

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 055 455

21 N° d'enregistrement national : 16 58140

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 08 B 13/19 (2017.01), G 01 P 13/00, G 06 F 17/10

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.09.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.03.18 Bulletin 18/09.

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) : FREEBOX Société par actions simplifiée — FR.

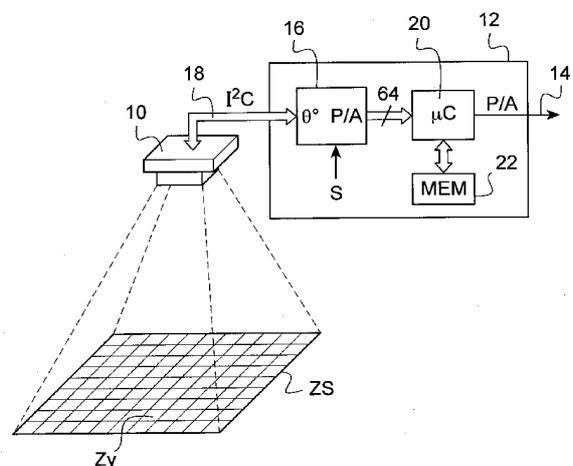
72 Inventeur(s) : KHAIRY MEHDI.

73 Titulaire(s) : FREEBOX Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : BARDEHLE PAGENBERG.

54 EQUIPEMENT AUTONOME DE SURVEILLANCE DE ZONE PAR CAPTEUR INFRAROUGE PASSIF MULTIZONE.

57 Un capteur infrarouge passif multizone (10) produit une image bidimensionnelle formée d'une grille de cases correspondant à des zones élémentaires adjacentes (Zij) d'une zone à surveiller (ZS), avec pour chaque case un signal de chaleur respectif. Les cases de la grille sont classifiées en cases autorisées et en cases sécurisées, et l'équipement produit pour chaque case un indicateur de présence/absence de cible. En présence d'une cible détectée dans au moins une case, le processeur délivre conditionnellement une alerte en fonction de i) la position sur la grille de la cible détectée et ii) de la classification en case autorisée ou sécurisée de la case où cette cible est détectée. Une mémoire de données (22) stocke un historique des états de la grille, et le processeur exécute un suivi de la cible par un algorithme à cases adjacentes à partir de cet historique. L'alerte tient compte de la classification en cases autorisées ou sécurisées des cases successivement occupées sur le trajet de la cible.



FR 3 055 455 - A1



- L'invention concerne un équipement autonome de surveillance de zone mettant en œuvre un capteur de type infrarouge passif (PIR), qui mesure le rayonnement lumineux IR produit par des "objets chauds" (sources de chaleur interprétées comme étant des individus en déplacement) se trouvant dans son champ de vision.
- 5 Les capteurs de ce type sont couramment utilisés comme détecteurs de présence, une augmentation du rayonnement détecté étant interprétée comme consécutive à l'apparition d'une personne dans le champ de vision du capteur, ce qui permet de commander l'allumage d'un éclairage, de délivrer un signal d'alerte d'intrusion, etc.
- 10 Le champ de vision du détecteur peut être élargi par des moyens optiques en associant au capteur une lentille de Fresnel ou un réflecteur, mais en tout état de cause la zone couverte est surveillée de façon globale, indifférenciée.
- 15 À l'échelle d'un local comportant plusieurs pièces (maison ou appartement, bureaux, musées, salles d'exposition, etc.), les systèmes de détection d'intrusion peuvent mettre en œuvre une technique de *tracking* (suivi) des objets chauds à l'échelle du local. Pour cela, il convient d'équiper chaque pièce du local d'un détecteur PIR et/ou de munir les accès potentiels vers l'extérieur (portes, fenêtres) de capteurs périmétriques reliés à une centrale d'alarme. À partir de ces informations, le système analyse les déplacements des objets détectés par les capteurs PIR pour extrapoler un déplacement de pièce en pièce, et discriminer entre déplacements internes au local (ceux d'un occupant autorisé ou d'un gardien passant d'une pièce à l'autre) et déplacements d'origine inconnue, laissant suspecter une intrusion.
- 20 Ainsi, le US 2015/0347910 A1 décrit une habitation équipée d'une multitude de détecteurs répartis dans l'espace à surveiller, afin d'analyser finement les déplacements des personnes présentes dans l'habitation.
- 30 Cette technique, outre la nécessité de placer des détecteurs PIR et/ou des capteurs périmétriques dans toutes les pièces susceptibles d'être traversées par un occupant légitime des lieux, présente plusieurs limites. En premier lieu, les capteurs PIR doivent être placés de manière que le système puisse s'assurer que les objets chauds ne passent pas dans une "zone d'ombre" lors du passage d'une pièce à l'autre. Il peut s'agir d'une
- 35

zone qui n'est dans le champ de vision d'aucun des détecteurs PIR, ou bien d'un couloir ou vestibule non muni d'un détecteur PIR. Si la personne traverse la zone d'ombre, il est impossible de savoir si l'"objet chaud" détecté dans une pièce est apparu dans cette pièce en venant de l'extérieur (intrusion par une fenêtre), ou s'il se déplace en intérieur, depuis une zone autorisée du local.

Cet inconvénient peut être pallié en utilisant non plus un simple détecteur PIR mais une caméra video IR couplée à un processeur d'image programmé pour réaliser sur cette image un suivi de cible (*tracking video*).  
10 Mais cette technique implique un coût bien plus élevé que celui d'un simple détecteur PIR, avec toujours la nécessité de relier la caméra à une centrale d'alarme assurant le regroupement des différentes informations et leur analyse.

Un autre inconvénient des détecteurs PIR conventionnels est qu'ils peuvent être leurrés par des sources de chaleur fixes mais émettant un rayonnement variable par intermittence, par exemple des radiateurs électriques thermostatés : l'enclenchement du radiateur provoque une montée rapide en température de celui-ci détectable par le capteur PIR, qui ne saura pas discriminer entre l'entrée d'un objet chaud mobile dans son champ de vision, et la montée en température d'un objet froid fixe déjà présent dans ce champ de vision.

