puissance mesurée dans au moins une ou plusieurs sous-bandes analysées, ou d'une puissance unique moyenne dans lesdites sous-bandes.
- [0031] De préférence, les sous-bandes ont une largeur de 1 MHz et/ou dans lequel lesdites sous-bandes sont redécoupées dans des canaux de 180 kHz, et dans lequel un évènement de détection de brouillage est identifié en fonction d'un minimum configurable de puissance mesurée dans au moins une ou plusieurs desdits canaux analysés, ou d'une puissance unique moyenne dans lesdits canaux de 180kHz.
- [0032] Enfin, l'invention concerne également un système d'alarme de sécurité comprenant un dispositif de détection de brouillage selon l'invention.
- [0033] D'autres avantages, buts et caractéristiques particuliers de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite dans un but explicatif et nullement limitatif, en regard des dessins annexés.
- [0034] PRÉSENTATION DE FIGURES
- [0035] [Fig.1] Illustre schématiquement l'échange de données d'un équipement (UE) NB-IoT avec la station de base (eNB) selon l'état de la technique.
- [0036] [Fig.2] Illustre un dispositif de détection de brouillage selon l'invention en communication bidirectionnelle avec une station de base.
- [0037] [Fig.3] Illustre la configuration du dispositif de l'invention selon deux états de fonctionnement.
- [0038] [Fig.4] Illustre le système de cadrage dans le réseau NB-IoT.
- [0039] [Fig.5] Illustre un dispositif de brouillage et deux modes de réalisation du module de communication radio selon l'invention.

- [0040] [Fig.6] Illustre un système d'alarme comportant un dispositif selon l'invention.
- [0041] [Fig.7] Illustre schématiquement la configuration générale du dispositif de l'invention selon un mode de réalisation préféré.
- [0042] [Fig.8] Illustre schématiquement l'échange de données d'un équipement (UE) NB-IoT en version «release 16 » avec la station de base (eNB).
- [0043] [Fig.9] Illustre schématiquement la réception des blocs DCI pour la synchronisation au réseau NB-IoT.
- [0044] DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION
- [0045] L'invention propose un dispositif 10 détecteur de brouillage pour système d'alarme ([Fig.2]), ledit dispositif comportant un module de communication radio 100, compatible avec un réseau NB-IoT et/ou LTE-CAT-M, et permettant de transmettre un signal d'alerte sur ledit réseau brouillé. En particulier, l'invention propose plusieurs possibilités et moyens d'échanges possibles en mode brouillage, et notamment par envoi du signal d'alerte sur réseau NB-IoT et conformément à une version du réseau, que ce soit la nouvelle version 16, dite release 16, ou la version précédente. Avantageusement, l'invention propose également de renforcer la sécurité d'envoi en mettant en œuvre également une fonction de passerelle résistante au brouillage et permettant de relayer ledit signal d'alerte dans un réseau local ou proche.
- [0046] Le premier objectif de l'invention est donc d'optimiser la connexion au réseau NB-IoT du dispositif lors de la détection de brouillage pour la transmission du signal d'alerte sur le réseau NB-IoT, en version release 16 ou en version antérieure.
- [0047] Lors d'une connexion au réseau NB-IoT en absence de brouillage, un équipement est rattaché au réseau selon des procédures prédéfinies en plusieurs phases. Lors d'une première phase d'enregistrement, l'équipement UE définit les paramètres de connexion avec une station de base 30 de manière à créer un profil de connexion, pour ensuite se connecter au réseau et communiquer avec la station de base suivant les paramètres définis dans ledit profil de connexion.
- [0048] La présente invention propose de configurer le dispositif de l'invention selon au moins deux états de fonctionnement ([Fig.3]). Selon un premier état E1 de fonctionnement en absence de brouillage, l'invention propose de configurer le dispositif 10 détecteur de brouillage selon un mode de couverture dite « normale » et un mode de fonctionnement à basse consommation d'énergie, tel que eDRX (Extended Discontinuous Reception) ou PSM (Power Save Mode). Cette configuration permet au détecteur de brouillage d'avoir une longue autonomie de vie. En effet, il doit être considéré que la détection de brouillage est un évènement très rare, et que le dispositif alimenté par pile doit rester autonome pour au moins quatre ans. Les modes de fonctionnement eDRX et PSM permettent de répondre évidemment à ce besoin. Le mode de couverture normale définit également et en outre le nombre de répétition pour la

transmission de trames de l'équipement avec la station de base, et vice-versa. Ce mode de couverture « normale » n'est pas limitatif, ni les modes eDRX et PSM, l'essentiel étant que le dispositif soit configuré pour échanger de données et se synchroniser au réseau périodiquement. En effet, lorsque le dispositif 10 détecteur de brouillage est mis en service, il s'enregistre, et commence des cycles d'échanges de données avec la station de base 30 en conditions non brouillées. Ainsi une fois en marche, le dispositif est synchronisé au réseau à chaque cycle de connexion à la station de base.

[0049] De manière avantageuse, l'invention propose de configurer le dispositif 10 pour s'enregistrer au réseau et sauvegarder son profil de connexion, ledit profil de connexion comportant :

- un identifiant du dispositif 10 détecteur de brouillage ;

[0050] -une référence de la station de base 30 comportant la meilleure liaison avec ledit dispositif de détection de brouillage ainsi que des éléments de sécurité (chiffrements).

[0051] En conservant son profil d'enregistrement, il est possible de passer directement à la phase de connexion ou rattachement au réseau, et donc d'optimiser la génération et transmission du signal d'alerte. En effet, la phase d'enregistrement est normalement répétée à chaque connexion dans les équipements de l'état de la technique, ce qui génère une perte de plusieurs secondes dans chaque connexion au réseau. En contraste, dans le contexte de l'invention ces secondes sont précieuses, et l'invention propose une solution permettant de passer directement à la phase de connexion grâce à la sauvegarde du profil de connexion. De plus, en présence de brouillage, le dispositif est déjà en possession des premières données nécessaires à la transmission du signal d'alerte, et qu'il ne peut pas recevoir de la station de base, c'est-à-dire son identifiant, la référence de la station de base désignée pour le dispositif 10 et le temps de propagation entre le dispositif 10 et la station de base 30.

