

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 925 248

21) N° d'enregistrement national : 07 08789

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 04 L 12/26 (2006.01), H 04 L 29/02

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 17.12.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.06.09 Bulletin 09/25.

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 :

71) Demandeur(s) : *ALCATEL LUCENT Société par actions simplifiée* — FR.

72) Inventeur(s) : JABAUD PHILIPPE et BURNSIDE GERARD.

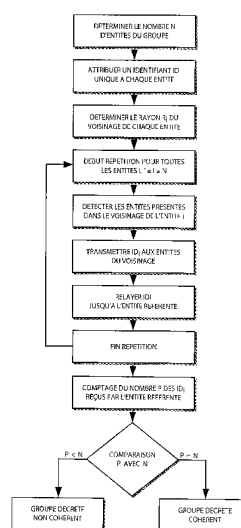
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : DEJADE & BISET.

54) PROCÉDE DE SURVEILLANCE DYNAMIQUE D'UN GROUPE D'ENTITES MOBILES.

57) Procédé de surveillance dynamique d'un groupe d'entités mobiles communicantes sans fil, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

- attribuer à chaque entité un identifiant unique;
- mémoriser au sein d'une entité référente la liste des identifiants de l'ensemble des entités du groupe;
- déterminer pour chaque entité un voisinage ayant un rayon prédéterminé;
- de manière récurrente, pour chaque entité du groupe :
  - détecter les autres entités présentes dans son voisinage;
  - transmettre aux entités détectées un message contenant au moins l'identifiant de l'entité, à relayer jusqu'à l'entité référente;
  - collecter au sein de l'entité référente les messages relayés jusqu'à elle;
  - dresser la liste des identifiants contenus dans les messages;
  - comparer cette liste à la liste mémorisée;
  - si les listes sont identiques, décréter le groupe cohérent;
  - sinon, décréter le groupe non cohérent.



FR 2 925 248 - A1



### Procédé de surveillance dynamique d'un groupe d'entités mobiles

L'invention a trait à la surveillance de groupes d'entités mobiles communicantes sans fil.

5 Il est courant qu'un groupe d'entités mobiles communicantes sans fil se constitue spontanément sous forme d'un réseau privé sans fil à dimension personnelle (WPAN : Wireless Private Area Networks), également dénommé réseau mobile ad hoc (MANet : Mobile Ad hoc Network), qui présente la particularité de ne reposer sur aucune  
10 infrastructure préexistante. Citons le cas de groupes de personnes équipées chacune d'un émetteur/récepteur radio de courte portée (et donc de faible consommation) fonctionnant par exemple suivant l'un des protocoles définis dans la norme IEEE 802.15, tel que les protocoles 802.15.1 (BlueTooth) ou 802.15.4 (ZigBee).

15 Compte tenu du caractère potentiellement évanescent de ce type de réseau, il apparaît nécessaire d'en assurer une surveillance dynamique, notamment pour en maintenir la cohésion, à défaut de quoi il peut se produire une disjonction du réseau en plusieurs sous-ensembles qui ne peuvent plus communiquer entre eux.

20 Une solution a été proposée pour remédier à cet inconvénient majeur des réseaux mobiles ad hoc. Suivant cette solution, décrite dans la demande internationale PCT n°WO 2005/009067 (Ericsson), on définit, au sein d'un groupe de terminaux mobiles, un terminal mobile comme point de référence et on définit une distance maximum à ce  
25 point, à respecter par tout terminal du groupe. On mesure la distance réelle entre chaque terminal du groupe et le point de référence, et on émet un signal d'alerte lorsque cette distance dépasse la distance maximum.

30 Cette solution n'est satisfaisante que pour certaines topologies, compactes, de groupes d'entités mobiles. Elle suppose en effet que le point de référence soit situé au centre du groupe, ce qui impose au groupe une contrainte topologique qui, pour certaines applications, n'est pas nécessairement adaptée.

35 En effet, il se peut que l'on souhaite maintenir la cohésion d'un groupe sans nécessairement que celui-ci soit centré sur un point de référence. Citons le cas d'une colonne de soldats effectuant une marche en file indienne et dont on souhaite maintenir la cohésion pour

éviter la perte d'un ou plusieurs retardataires. En prenant comme point de référence logique le soldat de plus haut grade, généralement situé en tête de colonne, il est matériellement impossible d'appliquer la solution proposée par le document Ericsson en utilisant des terminaux  
5 de faible portée (tels que Bluetooth ou ZigBee).