La présente invention vise à résoudre l'ensemble de ces difficultés, en proposant un équipement autonome de surveillance de zone mettant en œuvre un capteur infrarouge passif capable d'effectuer un suivi d'objets chauds (sources de chaleur détectées par le capteur) à l'échelle d'une pièce, et ceci de manière entièrement autonome.

L'idée de base de l'invention réside dans l'utilisation d'un capteur PIR de type PIR multizone, produisant une image bidimensionnelle formée d'une matrice (grille) de cases correspondant à des zones élémentaires adjacentes de la zone à surveiller, avec pour chaque case un signal respectif de présence/absence de source de chaleur à un instant donné.

30 Une source de chaleur détectée dans la zone à surveiller pourra être ainsi suivie de façon précise, sur une grille représentative de la topographie de la zone à surveiller.

Le suivi précis, selon l'invention, de l'objet chaud au sein de la pièce permettra notamment de déterminer d'où vient l'objet apparu, et de discriminer entre origine autorisée (par exemple porte intérieure) et origine suspecte (par exemple fenêtre).

- 5 Le but de l'invention est de mettre à disposition un tel équipement qui présente les avantages suivants :
- coût d'installation réduit, beaucoup moins élevé qu'une caméra infrarouge couplée à un système de suivi de cible sur image video ;
  - absence de détecteurs périmétriques, devenus inutiles ;
  - 10 – équipement unique pour une pièce donnée ; et
  - possibilité de ne mettre un équipement que dans les pièces ayant un accès vers l'extérieur (porte ou fenêtre), les pièces sans accès extérieur telles que vestibule ou couloir n'ayant pas besoin d'être pourvues d'un détecteur ;
  - 15 – possibilité d'autonomie complète, sans liaison du détecteur à une centrale d'alarme ou, si une centrale d'alarme est utilisée, possibilité de déclenchement d'une alerte même en cas de déconnexion de la centrale ;
  - possibilité de laisser l'équipement en service même en présence d'occupants légitimes circulant dans le local, ce qui permet par exemple de
  - 20 laisser l'alarme enclenchée la nuit, dans la mesure où les déplacements internes au local seront détectés comme tels et ne seront pas considérés comme suspects ;
  - immunité aux sources de chaleur variable fixes telles que des radiateurs thermostatiques : ces sources, étant fixes, ne seront associées à
  - 25 aucun déplacement et pourront être ignorées dans la surveillance de la zone.

En ce qui concerne le capteur PIR multizone proprement dit, il s'agit d'un capteur en lui-même connu, par exemple d'après le US 7 728 297 B2 qui

30 décrit un composant électronique utilisable pour réaliser un tel capteur.

Les capteurs de ce type sont actuellement utilisés pour la commande intelligente de portes automatiques, pour le contrôle et le réglage d'installations de conditionnement d'air, etc.

Dans le domaine de la sécurité, ils peuvent être utilisés dans des applications de reconnaissance de forme utilisant l'image thermographique (sil-

35

houette d'un individu) formée sur la surface sensible du capteur. Les US 2012/0038778 A1 et US 5 283 551 A décrivent deux dispositifs de ce type, opérant un *scanning*, respectivement 2D ou 1D, de l'image thermographique produite par le capteur. L'algorithme de reconnaissance de

5 forme permet de discriminer la nature de l'objet chaud qui vient à être détecté en fonction de sa silhouette, mais n'a pas pour but de suivre les déplacements de cet objet.

Plus précisément, la présente invention propose un équipement autonome de surveillance de zone comprenant, de manière en elle-même connue :

10

- un capteur infrarouge passif, apte à être monté en un point prédéterminé en visibilité de la zone à surveiller, ce capteur délivrant une séquence de signaux de chaleur détectée à l'intérieur de la zone à surveiller ; et
- 15 – un processeur de données, apte à analyser les signaux délivrés par le capteur pour discriminer entre présence et absence d'une source de chaleur à l'intérieur de la zone à surveiller en fonction de critères prédéterminés, et à délivrer conditionnellement en sortie une alerte.

De façon caractéristique de l'invention :

- 20 – le capteur infrarouge est un capteur de type multizone produisant une image bidimensionnelle formée d'une grille de cases correspondant à des zones élémentaires adjacentes de la zone à surveiller, avec pour chaque case un signal de chaleur respectif ;
- les cases de la grille sont classifiées en cases autorisées et en cases
- 25 sécurisées ;
- l'équipement comprend des moyens d'analyse des signaux de chaleur de chaque case de la grille et de délivrance, pour chaque signal de la séquence et pour chaque case de la grille, d'un indicateur de présence d'une source de chaleur représentatif d'une cible détectée dans la
- 30 case correspondante ;
- le processeur de données est configuré de manière, en présence d'une cible détectée dans au moins une case de la grille, à délivrer conditionnellement une alerte en fonction de i) la position sur la grille de la cible détectée et ii) de la classification en case autorisée ou en
- 35 case sécurisée de la case où cette cible est détectée.

Dans un mode de réalisation préférentiel, l'équipement comprend une mémoire de données interfacée au processeur, apte à stocker un historique des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille, et le processeur de données est en outre configuré de manière à exécuter :

- 5 \* un suivi de la cible détectée, par mise en œuvre d'un algorithme à cases adjacentes avec détermination du trajet de la cible suivie, sur la grille, à partir dudit historique des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille ; et
- 10 \* la délivrance conditionnelle de ladite alerte en fonction i) dudit trajet de la cible suivie et ii) de la classification en cases autorisées ou en cases sécurisées des cases successivement occupées par la cible sur ce trajet.

Selon diverses caractéristiques subsidiaires avantageuses de ce mode de réalisation préférentiel :

- 15 – le processeur de données est configuré de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par, en cas de cible apparaissant dans une case sécurisée, analyse du voisinage de cette case pour déterminer si, dans l'état antérieur de la grille stocké dans la mémoire, ladite cible
- 20 avait été détectée dans une case voisine sécurisée, avec dans ce cas délivrance de l'alerte, o dans une case voisine autorisée, avec dans ce cas absence de délivrance d'une alerte ;
- les cases de la grille sont classifiées en cases autorisées, en cases sécurisées et en cases de traversée, et en cas d'absence d'état antérieur stocké dans la mémoire, le processeur de données est configuré
- 25 de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par délivrance de l'alerte si la cible est détectée dans une case sécurisée, ou absence de délivrance d'alerte si la cible est détectée dans une case de traversée ;
- 30 – en cas de pluralité de cibles détectées, le processeur de données est configuré de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par, pour chacun des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille, comptage du nombre de cibles détectées simultanément présentes dans la zone à surveiller et, en cas de
- 35 cible(s) apparaissant dans une case sécurisée puis transitant vers une

case autorisée lors d'une transition desdits états successifs, délivrance de ladite alerte en cas de changement du nombre de cibles compté avant et après ladite transition.