[0052] Quel que soit la version du réseau NB-IoT « release 16 » ou « release précédent », dans un mode de réalisation le dispositif est configuré avec un cycle de réception eDRX ou PSM fixé à une valeur basse pour assurer la synchronisation (CellID, TimeSlot, fréquences) du dispositif, et la réception des trois premières trames NPSS (de l'anglais « Narrowband Primary synchronisation signal/ Signal de synchronisation primaire de bande étroite»), NSSS (de l'anglais « Narrowband secondary synchronisation channel/ Canal de synchronisation secondaire de bande étroite ») , et NPBCH (de l'anglais « Narrowband physical broadcast channel/ Canal de diffusion physique à bande étroite »)(voir [Fig.1]).

[0053] Synchronisation avec le réseau

[0054] Pour pouvoir émettre une trame de données (NPUSCH) ou de demande d'allocation de ressource (NPRACH) il faut que l'équipement soit synchronisé. En effet deux paramètres sont essentiels (timing et la fréquence).

- [0055] Normalement ceux-ci sont reçus dans la trame NPSS & NSSS et l'émission doit se faire après la réception la réception du bloc DCI qui est répétitif ([Fig.9]).
- [0056] Hors en cas de brouillage la réception étant perturbée on ne pourra pas être bien calé en timing (être dans le bon slot à 30/50 microsecondes de précision et également sur la bonne fréquence reçue par la station.
- [0057] Toutes dérives entraineront des collisions et le message ne sera pas décodé. Cette synchronisation se fait au niveau physique du protocole NB-IoT.
- [0058] Afin de palier cette difficulté, l'invention propose de configurer le module de communication radio 100 en mode écoute pulsée et donc de se réveiller toutes les minutes pour rechercher les blocs d'informations DCI et ainsi d'être synchronisé au niveau symbole et fréquence. Pour des raisons évidentes de consommation un oscillateur local (quartz) sera utilisé et sa fréquence et sa température automatiquement corrigées en fonction des blocs d'informations.
- [0059] Ainsi la dérive maximale sera faible pendant chaque minute.
- [0060] En effet si un brouilleur est détecté on utilisera le dernier bloc reçu. On peut estimer le surcout de consommation en appliquant le ratio du cycle de service dit « duty cycle », 1 minute divisée par 10ms (qui est la durée maximale d'un bloc de 10 trames) mais qui peut être réduit à 1ms.
- [0061] Prenons comme paramètre de la radio de 40mA en réception donc cette consommation sera de $40000/60000/10 = 6,6 \text{ uA}$.
- [0062] Le quartz qui ne servira que cette fonction sera d'une précision la plus importante possible, on pourra également ajuster le cycle de service en conséquence. On choisira de préférence un quartz d'horloger (32768Hz) avec comme paramètre un Gm crit ou drive level le plus faible possible (<1uW). De préférence, et afin d'améliorer la tolérance en fréquence, les capacités de l'oscillateur seront intégrées au micro-contrôleur du module de communication radio et ajustées par logiciel en modifiant la valeur de charge (CI), ce qui donnera une grande précision et si on constate un écart entre deux valeurs de mesure des blocs d'informations venant du réseau. L'oscillateur est par exemple le Jauch JTX-310-6-32.768 ou le Abracon ABS06-107-32.768.
- [0063] Dans un mode de réalisation, le dispositif de l'invention est configuré selon un mode de fonctionnement eDRX fixé à une valeur maximale de 43 minutes ou en mode PSM avec une fenêtre de réveil de 60 minutes ayant une très forte probabilité de permettre une communication au réseau avant l'intervention du brouillage. C'est-à-dire que le dispositif, et notamment le module de communication radio va indiquer à une application distante que ce dernier est toujours opérationnel (dite fonction de maintien de connexion, dite aussi *keepalive* en anglais) au moyen d'une connexion effectuée toutes les 43 à 60 minutes, ce qui est un bon compromis avec la consommation d'énergie. Chaque cycle d'émission de données permet en plus de la fonction de maintien de

connexion « keepalive » de se resynchroniser au réseau.

- [0064] Le deuxième objectif de l'invention est de configurer le dispositif selon un deuxième état E2 pour transmettre un signal d'alerte en présence de brouillage.
- [0065] Selon la version du réseau (Release 16 ou pas) et tel qu'il a été déjà mentionné, le dispositif 10 se connecte au réseau et transmet au moyen du module de communication radio la trame « NPRACH message 1 » (NPRACH l' acronyme de l'anglais «Narrowband physical random access channel / Canal physique à accès aléatoire à bande étroite ») sollicitant à la station de base l'obtention de ressources allouées pour le dispositif pour envoyer la trame de restauration de contexte et l'émission de données regroupées dans le même message, c'est-à-dire la trame NPUSCH message 3 (NPUSCH est l' acronyme de l'anglais «Narrowband physical uplink shared channel/ canal partagé de liaison montante physique à bande étroite ») . Or en présence de brouillage, le dispositif n'est pas en mesure de recevoir totalement la trame NDPSCH message 2 (NDPSCH est l'acronyme de l'anglais «Narrowband physical downlink shared channel/ Canal physique descendant partagé à bande étroite »).
- [0066] Avantagement, en raison de la sauvegarde du profil de connexion, le dispositif de l'invention dispose déjà des premiers paramètres nécessaires à l'envoi de la trame NPUSCH, c'est-à-dire son identifiant de connexion, la référence de la station de base attribuée et un temps de propagation entre ladite station de base 30 et le dispositif 10. Le dispositif manque donc uniquement du canal d'accès physique aléatoire à bande étroite nécessaire à la transmission de données vers ladite station de base.
- [0067] Celui-ci par mécanisme de répétition de la séquence message 1, message 2 augmente la probabilité de recevoir les éléments manquants pour le message 3 correspondant à celui de la trame du signal d'alerte.
- [0068] Les autres éléments non reçus seront simulés comme ci-après.
- [0069] L'invention propose de configurer un émetteur E, un émetteur/récepteur E/R ou transceiver NB-IoT du module de communication radio pour émettre une trame de signal d'alerte en changeant de fréquence de sous-porteuse sur les 12 canaux possibles de fréquences allouées à la transmission de données. En effet, selon la position géographique du dispositif et l'opérateur du réseau NB-IoT, une bande de 180 kHz est réservée pour toutes les communications des équipements, et ces 180 kHz sont découpées en canaux de 15kHz pour l'échange de blocs d'informations (voir [Fig.4]). Par conséquent, cela donne 12 canaux de fréquences possibles que la station de base aurait pu attribuer au dispositif de l'invention pour la transmission du signal d'alerte.
- [0070] Avantagement, l'invention propose également de répéter la trame du signal d'alerte le temps d'un slot + delta t (*delta t étant un multiple de 1ms*) et pendant plusieurs secondes. Il est ainsi possible de palier à une possible collision de la trame du signal d'alerte avec les trames NPDSCH et NPRACH. De même, l'invention

propose de transmettre la trame du signal d'alerte à une puissance d'émission maximale ou au moins à une puissance d'émission ≥ 10 dBm, et qui est dans un mode de réalisation la puissance maximale de 23 dBm. Cette puissance d'émission permet de garantir une réception par la station de base, cette dernière nécessitant au moins 10dBm pour démoduler le signal.