L'invention vise à remédier aux inconvénients précités, en proposant un procédé de surveillance dynamique de groupes d'entités communicantes sans fil permettant de veiller de manière simple et fiable à la cohésion du groupe.

10 A cet effet, l'invention propose un procédé de surveillance dynamique d'un groupe d'entités mobiles communicantes sans fil, qui comprend les opérations suivantes :

- attribuer à chaque entité un identifiant unique ;
- mémoriser au sein d'une entité référente la liste des identifiants de  
15 l'ensemble des entités du groupe ;
- déterminer pour chaque entité un voisinage ayant un rayon prédéterminé ;
- de manière récurrente, pour chaque entité du groupe :
  - détecter les autres entités présentes dans son voisinage ;
  - 20 - transmettre aux entités détectées un message contenant au moins l'identifiant de l'entité, à relayer jusqu'à l'entité référente ;
- collecter au sein de l'entité référente les messages relayés jusqu'à elle ;
- 25 - dresser la liste des identifiants contenus dans les messages ;
- comparer cette liste à la liste mémorisée ;
- si les listes sont identiques, décréter le groupe cohérent ;
- sinon, décréter le groupe non cohérent.

30 D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique illustrant un groupe cohérent d'entités communicantes sans fil ;
- la figure 2 est une vue schématique illustrant le groupe de la  
35 figure 1, rendu non cohérent par le détachement d'une entité ;

- la figure 3 est une vue schématique illustrant le groupe de la figure 1, rendu non cohérent par le détachement d'un sous-groupe d'entités ;
- la figure 4 est un diagramme illustrant différentes étapes d'un procédé conforme à l'invention.

On a représenté sur les figures 1 à 3 un groupe de N entités communicantes sans fil, tels que des émetteurs/récepteurs radio de type Bluetooth ou Zigbee, chaque entité équipant par exemple un membre d'un groupe de personnes dont on souhaite assurer une surveillance dynamique de la cohésion. Chaque entité est représentée par un point sur les figures.

A chaque entité mobile  $i$  (où  $1 \leq i \leq N$ ) est associé un identifiant unique  $ID_i$ . On suppose que chaque entité possède une certaine portée d'émission, dépendant de la puissance de son émetteur radio. Pour les besoins de la surveillance du groupe, on définit au sein de cette portée un voisinage virtuel, c'est-à-dire un cercle de rayon  $R$  prédéterminé centré sur l'entité  $i$  (comme représenté par les cercles sur les figures 1 à 3) et inclus dans la portée de celle-ci.

Les entités peuvent toutes présenter un voisinage de même rayon ( $R$  étant alors identique pour toutes les entités), ou chaque entité peut présenter un voisinage dont le rayon  $R_i$  lui est propre.

Suivant un premier mode de réalisation, illustré sur la figure 4, la surveillance du groupe d'entités mobiles est assurée de la manière suivante.

On commence par définir une entité référente, qui est en charge de la surveillance du groupe. Cette entité peut, dans un groupe de personnes, être le meneur du groupe (par exemple un adulte surveillant un groupe d'enfants).

On détermine ensuite le nombre  $N$  d'entités du groupe. Ce nombre est mémorisé dans l'entité référente. On attribue alors à chaque entité un identifiant unique  $ID_i$ , on dresse la liste des entités (c'est-à-dire la liste des identifiants), cette liste étant mémorisée dans l'entité référente, et on détermine le rayon du voisinage de chaque entité.

De manière récurrente (par exemple toutes les secondes), on effectue alors pour chaque entité  $i$  du groupe les opérations suivantes :

- détection par l'entité  $i$  des autres entités présentes dans son voisinage ;
  - transmission par l'entité  $i$ , aux entités détectées, d'un message contenant l'identifiant  $ID_i$ , à relayer jusqu'à l'entité
- 5 référente.

Les messages sont collectés par l'entité référente, laquelle dresse la liste des identifiants contenus dans l'ensemble des messages et évalue alors de manière régulière (par exemple toutes les 1,5 s) la cohésion du groupe en comparant cette liste avec la liste mémorisée.

10 Si les listes sont identiques, le groupe est décrété cohérent. Cela signifie en effet que l'ensemble des entités ont pu transmettre leur identifiant à l'entité référente, et par conséquent que l'ensemble des entités sont dans le voisinage les unes des autres. Cette situation de cohésion est illustrée sur la figure 1.