5

◇

On va maintenant décrire un exemple de mise en œuvre de la présente invention, en référence aux dessins annexés où les mêmes références désignent d'une figure à l'autre des éléments identiques ou fonctionnellement semblables.

10

La Figure 1 est une représentation schématique de l'équipement de surveillance de l'invention, avec le capteur PIR multizone dont le champ de vision couvre la zone à surveiller.

15

Les Figures 2 et 3 servent à illustrer la mise en œuvre de l'algorithme à cases adjacentes, avec superposition de grilles dynamiques, produites par le capteur et changeant au fil des détections de cibles et du déplacement de ces cibles, et d'une grille statique conservée en mémoire, préalablement paramétrée selon la nature des zones à protéger ou non de la zone à surveiller.

20

Les Figures 4 et 5 illustrent des exemples de mise en œuvre de l'équipement de surveillance de l'invention, selon divers scénarios de trajet d'un utilisateur ou d'un intrus dans la zone à surveiller.

25

Les Figures 6a et 6b illustrent un perfectionnement de la technique de l'invention, permettant de détecter une anomalie dans le nombre de personnes évoluant simultanément dans les limites de la zone à surveiller.

◇

On va maintenant décrire un exemple détaillé de réalisation d'un équipement autonome de surveillance de zone selon l'invention, ainsi qu'un exemple de mise en œuvre de l'algorithme de détection d'intrusion mis en œuvre au sein de cet équipement.

30

Sur la Figure 1, la référence 10 désigne un capteur infrarouge de type multizone qui est, comme on l'a expliqué plus haut en introduction, un

capteur de type infrarouge passif (PIR) comprenant un système optique projetant sur un capteur 2D une image de la zone à surveiller ZS.

L'image 2D ainsi formée se présente sous forme d'une matrice (grille) de  $i \times j$  zones élémentaires de capteur, correspondant chacune à une zone  
5 élémentaire  $Z_{ij}$  de la zone à surveiller ZS. Le capteur délivre pour chaque zone élémentaire de capteur un signal de température correspondant, permettant ainsi de détecter la présence d'une source de chaleur spécifiquement dans chacune des zones  $Z_{ij}$  de la zone à surveiller ZS.

Un tel capteur PIR multizone est en lui-même connu, par exemple d'après  
10 le US 7 728 297 B2 précité, et ne sera pas décrit plus en détail ici. Pour la mise en œuvre de l'invention, un composant approprié est par exemple le capteur Panasonic *Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)*, qui est un capteur multizone avec une grille de  $8 \times 8 = 64$  zones élémentaires, chacune correspondant à un angle de vision d'environ  $5,6^\circ$  dans les deux directions. Ce composant délivre pour chaque zone élémentaire un signal  
15 numérique de température de la zone élémentaire  $Z_{ij}$  correspondante avec une fréquence de rafraichissement d'une fois par seconde. L'ensemble se présente sous forme d'un boîtier compact, qui peut être par exemple placé au centre de la pièce, au plafond.

20 La référence 12 désigne un circuit de traitement et d'analyse des données délivrées par le capteur 10. Ce circuit peut être disposé dans un boîtier monobloc intégrant également le capteur 10, ou bien placé à distance de celui-ci.

Le circuit 12 délivre en sortie un signal 14 d'alerte, qui est un signal de  
25 présence/absence (P/A) de cible non autorisée, globalement dans la zone à surveiller ZS, c'est-à-dire un signal unique d'alerte pour toute la zone.

Pour élaborer ce signal d'alerte 14, le circuit 12 reçoit les  $8 \times 8 = 64$  signaux de chaleur, qui sont appliqués à un étage comparateur 16 couplé au capteur multizone 10, par exemple par un bus I<sup>2</sup>C 18. Chaque signal  
30 de chaleur, représentatif d'une température dans une zone élémentaire  $Z_{ij}$ , est comparé à un seuil S pour donner un signal individuel de présence/absence de cible dans chacune de ces zones élémentaires respectives  $Z_{ij}$ .

On dispose ainsi en sortie de l'étage 16 d'un ensemble de données, qui  
35 peut être représenté sous forme d'une matrice de  $i \times j$  cases  $C_{ij}$ , chacune

de ces cases étant associée à un signal individuel de présence/absence de cible dans la zone correspondante élémentaire  $Z_{ij}$ . Cet indicateur est un indicateur binaire indiquant la présence ou non d'une source de chaleur, selon que le signal de température dans la zone  $Z_{ij}$  se trouve au-dessus ou au-dessous du seuil  $S$ , respectivement.

5 La matrice de données délivrées par l'étage 16 est analysée par un microcontrôleur 20, et les états successifs de la matrice, au moins l'état précédant l'itération courante, sont stockés dans une mémoire de données 22 de manière à disposer d'un historique reflétant les déplacements éventuels, d'une itération à la suivante, de la source de chaleur d'une case à l'autre de la zone à surveiller.

On va maintenant exposer, en référence aux Figures 2 et 3, la mise en œuvre de l'algorithme de détection à cases adjacentes selon l'invention. Cet algorithme de détection repose sur l'analyse de trois grilles correspondant aux différentes zones du capteur, avec :

- 15
- une grille statique  $G_1$ , paramétrée une fois pour toutes par l'utilisateur en fonction de la configuration des lieux. Cette grille statique  $G_1$  est conservée telle quelle dans la mémoire, une fois paramétrée elle n'est plus modifiée ;
  - 20 – deux grilles dynamiques  $G_2$  et  $G_3$ , modifiées à chaque itération de l'algorithme. La grille  $G_3$  contient l'état de la grille à un instant donné  $t = t_{i\pi}$ , tandis que la grille  $G_2$  comprend l'état antérieur de cette même grille, mémorisé à l'itération précédente – c'est-à-dire qu'à chaque nouvelle itération la grille  $G_3$  ancienne devient la nouvelle grille  $G_2$ , et
  - 25 ainsi de suite.