PROTOCOL PUR

- [0071] En contraste de la technique utilisée précédemment et illustrée à la [Fig.1], la version « release 16 » du NB-IoT propose le protocole PUR (de l'anglais « Preconfigured uplink resource » pour optimiser les échanges de messages lors d'une émission de données en diminuant le nombre d'échanges nécessaire avec la station de base avant l'émission de la trame du signal d'alerte.
- [0072] La configuration de la ressource uplink doit être réalisée en mode connecté ([Fig.8]) ; on définit alors la taille du message à envoyer et le nombre d'échanges et le délai entre ces échanges. Le réseau ensuite réserve la ressource et passe en mode inactif (low power). Lors d'une détection d'un brouilleur on envoie un message de reprise de connexion dit en anglais « connection resume » avec la data (notion équivalente au message 3, voir [Fig.1]). Le nombre d'échange permet soit d'avoir une donnée plus longue ou soit de fiabiliser celui-ci par répétitions. Toutefois cette possibilité du protocole PUR n'exclue pas la re synchronisation avec le réseau comme décrite dans ce brevet.
- [0073] Quel que soit le mode de réalisation et version du réseau, l'invention propose d'estimer la puissance entre le brouilleur et le dispositif selon la formule suivante $P_c = 10 \log(\text{largeur de la bande brouillé} / \text{largeur d'un canaux NB-IoT})$. Par exemple, pour une largeur de bande de 20 MHz, $P_c = 10 \log(20\text{MHz} / 15\text{kHz}) = \log(1333) = -31\text{dBm}$. Si l'on considère que la puissance maximale du dispositif est de 23 dBm et celle du brouilleur portatif à pile de 30dBm (1W) pour toute sa bande de 20 MHz, la puissance du signal brouillé dans un canal de 15kHz sera de $30 - 31 = -1\text{dBm}$. Avec une puissance d'émission de 23 dBm, le signal du dispositif sera alors 24 dBm plus fort que celui du brouilleur côté réception par la station de base ($\text{signal/bruit} = 23 + 1 = 24\text{dBm}$).
- [0074] Afin de maximiser les probabilités de réception du signal d'alerte, l'invention propose également d'émettre la trame NPRACH/NPUSCH ou l'équivalent en PUR selon un mode de couverture extrême. De cette manière, la station de base attribuera plus de répétitions aux échanges avec le dispositif de l'invention, et le transfert du signal d'alerte sera ainsi statistiquement amélioré. A titre d'exemple une trame d'envoi Sigfox est émise trois fois pour avoir un taux de réussite $>90\%$. Dans la présente invention la répétition de trames est comprise entre 8 et 2048 (PUR et non PUR).
- [0075] Bien entendu, le dispositif 10 détecteur de brouillage comporte également un récepteur R ou transceiver E/R radio configuré pour surveiller la présence de

brouillage sur la bande GSM de manière connue, par exemple, tel que décrit dans le brevet EP3477611B1 de Telecom Design. Comme illustré aux incises a) et b) de la [Fig.5], ledit récepteur R peut être celui dédié aux émissions/réceptions du module de communication radio 100 ([Fig.5](a)) ou être un récepteur R ou transceiver E/R additionnel dédié ([Fig.5](b)) à ladite détection de brouillage.

- [0076] Le dispositif de l'invention comporte également des moyens d'alimentation électrique A, tels qu'une pile, une carte électronique 3 intégrant des moyens de traitement T, des moyens de calcul C et de moyens de mémorisation M comme un calculateur à base de microcontrôleur pourvu des moyens de conversion analogique/numérique et numérique analogique, réalisant un traitement du signal fourni par le module de communication radio 100, et éventuellement d'un détecteur de présence 7 optionnellement intégré dans ledit dispositif 10 ou étant détaché dudit dispositif 10 et communiquant selon un protocole de communication sécurisé adapté à la présence de brouillage, et tel que décrit dans le brevet EP3716242A1 de Telecom Design.
- [0077] Le troisième objectif de l'invention est de configurer le module de communication radio pour détecter la présence de brouillage affectant le réseau de communication NB-IoT. C'est à dire en travaillant exclusivement dans la largeur du canal de 180khz.
- [0078] Le tableau 1 ci-après illustre un exemple de la répartition de bandes et des gammes de fréquences allouées pour les communications des équipements dans le réseau NB-IoT.

[0079] [Tableaux1]

Numéro de bande	Gamme de fréquence de liaison montante / MHz	Gamme de fréquence de liaison descendante / MHz
1	1920 - 1980	2110 - 2170
2	1850 - 1910	1930 - 1990
3	1710 - 1785	1805 - 1880
5	824 - 848	869 - 894
8	890 - 915	925 - 960
12	699 - 718	729 - 746
13	777 - 787	746 - 756
17	704 - 718	734 - 746
18	815 - 830	860 - 875
19	830 - 845	875 - 890
20	832 - 862	791 - 821
26	814 - 848	859 - 894
28	703 - 748	759 - 803
66	1710 - 1780	2110 - 2200

[0080] L'analyse de la bande est donc plus ou moins difficile en fonction de cette largeur de bande. Par exemple, la bande n°20 de largeur de 30MHz est attribuée en France, et avec un détecteur de brouillage de l'état de la technique, l'analyse du signal indicatif de l'intensité du signal reçu RSSI est difficilement réalisable ou pas assez fiable.

[0081] Afin de palier à cette difficulté, l'invention propose de mettre en œuvre un récepteur R ou transceiver e/R NB-IoT configuré pour découper une largeur de la bande attribuée au dit module de communication radio en plusieurs sous-bandes, et de mesurer un signal RSSI (indicatif de la puissance en réception du bruit) de manière individuelle et par itération dans lesdites sous-bandes. Avantageusement, l'invention propose d'écarter une présence de brouillage lorsqu'au moins un nombre prédéfini de sous-bandes ne présentent pas un signal fort d'occupation. Par exemple, le module de communication radio est configuré pour découper la bande de 30 MHz en sous-bandes de 1 MHz et analyser le signal RSSI qui correspond au niveau de puissance du brouilleur dans ladite sous-bande. En particulier, une PLL (« Phase-locked Loop » ou

en français, boucle à verrouillage de phase BVP) dudit module est fixé au milieu de la sous-bande et un niveau du signal RSSI est mesuré.