15 Si les listes sont différentes, ce qui signifie qu'au moins une entité est manquante dans la liste des identifiants collectés par rapport à la liste mémorisée, le groupe est décrété non cohérent. Cela signifie en effet qu'une entité au moins ne possède aucune entité dans son voisinage ou n'est située dans le voisinage d'aucune autre entité. Deux

20 configurations non cohérentes sont illustrées sur les dessins : une première sur la figure 2, où une entité (dont le voisinage est représenté en pointillés) est détachée du groupe, et une seconde sur la figure 3, où le groupe est scindé en deux sous-groupes disjoints (les voisinages des entités de l'un de ces deux groupes étant représentés en

25 pointillés), c'est-à-dire que les voisinages de chacun de ces sous-groupes n'incluent aucune entité de l'autre sous-groupe.

La vérification de la cohésion du groupe peut être basée plus simplement sur une comparaison entre le nombre d'identifiants collectés et le nombre d'entités du groupe, tel que mémorisé

30 initialement dans l'entité référente :

- si le nombre  $P$  d'identifiants  $ID_i$  différents collectés par l'entité référente est égal au nombre  $N$  d'entités du groupe, le groupe est alors décrété cohérent.
  - si le nombre  $P$  d'identifiants différents collectés par l'entité
- 35 référente est inférieur au nombre  $N$  d'entités du groupe, le groupe est, au contraire, décrété non cohérent.

Suivant un deuxième mode de réalisation, illustré sur la figure 5, la surveillance du groupe est assurée de la manière suivante.

On commence par définir l'entité référente, comme indiqué ci-dessus. De même que précédemment, on attribue à chaque entité un  
5 identifiant unique  $ID_i$ , on dresse la liste des entités (c'est-à-dire la liste des identifiants), cette liste étant mémorisée dans l'entité référente, et on détermine le rayon du voisinage de chaque entité.

De manière récurrente (par exemple toutes les secondes), on effectue alors pour chaque entité  $i$  du groupe les opérations suivantes :

- 10 - détection par l'entité  $i$  des autres entités présentes dans son voisinage ;
- évaluation des distances séparant l'entité et les entités détectées dans son voisinage ;
- transmission par l'entité  $i$ , aux entités détectées, d'un  
15 message à relayer jusqu'à l'entité référente et comprenant l'identifiant  $ID_i$  ainsi qu'une table contenant les identifiants des entités détectées et la distance de l'entité à celles-ci.

Les messages sont collectés par l'entité référente, laquelle évalue alors de manière régulière (par exemple toutes les 1,5 s), la cohésion  
20 du groupe de la manière suivante.

L'entité référente extrait des tables collectées les identifiants différents, et en dresse la liste. La comparaison avec la liste des identifiants mémorisés est effectuée comme indiqué précédemment, les conclusions sur la cohésion du groupe étant tirées de la même manière.

25 En d'autres termes, si aucun identifiant ne manque, l'ensemble des entités sont soit détectées, soit ont pu adresser un message à l'entité référente. Le groupe est alors décrété cohérent.

Au contraire, si des identifiants sont manquants dans l'ensemble des tables collectées, cela signifie qu'une entité s'est dissociée du  
30 groupe et, soit ne contient aucune autre entité dans son voisinage, soit n'est dans le voisinage d'aucune autre entité. Le groupe est alors décrété non cohérent.

Il est possible de paramétrer la notification d'une alerte dans l'hypothèse où le groupe serait décrété non cohérent, afin de permettre  
35 au référent (c'est-à-dire, en pratique, le porteur de l'entité référente) de prendre les mesures nécessaires pour rendre au groupe sa cohérence,

par exemple en partant à la recherche des éléments manquants du groupe et en les ramenant au sein de celui-ci. Une telle alerte, notifiée par l'entité référente, peut être sonore et/ou visuelle.

5 Si le groupe est décrété non cohérent, il est préférable de programmer une identification des entités manquantes. Cette identification peut être réalisée simplement en identifiant parmi la liste des identifiants de l'ensemble des entités du groupe, telle que mémorisées au sein de l'entité référente, les identifiants non reçus.

10 Il peut alors être prévu, afin de redonner au groupe sa cohésion, d'adresser au porteur de toute entité manquante un message, par un canal distinct de la communication effectuée au sein du réseau ad hoc formé par les entités du groupe (par exemple au moyen d'un SMS), pour lui ordonner de rejoindre le groupe. L'entité référente peut également identifier les entités précédemment présentes dans le  
15 voisinage de toute entité manquante, ou dont le voisinage comprenait précédemment toute entité manquante. Ces entités peuvent, par exemple, être alertées par l'entité référente et leurs porteurs invités à rechercher l'entité (les entités) manquante(s) pour la (les) ramener au sein du groupe.