Dans la description que l'on va donner, on utilise seulement deux grilles dynamiques  $G_2$  et  $G_3$ . Il est toutefois possible de conserver en mémoire un nombre plus important de grilles dynamiques, par exemple la grille correspondant à l'état de l'avant-dernière itération, de l'antépénultième itération, etc., de manière à non seulement connaître l'état précédent, mais

30 aussi disposer d'un historique complet de l'évolution de la grille dynamique sur une période plus longue.

Les grilles dynamiques  $G_2$  et  $G_3$  comprennent, pour chacune des  $i \times j$  cases, deux indicateurs :

- présence/absence de cible, c'est-à-dire un indicateur spécifiant si la case correspondante est une case "chaude" ou "froide" (une case "chaude" étant une case où est détectée une source de chaleur dont la température mesurée est supérieure au seuil S prédéterminé) ; et
- 5 – un indicateur spécifiant si la case est une case "autorisée" ou non, cet indicateur étant modifiable par l'algorithme d'analyse qui sera décrit plus bas.

La grille statique G1 correspond à un paramétrage préalable fonction de la topographie particulière de la zone à surveiller ZS.

10 Chacune des cases est classifiée essentiellement selon deux types de zones :

- "zone sécurisée" ZXi, correspondant à une zone où il existe un risque d'intrusion et qui doit donc faire l'objet d'une surveillance permanente : typiquement la zone d'une pièce située à proximité d'une fenêtre ou
- 15 d'une porte avec un accès extérieur ; et
- "zone autorisée" ZAi, pour les cases qui ne sont pas dans une zone sécurisée : il s'agit d'une zone où la présence d'une source de chaleur n'est *a priori* pas suspecte s'il n'y a pas eu d'intrusion précédemment détectée, par exemple la zone au centre d'une pièce, zone sans fe-
- 20 nêtre ni accès extérieur, où l'utilisateur autorisé pourra évoluer librement sans qu'une alarme ne se déclenche.

Pour la prise en compte du cas particulier de la première itération, c'est-à-dire où il n'existe pas encore de grille dynamique G2, il est prévu dans la classification des cases un troisième type de zone, à savoir :

- 25 – "zone de traversée" ZTi, qui est une zone située au sein de la "zone autorisée" pour laquelle un accès depuis l'extérieur provient nécessairement d'un utilisateur autorisé : il s'agit typiquement d'une zone autour d'une porte intérieure donnant sur un couloir, un vestibule, etc., sans accès vers l'extérieur.

30 Cette sous-classification des cases de zone autorisée en cases de zone de traversée permet, comme on l'expliquera plus bas, d'initialiser en l'absence d'historique connu la validité du statut de la grille dynamique.

On va exposer maintenant la mise en œuvre de l'algorithme à cases adjacentes de la grille dynamique délivrée par le capteur PIR multizone, per-

mettant de déterminer une intrusion éventuelle dans la zone à surveiller ZS.

- 5 Cet algorithme est exécuté de façon itérative, et déclenché par une interruption IT, qui peut être soit une interruption de *polling* générée à intervalles réguliers, soit une interruption déclenchée sur un changement d'état détecté au sein de la grille dynamique, c'est-à-dire lorsque l'on détecte que l'état d'une grille dynamique délivré par le capteur à la fréquence de rafraichissement diffère de l'état antérieur de cette même grille dynamique.
- 10 Lorsqu'une interruption IT est activée, l'algorithme compare les grilles G2 (état antérieur mémorisé) et G3 (état courant) et recherche, pour chaque case, s'il y a eu modification de l'indicateur de présence/absence de cible. Pour les cases dont l'indicateur est passé de "absence" à "présence" c'est-à-dire les cases qui sont passées à "case chaude" depuis le dernier
- 15 état, l'algorithme examine, en fonction du paramétrage de la grille statique G1, si la case en question se trouve dans une zone sécurisée, ou bien dans une zone autorisée ou de traversée. Si cette case se trouve dans une zone autorisée ou de traversée, alors l'indicateur correspondant dans la grille G3 est positionné à "case autorisée".
- 20 En revanche, si la case en question se trouve dans une zone sécurisée (cf. illustration de la Figure 3), il convient de déterminer si, dans cette grille G2, l'une des cases adjacentes était une "case autorisée", c'est-à-dire, en d'autres termes, si la source de chaleur détectée en G3 dans une zone sécurisée provenait en fait d'une "case autorisée". Dans ce cas, l'indicateur de la case est positionné à "case autorisée".
- 25 Dans le cas où l'algorithme ne trouve dans G2 aucune case adjacente autorisée, alors cette case est *a priori* suspecte.
- Pour discriminer le cas particulier d'une source de chaleur provenant par exemple de l'enclenchement d'un radiateur thermostatique R (qui n'est
- 30 donc pas une source mobile), le même algorithme de gestion par cases adjacentes est appliqué de manière à détecter si, au cours de l'itération suivante, il y a eu ou non mouvement de la case où la source de chaleur avait été détectée, vers l'une des cases adjacentes. Dans l'affirmative, l'alarme peut être déclenchée ; dans la négative, il s'agit d'une source de
- 35 chaleur immobile, qui ne révèle pas une intrusion.

L'étape finale consiste à fusionner les deux grilles G2 et G3 en gardant les cases "chaudes" de la grille G3 et en positionnant comme "cases froides" les cases de la grille G2 qui étaient précédemment des cases "chaudes", et qui sont devenues "froides".