- [0082] Dans un mode de réalisation préféré, chaque sous-bande est redécoupée dans des canaux de 180 kHz dans lesquels sont logés les sous-canaux de 15 kHz disponibles pour la communication du dispositif 1 avec le réseau. De manière similaire, on peut déduire que si quelques canaux de 180 kHz n'ont pas de signal fort parmi ceux disponibles, il ne s'agit pas d'un brouilleur mais d'une occupation normale par un équipement NB-IoT/LTE-Cat-M proche du dispositif de l'invention. Avantageusement, cette technique reste très simple et peut être mise en œuvre rapidement pour éviter de consommer de la ressource radio fréquence, notamment lorsque le transceiver pour la détection de brouillage est dédié également aux émissions/réceptions du module de communication radio 100.
- [0083] Selon un autre mode de réalisation, l'invention propose de configurer le module de communication radio 100 pour redécouper automatiquement ladite sous-bande de 1 MHz en canaux de 180 kHz en utilisant la technique d'un filtre en peigne dit « combo filter » centré sur la fréquence intermédiaire du transceiver, et qui filtrera automatiquement en canaux par multiple de puissance 2^4 de manière à optimiser le temps de calcul. On récupère donc au final une structure de champs indiquant la puissance par ordre de chaque canal ou une puissance unique. Le signal d'alerte Tx est donc déclenché en fonction d'un minimum configurable de puissance détectée par canaux ou d'une puissance unique.
- [0084] Le quatrième objectif de l'invention est de configurer le dispositif de l'invention avec une fonction auxiliaire de secours pour garantir la réception du signal d'alerte par la station de base, et le centre de télésurveillance.
- [0085] A cette fin, le dispositif est configuré pour sauvegarder un évènement de détection de brouillage lors d'un échec de transmission du signal d'alerte, ou au moins en absence d'une confirmation de réception du signal d'alerte Tx par la station de base 30.
- [0086] Selon un mode de réalisation, le dispositif de l'invention est configuré pour répéter un signal d'alerte dudit évènement d'alerte sauvegardé le plus souvent que possible pour alerter le centre de télésurveillance.
- [0087] Dans un autre mode de réalisation, pouvant être combiné au mode de réalisation précédent, le dispositif 10 de l'invention est configuré pour relayer un signal d'alerte Tx réceptionné par le module de communication radio 100 vers la station de base 30 et le centre de télésurveillance. Le dispositif de l'invention pourra ainsi servir également de passerelle pour un autre dispositif de l'invention situé dans le voisinage du dispositif ou bien plus proche comme son jardin ou son balcon, dans un endroit éloigné du brouilleur facilitant la réception des éléments du message 2. Par exemple, il est estimé qu'un dispositif situé dans un périmètre de deux km peut potentiellement ré-

ceptionner la trame de signal d'alerte et le relayer vers le centre de télésurveillance. En effet, un dispositif voisin ne serait pas affecté par le brouillage, ou au moins pas dans la même mesure que le dispositif à proximité du brouilleur (comme un réseau communautaire).

[0088] Enfin, l'invention concerne également l'optimisation du fonctionnement du dispositif de l'invention pour son intégration dans un système d'alarme de sécurité. Plus particulièrement et comme illustré à la [Fig.6], le dispositif 10 de l'invention sera un équipement détaché de la centrale d'alarme, et sera configuré avec deux types de liens radio. Un premier lien radio (illustré en lignes pointillées à tiret long), est celui utilisé avec le serveur d'application distant en NB-IoT/LTE-CAT-M, tel qu'il a déjà été décrit. Un deuxième lien radio en bande ISM ((illustré en lignes pointillées à tiret court) sera utilisé pour communiquer avec les différents éléments du système d'alarme, tel que la centrale d'alarme 15, les capteurs de présence 7, le ou les dispositifs de dissuasion 17. De plus, l'invention propose de configurer ledit dispositif pour communiquer avec un capteur d'intrusion et/ou un dispositif de dissuasion, ou une passerelle NB-IoT selon un protocole radio sécurisé à preuve de brouillage, et tel que décrit dans le brevet EP 3 716 242 A1 (illustré en gras par des lignes pointillées à tiret court).

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif (10) de détection de brouillage pour système d'alarme destiné à être installé dans une position fixe **caractérisé en ce que** le dispositif comporte un module de communication radio (100) configuré selon un premier état (E1) de fonctionnement sans brouillage et selon un deuxième état de fonctionnement, et le module de communication est configuré dans ledit premier état de fonctionnement sans brouillage pour se connecter au réseau NB-IoT, échanger des données et se synchroniser audit réseau de manière cyclique, ainsi que pour sauvegarder un profil de connexion audit réseau NB-IoT, ledit profil de connexion comportant au moins :
- une référence d'une station de base (30) désignée pour ledit dispositif ;
 - et
 - de préférence, un temps de propagation entre ledit dispositif et la station de base (30).
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, pour lequel dans le premier état de fonctionnement (E1) le dispositif est configuré selon un mode de couverture dite « normale » et définissant en outre un nombre de répétitions pour la transmission de trames du dispositif avec la station de base et vice-versa, et/ou selon un mode de couverture de basse consommation d'énergie tel qu'un mode eDRX ou PSM.
- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel afin d'optimiser la synchronisation au réseau NB-IoT, le module de communication radio (100) comporte un oscillateur local configuré en mode écoute pulsée pour se réveiller et recevoir des blocs d'information DCI, de préférence toutes les minutes.
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, pour lequel dans le premier état de fonctionnement (E1) le dispositif est configuré avec une fonction de passerelle d'une trame de signal d'alerte (Tx) en provenance d'un dispositif voisin vers ladite station de base (30).
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, pour lequel dans le premier état de fonctionnement (E1) sans brouillage et afin d'assurer une fonction de passerelle, le dispositif est configuré pour se connecter avec un deuxième dispositif selon l'une des revendications précédentes ou une passerelle Nb-IoT, et échanger des données de maintien de connexion selon une fréquence prédéfinie.
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lors

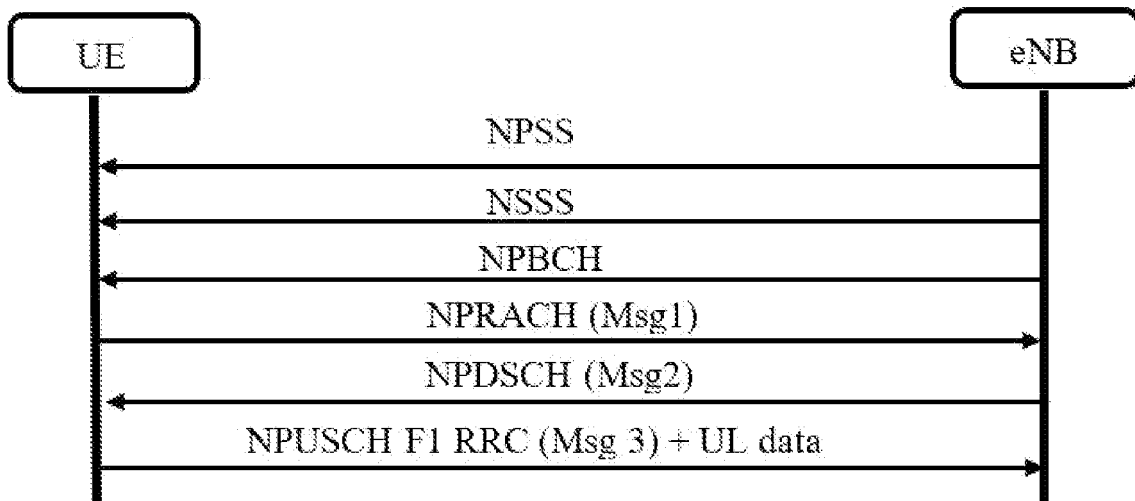
d'un évènement de détection de brouillage, le module de communication radio est configuré selon le deuxième état de fonctionnement (E2) dans lequel le dispositif est configuré pour générer et sauvegarder une trame de signal d'alerte, et commander sa transmission (Tx) à multiples répétitions, et de préférence jusqu'à la réception d'une confirmation de réception par la station de base (30).

- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, pour lequel dans le deuxième état de fonctionnement (E2), le module de communication radio est configuré pour se reconnecter au réseau sur la base dudit profil de connexion, et de préférence dans un mode de couverture extrême permettant d'augmenter le nombre de répétitions pour la transmission de trames du dispositif avec la station de base, et vice-versa.
- [Revendication 8] Dispositif selon l'une de revendications 6 à 7, dans lequel le module de communication radio (100) comporte un composant radio d'émission/réception (E/R) NB-IoT configuré pour transmettre la trame du signal d'alerte (Tx) en changeant de fréquence de sous-porteuse et de manière à couvrir un ensemble de sous-canaux dans une bande allouée audit dispositif pour émettre sur ledit réseau NB-IoT.
- [Revendication 9] Dispositif selon la revendication 8, dans lequel ladite bande allouée est de 180 kHz, les sous-canaux sont de 15 kHz, et une fréquence de la sous-porteuse est changée sur 12 sous-canaux possibles de ladite bande allouée.
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une de revendications 6 à 9, dans lequel la trame du signal d'alerte (Tx) est transmise à multiples répétitions le temps d'un slot+delta t .
- [Revendication 11] Dispositif selon l'une des revendications 6 à 10, dans lequel ladite trame du signal d'alerte est transmise à une puissance minimale $\geq 10\text{dBm}$, de préférence $\geq 15\text{dBm}$, et plus préférentiellement $\geq 20\text{dBm}$, et tel que 23 dBm.
- [Revendication 12] Dispositif selon l'une des revendications 6 à 11, pour lequel dans le deuxième état de fonctionnement (E2) le dispositif est configuré pour transmettre la trame de signal d'alerte avec étalement de spectre vers un deuxième dispositif selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 13] Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le module de communication radio (100) comporte un composant radio d'émission/réception (E/R) du module de communication radio (100) configuré pour détecter la présence de brouillage et en alternance à la réception/émission de données vers ledit réseau NB-IoT, ou dans lequel le module de commu-

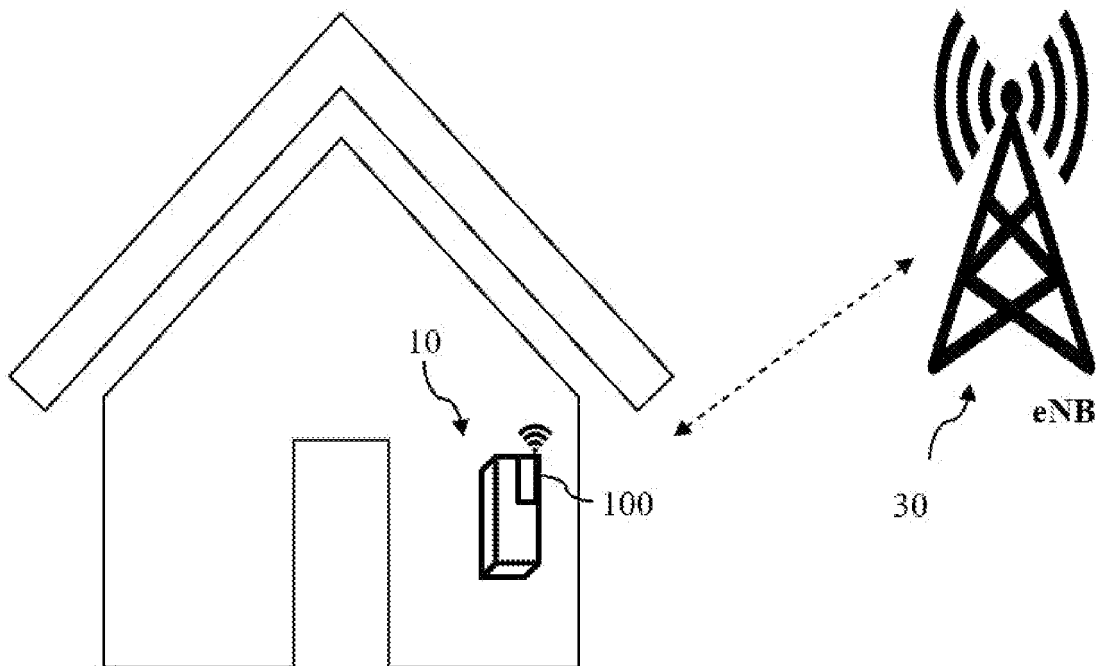
nication radio (100) comporte un composant radio de réception (R) dédié pour détecter la présence de brouillage.