- 5 La mise en œuvre de l'algorithme ci-dessus présuppose la connaissance d'un état antérieur, pour détecter s'il y a eu ou non mouvement d'une source chaude d'une case adjacente entre deux itérations successives. Si l'état antérieur (grille G2) n'est pas disponible, comme cela est le cas à la mise en route du système ou pour toute autre raison, l'algorithme ana-
- 10 lyse la grille dynamique G3 délivrée par le capteur et initialise en "case autorisée" chaque case où une source chaude a été détectée, si cette case est située à l'intérieur de la "zone de traversée", c'est-à-dire si la source chaude correspond à la présence d'une cible dont on est certain qu'il s'agit d'un utilisateur autorisé (puisque celui-ci vient par exemple
- 15 d'une porte de communication intérieure du local, et n'est donc pas un intrus).

Les Figures 4 et 5 illustrent les résultats obtenus par la mise en œuvre de l'équipement de surveillance de l'invention, selon divers scénarios de trajet d'un utilisateur ou d'un intrus dans la zone à surveiller.

- 20 Sur ces figures, on a représenté un local (habitation, local commercial, musée, etc.) comprenant deux zones à surveiller ZS1 et ZS2, chacune munie d'un équipement autonome de surveillance selon l'invention tel que celui décrit en référence à la Figure 1.

- 25 Ces deux zones à surveiller ZS1 et ZS2 débouchent dans un couloir C, par l'intermédiaire de portes intérieures respectives P1 et P2. Les zones à surveiller ZS1 et ZS2 comportent par ailleurs des fenêtres respectives F1 et F2 donnant sur l'extérieur.

- De fait, la détection d'une entrée dans la zone ZS1 ou ZS2 par la fenêtre F1 ou F2 sera le fait d'un intrus et devra donc déclencher une alarme,
- 30 tandis qu'une entrée via les portes intérieures P1 et P2 ne pourra être le fait que d'un utilisateur normal, et ne devra pas déclencher d'alarme.

- Le premier scénario, correspondant au trajet T1 de la Figure 4, est celui où le capteur détecte l'apparition d'une source de chaleur apparaissant sur la zone ZT1 située à côté de la porte intérieure P1, zone qui est une
- 35 zone de traversée donc une zone permise,. La source détectée sera af-

fectée dans la grille dynamique d'un indicateur "case autorisée", qui sera conservé au cours de tous les déplacements de case en case dans la pièce ZS1, même si la source de chaleur passe dans la zone sécurisée ZS1, puisque l'indicateur "case autorisée" n'aura pas été remis à zéro au  
5 fil des déplacements du trajet T1.

Le second scénario est celui correspondant au trajet T2 de la Figure 4 : dans ce cas, le capteur détecte une source de chaleur mobile venant d'une zone sécurisée ZX2, et sans historique de "case autorisée" (état antérieur de la grille dynamique G2). Il s'agit donc d'un trajet interdit, révélateur d'une intrusion, et l'alarme doit être déclenchée.  
10

Le troisième scénario, illustré par les trajets T3a et T3b de la Figure 5, correspond à un habitant, qui s'est allongé sur un lit L et s'est endormi. À son réveil, le capteur détecte un déplacement de source chaude, mais ceci ne doit pas déclencher d'alarme d'intrusion. Comme l'on dispose d'un historique de trajet (trajet initial T3a d'entrée dans la pièce et de déplacement jusqu'au lit), les indicateurs des cases sont initialisés à "case autorisée" et conservés tels quels jusqu'au réveil. Le trajet T3b après réveil comportera des déplacements qui proviendront d'une case avec un indicateur "case autorisée", ce qui ne déclenchera pas d'alarme même si la  
15 personne évolue en passant par la zone sécurisée ZX1.

La Figure 5 illustre également le cas d'un radiateur R fonctionnant par intermittence, situé dans la zone sécurisée ZX1. Les variations de température de ce radiateur vont produire régulièrement des détections de source de chaleur dans cette zone sécurisée ZX1, mais en l'absence de déplacement de la source de chaleur détectée, aucune alarme d'intrusion ne sera produite (l'équipement peut éventuellement délivrer un signal de notification correspondant à cette situation, mais sans déclenchement d'alarme).  
20

Le quatrième scénario, illustré Figure 5 par les trajets T3c et T4, illustre la possibilité de laisser l'équipement de surveillance activé même en présence des habitants. Ainsi, si l'apparition d'une source de chaleur est détectée dans la zone sécurisée ZX2, mais peut être rattachée à un historique autorisé (correspondant par exemple au trajet T3c d'un habitant venant du couloir C) aucune alarme ne sera déclenchée. En revanche, il  
30 sera possible de détecter dans le même temps une source de chaleur  
35

mobile dans cette même zone, venant de l'extérieur sans autorisation (tra-  
jet T4), conduisant au déclenchement d'une alarme d'intrusion. Ce cas de  
figure (source mobile avec/sans historique autorisé) est utile notamment  
pour la surveillance de chambres d'enfants, ou pour des animaux se dé-  
plaçant dans une maison.

5 On notera que la détection d'intrusion, dans ce scénario comme dans les  
autres, ne nécessite en aucune façon la pose de détecteurs périmétriques  
aux portes intérieures P1 et P2, ces détecteurs périmétriques étant rem-  
placés par la mémorisation d'un historique des états successifs de la grille  
10 dynamique délivrée par le capteur.

Les Figures 6a et 6b illustrent un perfectionnement de la technique que  
l'on vient d'exposer, pour la détection d'une anomalie dans le nombre de  
personnes évoluant simultanément dans les limites de la zone à surveiller.  
L'historique des états successifs de la grille dynamique délivrée par le  
15 capteur permet, sur une durée suffisamment longue, de garder une trace  
de toutes les sources de chaleur détectées et de leurs déplacements, ce  
qui permet d'extrapoler le nombre de sources (c'est-à-dire de personnes)  
simultanément présentes dans la zone à surveiller.

Dans le cas illustré Figure 6a, deux personnes sont entrées successive-  
20 ment dans la zone à surveiller ZS1, par les trajets T5a et T5b. Même si  
elles passent par la zone sécurisée ZX1, avant et après le passage dans  
cette zone l'équipement déterminera qu'il y a toujours deux personnes  
présentes dans la pièce.

En revanche, dans le cas illustré Figure 6b, une unique personne est en-  
25 trée dans la pièce (trajet T6a), puis passe dans la zone sécurisée ZX1.  
L'équipement détermine ensuite, après ce passage, la présence de deux  
personnes, et non plus d'une, dans la zone autorisée ZA1. Cette situation  
est considérée comme anormale, et une alarme ou une notification est  
alors produite. Cette situation correspond par exemple à celle d'un local  
30 surveillé par un gardien (donc une personne autorisée) qui passe près de  
la fenêtre F1 pour faire entrer un comparse. Au sortir de la zone sécurisée  
ZX1, les deux individus se trouveront dans la zone autorisée ZA1, ce qui  
ne devrait normalement pas produire de déclenchement d'alarme. Mais  
comme l'historique des états successifs de la grille dynamique révèle, par  
35 comptage, qu'antérieurement il n'y avait qu'une seule personne dans la

pièce alors que maintenant il s'en trouve deux, la situation peut être révélée et signalée par l'alarme.

---

## REVENDEICATIONS

1. Un équipement autonome de surveillance de zone, comprenant :
  - un capteur infrarouge passif (10), apte à être monté en un point prédéterminé en visibilité de la zone à surveiller (ZS), ce capteur délivrant une séquence de signaux de chaleur détectée à l'intérieur de la zone à surveiller ; et
  - un processeur de données (20), apte à analyser les signaux délivrés par le capteur pour discriminer entre présence et absence d'une source de chaleur à l'intérieur de la zone à surveiller en fonction de critères prédéterminés, et à délivrer conditionnellement en sortie (14) une alerte,
- caractérisé en ce que :
  - le capteur infrarouge est un capteur de type multizone produisant une image bidimensionnelle formée d'une grille de cases correspondant à des zones élémentaires (Zij) adjacentes de la zone à surveiller (ZS),
  - les cases de la grille sont classifiées en cases autorisées et en cases sécurisées ;
  - l'équipement comprend des moyens (16) d'analyse des signaux de chaleur de chaque case de la grille et de délivrance, pour chaque signal de la séquence et pour chaque case de la grille, d'un indicateur de présence d'une source de chaleur représentatif d'une cible détectée dans la case correspondante ;
  - le processeur de données est configuré de manière, en présence d'une cible détectée dans au moins une case de la grille, à délivrer conditionnellement une alerte en fonction de i) la position sur la grille de la cible détectée et ii) de la classification en case autorisée ou en case sécurisée de la case où cette cible est détectée.
2. L'équipement autonome de la revendication 1, dans lequel :
  - l'équipement comprend une mémoire de données (22) interfacée au processeur, apte à stocker un historique des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille ; et

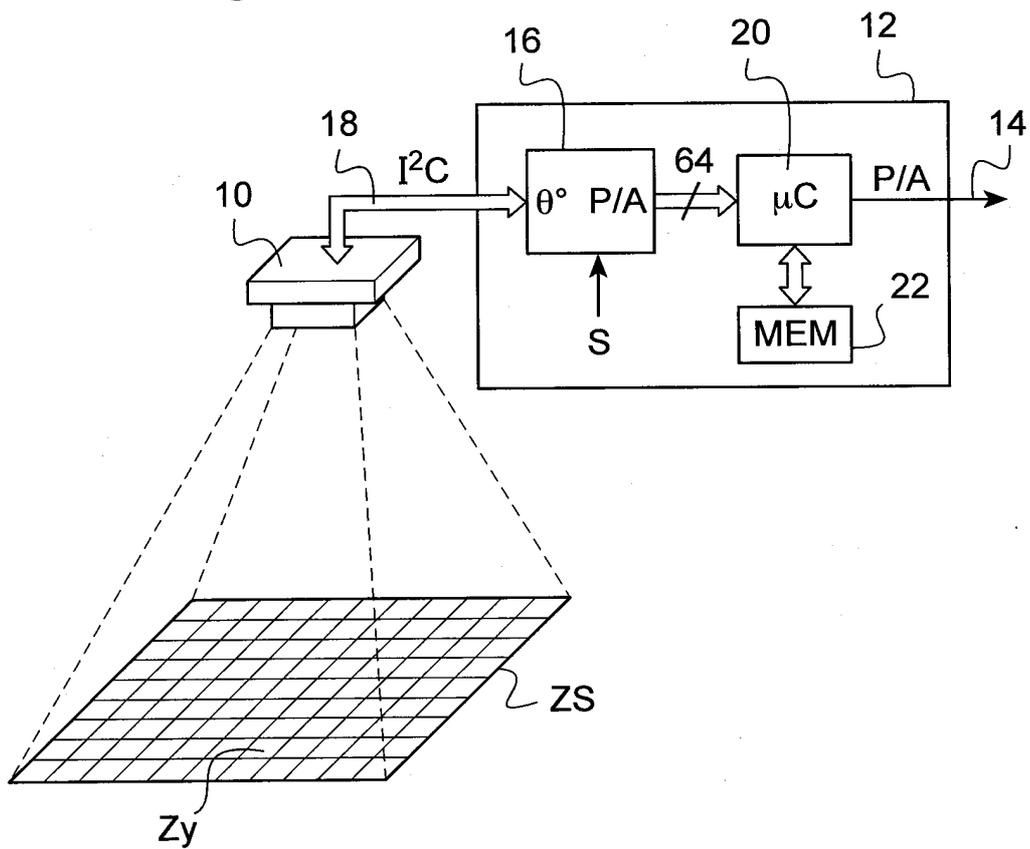
- le processeur de données est en outre configuré de manière à exécuter :
    - \* un suivi de la cible détectée, par mise en œuvre d'un algorithme à cases adjacentes avec détermination du trajet de la cible suivie, sur la grille, à partir dudit historique des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille ; et
    - \* la délivrance conditionnelle de ladite alerte en fonction i) dudit trajet de la cible suivie et ii) de la classification en cases autorisées ou en cases sécurisées des cases successivement occupées par la cible sur ce trajet.
3. L'équipement autonome de la revendication 2, dans lequel le processeur de données est configuré de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par :
- \* en cas de cible apparaissant dans une case sécurisée, analyse du voisinage de cette case pour déterminer si, dans l'état antérieur de la grille stocké dans la mémoire, ladite cible avait été détectée :
    - dans une case voisine sécurisée, avec dans ce cas délivrance de l'alerte, ou
    - dans une case voisine autorisée, avec dans ce cas absence de délivrance d'une alerte.
4. L'équipement autonome de la revendication 2, dans lequel :
- les cases de la grille sont classifiées en cases autorisées, en cases sécurisées et en cases de traversée ; et
  - en cas d'absence d'état antérieur stocké dans la mémoire, le processeur de données est configuré de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par :
    - \* délivrance de l'alerte si la cible est détectée dans une case sécurisée, ou
    - \* absence de délivrance d'alerte si la cible est détectée dans une case de traversée.