- [Revendication 14] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel afin de détecter la présence de brouillage, le dispositif (10) est configuré pour découper une bande de 30MHz de largeur attribuée audit dispositif (10) dans le réseau NB-IoT en plusieurs sous-bandes d'une largeur de fréquences prédéfinie tel que 1 MHz, et pour mesurer un signal indicatif de la puissance en réception du bruit RSSI dans lesdites sous-bandes, et dans lequel un événement de détection de brouillage est identifié en fonction d'un minimum configurable de puissance mesurée dans au moins une ou plusieurs sous-bandes analysées, ou d'une puissance unique moyenne dans lesdites sous-bandes.
- [Revendication 15] Dispositif selon la revendication 14, dans lequel les sous-bandes ont une largeur de 1 MHz et/ou dans lequel lesdites sous-bandes sont recoupées dans des canaux de 180 kHz, et dans lequel la présence de brouillage est identifiée en fonction d'un minimum configurable de puissance mesurée dans au moins une ou plusieurs desdits canaux analysés, ou d'une puissance unique moyenne dans lesdits canaux de 180kHz.
- [Revendication 16] Système d'alarme de sécurité comprenant un dispositif de détection de brouillage selon l'une des revendications précédentes.

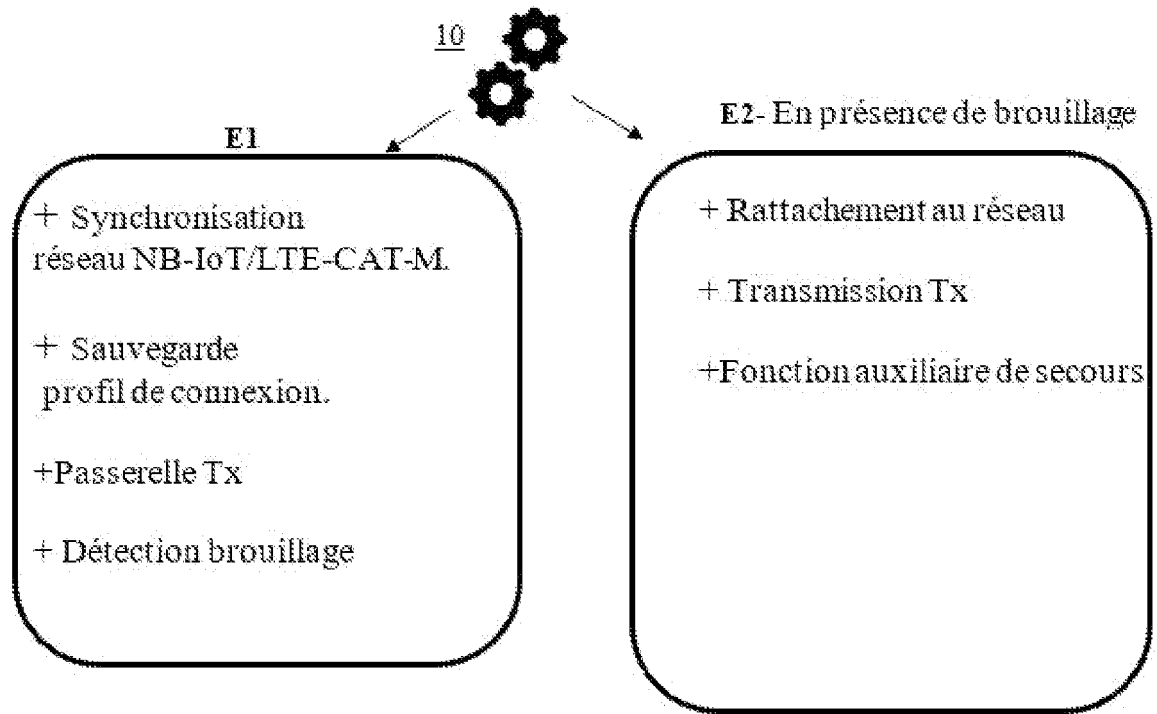
[Fig. 1]



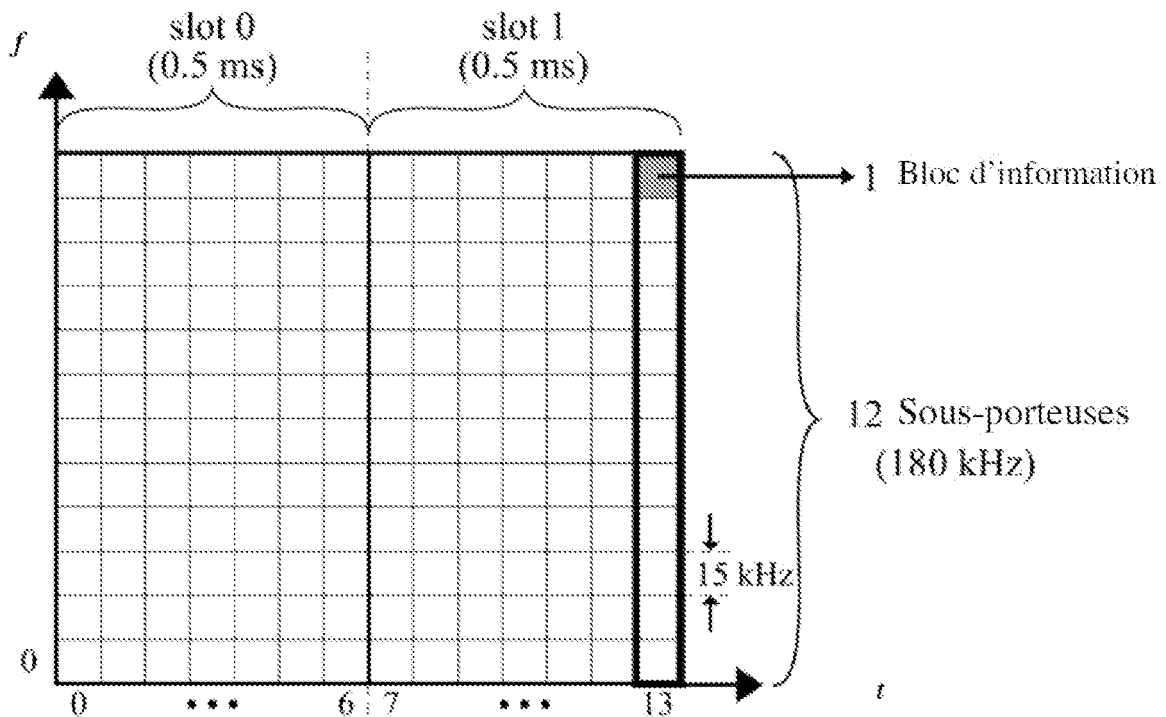
[Fig. 2]