5. L'équipement autonome de la revendication 2, dans lequel, en cas de pluralité de cibles détectées, le processeur de données est configuré de manière à délivrer conditionnellement ladite alerte par :

- 5       \* pour chacun des états successifs des indicateurs de présence d'une source de chaleur sur la grille, comptage du nombre de cibles détectées simultanément présentes dans la zone à surveiller ; et
  - 10       \* en cas de cible(s) apparaissant dans une case sécurisée puis transitant vers une case autorisée lors d'une transition desdits états successifs, délivrance de ladite alerte en cas de changement du nombre de cibles compté avant et après ladite transition.
-

1/4

Fig.1





3/4

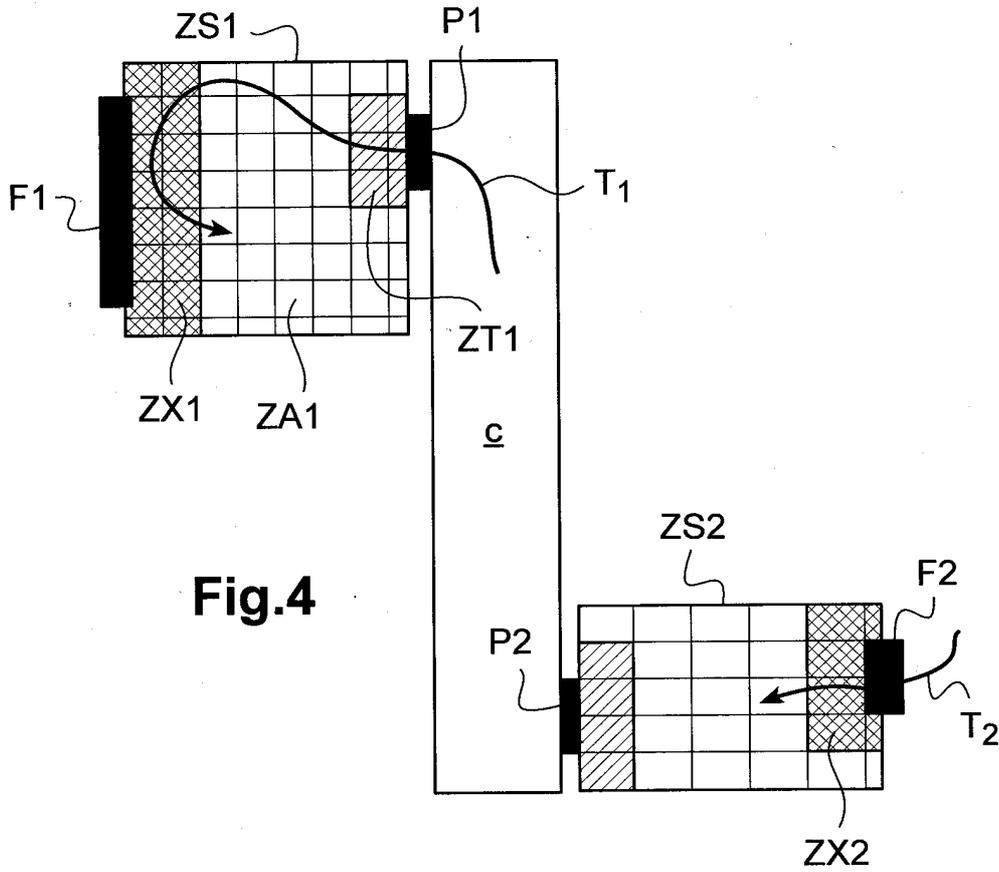


Fig. 4

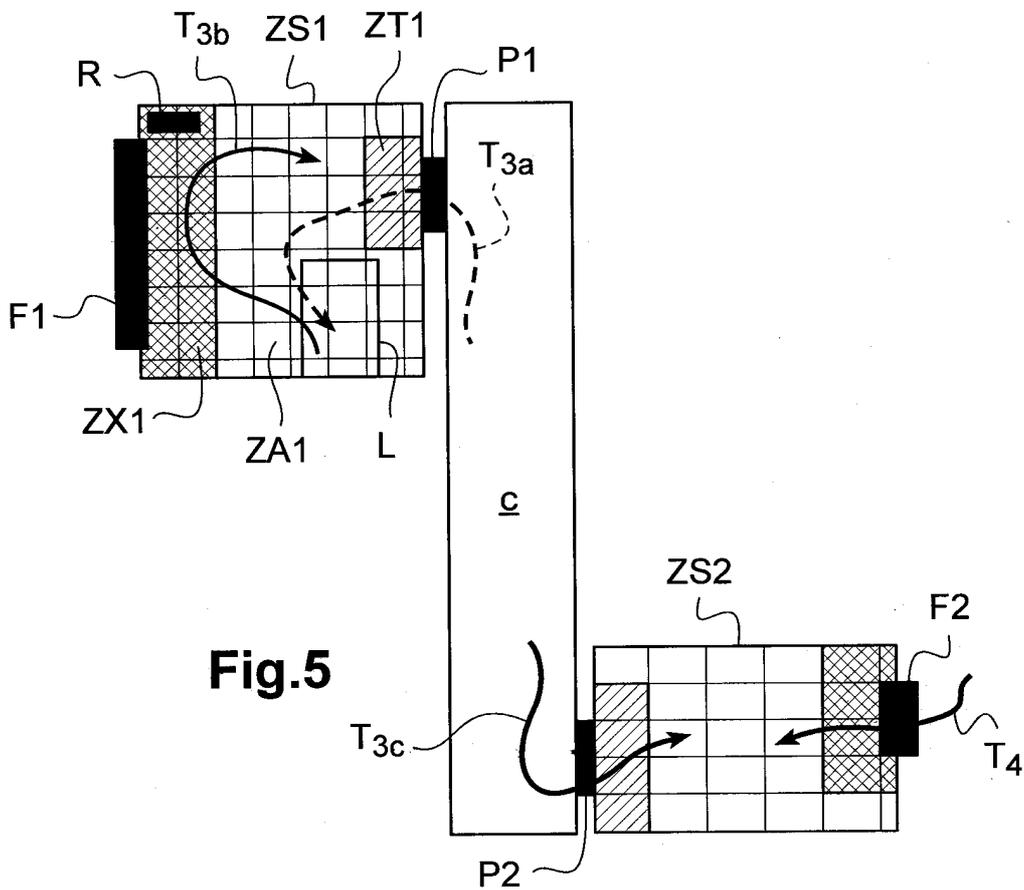


Fig. 5

4/4

Fig.6a

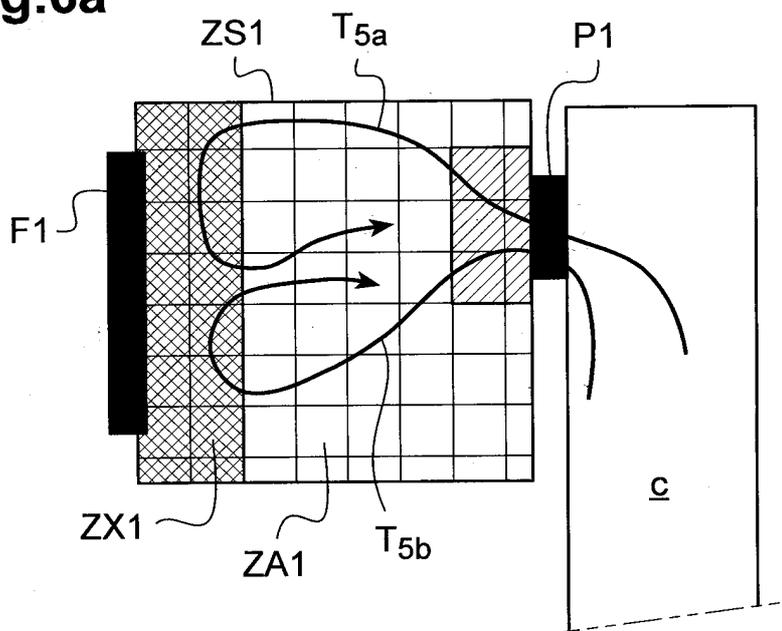
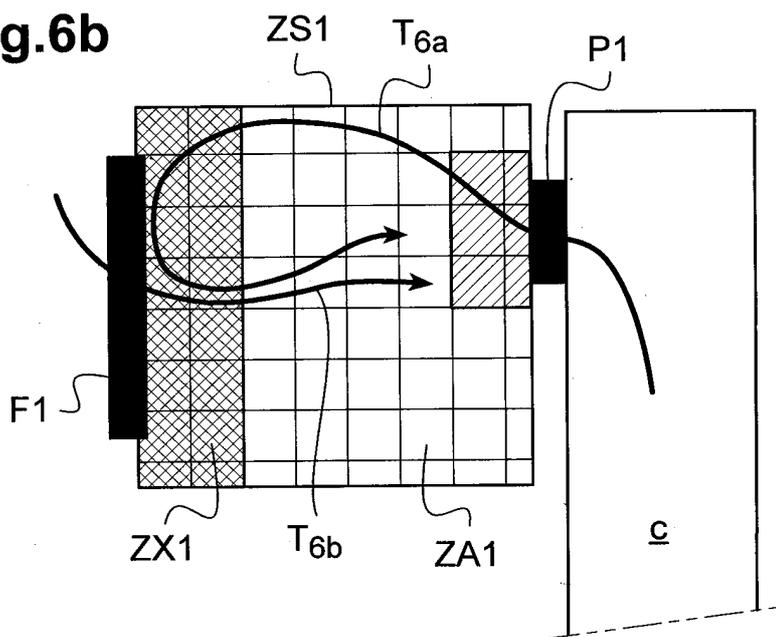


Fig.6b



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 830744  
FR 1658140

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		
A	JP 2011 102670 A (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD) 26 mai 2011 (2011-05-26) * alinéa [0029] - alinéa [0034] * * figures 2,4a,4b *	1-5	G08B13/19 G01P13/00 G06F17/10