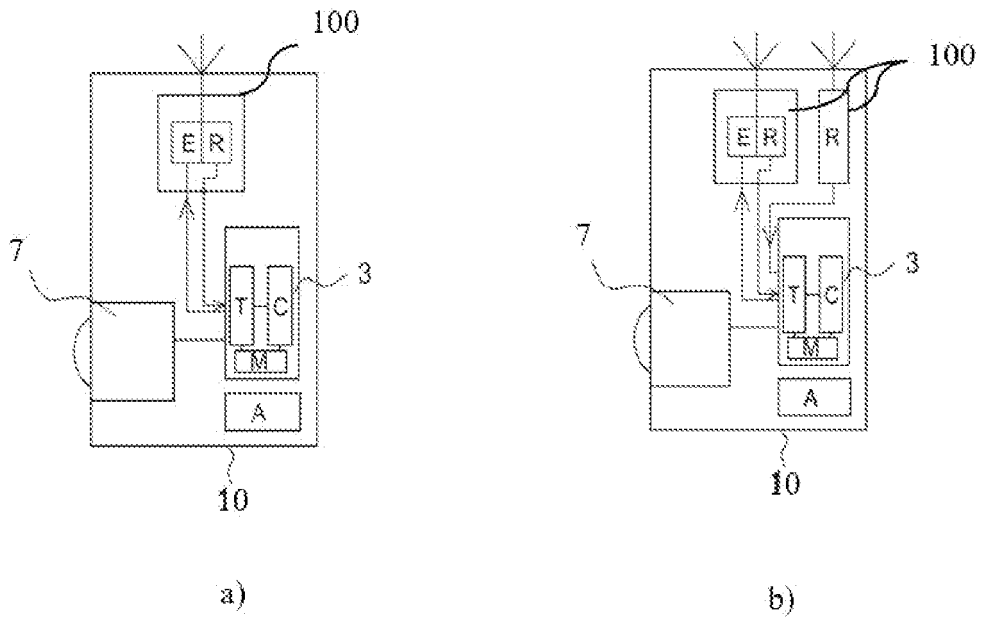
[Fig. 3]



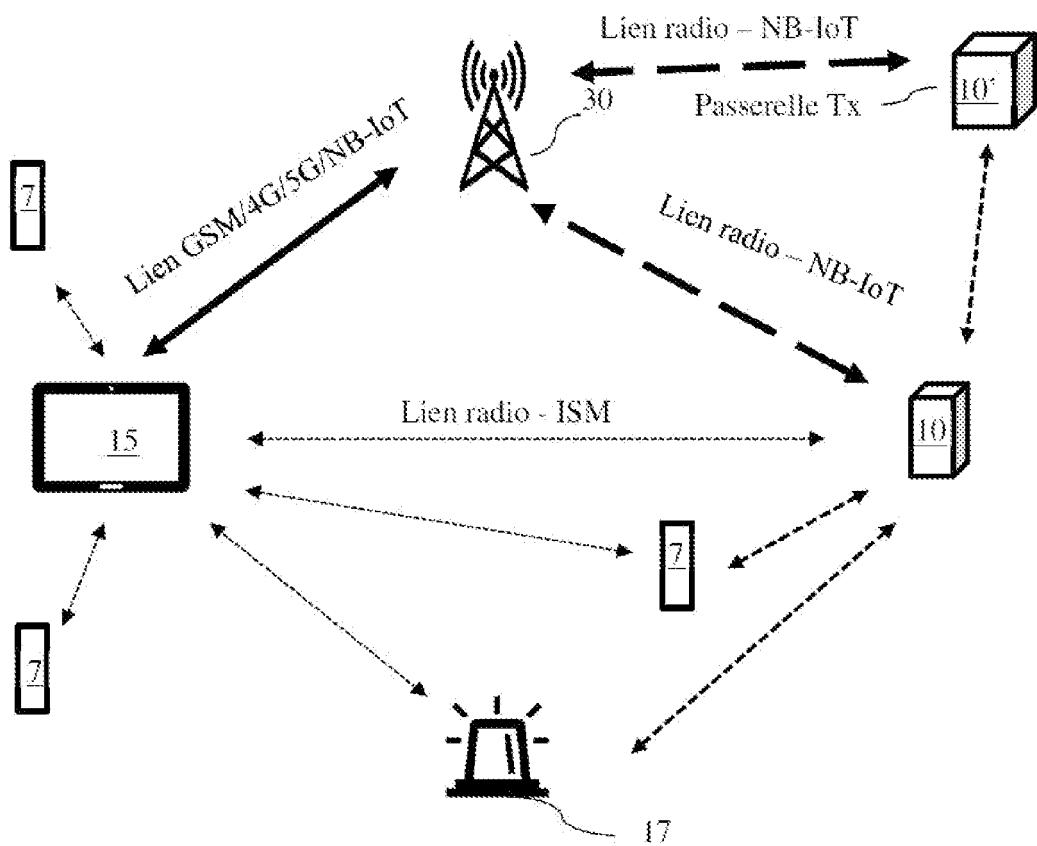
[Fig. 4]



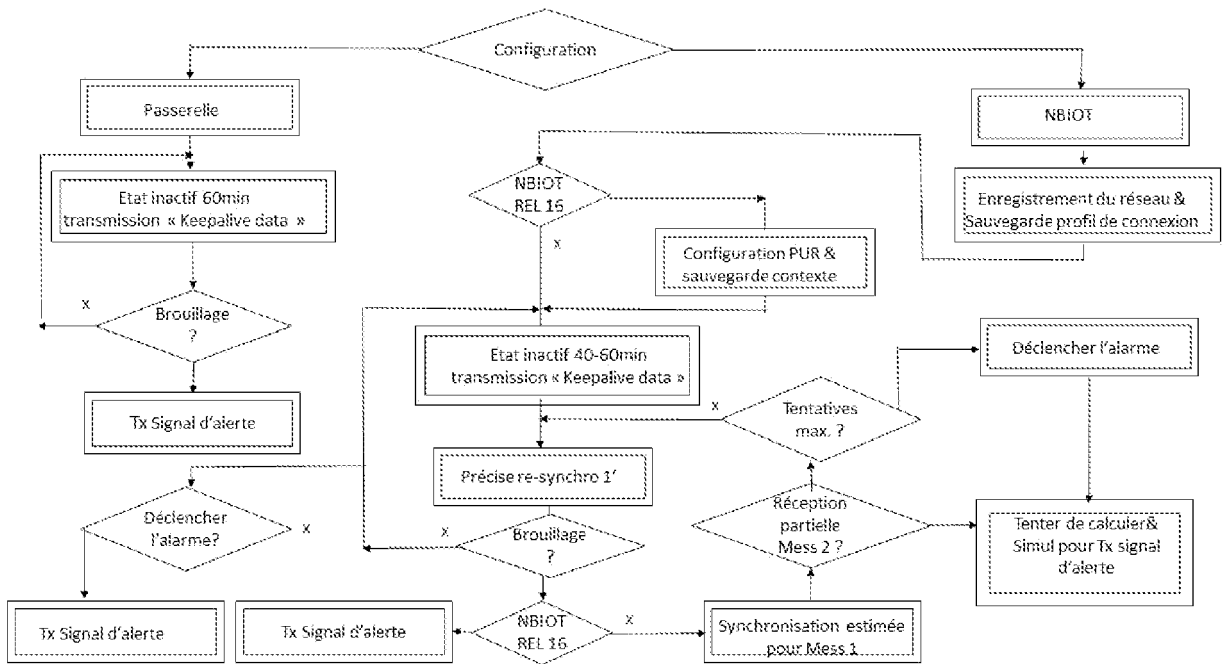
[Fig. 5]



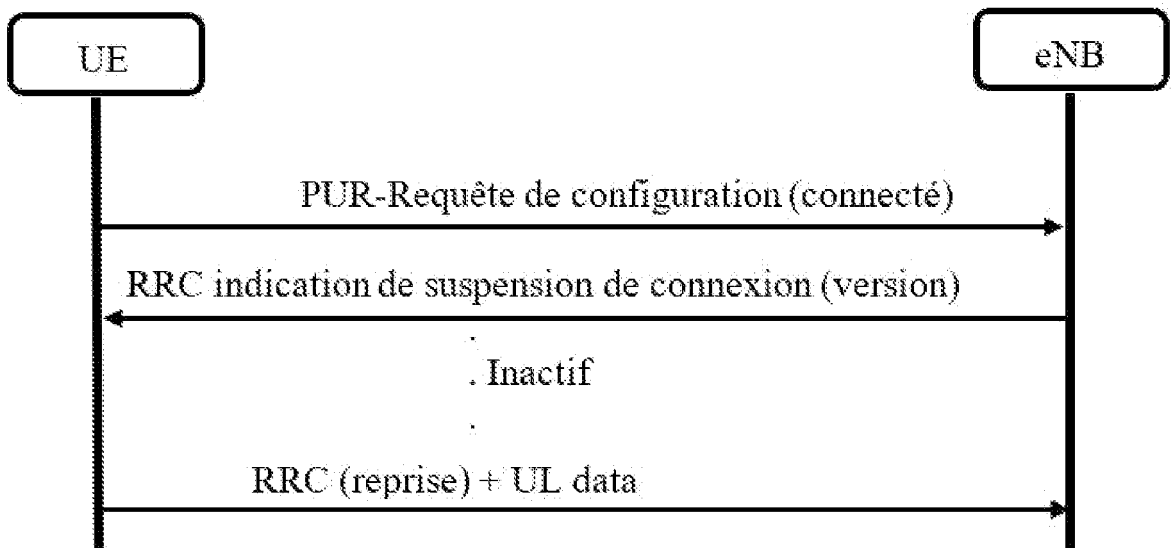
[Fig. 6]



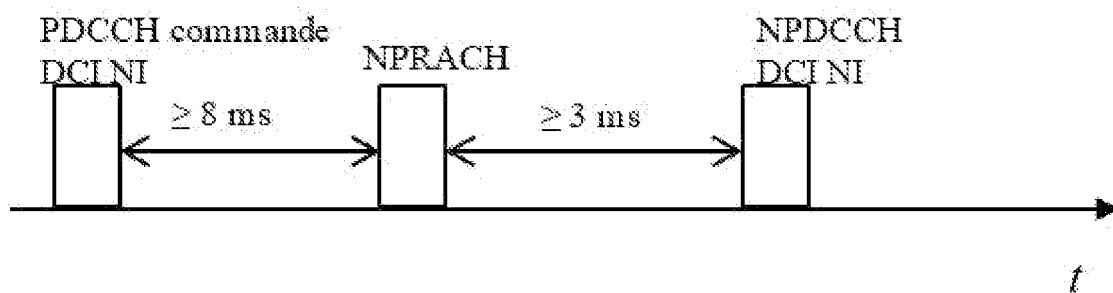
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 910193
FR 2206836

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	EP 3 477 611 A1 (TELECOM DESIGN [FR]) 1 mai 2019 (2019-05-01) * figures 1A, 1B, 2, 3 * * alinéa [0001] * * alinéa [0026] * * alinéa [0037] * -----	1-16	G08B25/00 H04K3/00
Y	WO 2021/163919 A1 (QUALCOMM INC [US]; XING RULIN [CN] ET AL.) 26 août 2021 (2021-08-26) * figure 4 * * alinéa [0057] * -----	1-16	
A	WO 2018/208922 A2 (QUALCOMM INC [US]) 15 novembre 2018 (2018-11-15) * alinéa [0040] * * alinéa [0050] * -----	1-16	
A	GB 2 574 854 A (ADVANCED RISC MACH LTD [GB]) 25 décembre 2019 (2019-12-25) * page 11, lignes 3-10 * * page 11, ligne 30 - page 12, ligne 4 * * page 13, lignes 17-23 * -----	1-16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G08B H04W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 janvier 2023		Plathner, B	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206836 FA 910193**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-01-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3477611	A1	01-05-2019	EP 3477611 A1	01-05-2019
			ES 2894274 T3	14-02-2022
			FR 3073070 A1	03-05-2019
			PT 3477611 T	19-10-2021

WO 2021163919	A1	26-08-2021	AUCUN	

WO 2018208922	A2	15-11-2018	BR 112019023200 A2	19-05-2020
			CN 110603762 A	20-12-2019
			EP 3622647 A2	18-03-2020
			JP 7179020 B2	28-11-2022
			JP 2020520159 A	02-07-2020
			KR 20200006536 A	20-01-2020
			SG 11201909118U A	28-11-2019
			TW 201902154 A	01-01-2019
			US 2018332589 A1	15-11-2018
WO 2018208922 A2	15-11-2018			

GB 2574854	A	25-12-2019	AUCUN	