A	US 5 101 194 A (SHEFFER ELIEZER A [US]) 31 mars 1992 (1992-03-31) * colonne 3, ligne 34 - colonne 5, ligne 55 * * colonne 7, ligne 45 - colonne 8, ligne 16 *	1-5	
A	WO 2013/179201 A1 (GUERZONI FILIPPO [IT]) 5 décembre 2013 (2013-12-05) * page 3, ligne 2 - page 4, ligne 4 * * page 9, ligne 31 - page 10, ligne 14 * * figures 1,2 *	1-5	
A	WO 2011/005074 A1 (MIMOS BERHAD [MY]; LAI WENG KIN [MY]; NG EE LEE [MY]; K ARICHANDRAN [M]) 13 janvier 2011 (2011-01-13) * page 2, ligne 5 - ligne 23 * * page 7, ligne 11 - page 9, ligne 3 * * figures 6b, 7b *	1-5	
A	US 2016/033334 A1 (ZHEVELEV BORIS [IL]) 4 février 2016 (2016-02-04) * alinéa [0023] - alinéa [0026] * * alinéa [0032] - alinéa [0034] * * figures 1a, 1b *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 mai 2017		Bourdier, Renaud	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1658140 FA 830744**

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 **05-05-2017**  
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
JP 2011102670	A	26-05-2011	AUCUN
-----			
US 5101194	A	31-03-1992	AUCUN
-----			
WO 2013179201	A1	05-12-2013	EP 2856446 A1 08-04-2015
			US 2015187191 A1 02-07-2015
			WO 2013179201 A1 05-12-2013
-----			
WO 2011005074	A1	13-01-2011	AUCUN
-----			
US 2016033334	A1	04-02-2016	GB 2542087 A 08-03-2017
			US 2016033334 A1 04-02-2016
			WO 2016016900 A1 04-02-2016
-----			