20 Des opérations supplémentaires peuvent être prévues pour permettre une surveillance plus précise du groupe.

Ainsi, il est envisageable de définir préalablement, pour chaque entité du groupe, un minimum requis d'entités présentes dans son voisinage. Chaque entité *i* effectue alors de manière récurrente, en  
25 même temps qu'elle détecte les autres entités de son voisinage, un comptage de ces entités. Puis l'entité *i* inclut, dans son signal transmis aux entités de son voisinage à relayer jusqu'à l'entité référente, le nombre d'entités ainsi détectées.

L'entité référente dispose de la sorte, en plus du nombre d'entités  
30 effectivement présentes au sein du groupe, d'une information supplémentaire – le nombre d'entités présentes dans le voisinage de chaque entité – caractéristique de la densité du groupe. Dans l'hypothèse où la densité compte parmi les caractéristiques du groupe que l'on souhaite surveiller, il peut être utile d'alerter le référent  
35 lorsque cette densité devient inférieure à un minimum requis, ce qui témoigne de la dispersion du groupe. Une telle alerte, notifiée par

l'entité référente, peut être sonore et/ou visuelle. Divers degrés d'alerte peuvent être prévus, en fonction de la densité constatée.

Par exemple, un niveau d'alerte rouge peut être décrété si au moins une entité du groupe comprend dans son voisinage une seule entité, un niveau d'alerte orange étant décrété si au moins une entité  
5 du groupe comprend dans son voisinage deux autres entités, aucune alerte n'étant émise si toute entité comprend dans son voisinage au moins trois autres entités.

Il est, par la méthode décrite ci-dessus, possible de surveiller de  
10 manière dynamique un groupe de manière simple, sans obligation de centraliser l'envoi de notification de présence à une entité centrale.

Cette méthode permet donc une plus grande flexibilité du groupe à surveiller, qui peut adopter de nombreuses topologies différentes (par exemple une file indienne) tout en maintenant sa cohérence.

15



## REVENDEICATIONS

1. Procédé de surveillance dynamique d'un groupe d'entités mobiles communicantes sans fil, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :
- 5
- attribuer à chaque entité un identifiant unique ;
  - mémoriser au sein d'une entité référente la liste des identifiants de l'ensemble des entités du groupe ;
  - déterminer pour chaque entité un voisinage ayant un rayon

10

  - prédéterminé ;
  - de manière récurrente, pour chaque entité du groupe :
    - détecter les autres entités présentes dans son voisinage ;
    - transmettre aux entités détectées un message contenant au moins l'identifiant de l'entité, à relayer jusqu'à l'entité

15

    - référente ;
    - collecter au sein de l'entité référente les messages relayés jusqu'à elle ;
    - dresser la liste des identifiants contenus dans les messages ;
    - comparer cette liste à la liste mémorisée ;

20

    - si les listes sont identiques, décréter le groupe cohérent ;
    - sinon, décréter le groupe non cohérent.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le message transmis par chaque entité aux entités de son voisinage comprend les identifiants de ces entités.
- 25
3. Procédé selon la revendication 2, qui comprend pour chaque entité une opération d'évaluation des distances la séparant des entités de son voisinage, et dans lequel le message transmis comprend ces distances.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, qui comprend
- 30
- une opération consistant à définir, pour chaque entité, un minimum requis d'entités présentes dans son voisinage, et, pour chaque entité, une opération de comptage du nombre d'entités détectées dans son voisinage.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel, pour chaque
- 35
- entité, le message transmis contient le nombre d'entités détectées dans son voisinage.

6. Procédé selon la revendication 5, qui comprend une opération consistant, si pour au moins une entité du groupe le nombre d'entités détectées dans son voisinage est inférieur au minimum requis, une opération de notification d'une alerte.

5 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, qui comprend, si le groupe est décrété non cohérent, une opération d'identification de toute entité manquante, pour laquelle aucun identifiant n'a été relayé jusqu'à l'entité référente.

10 8. Procédé selon la revendication 7, qui comprend, si le groupe est décrété non cohérent, une opération d'identification de toute entité précédemment située dans le voisinage d'une entité manquante, ou dont le voisinage incluait précédemment une entité manquante.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, qui comprend, si le groupe est décrété non cohérent, la notification d'une alerte.

1/3

Fig.1

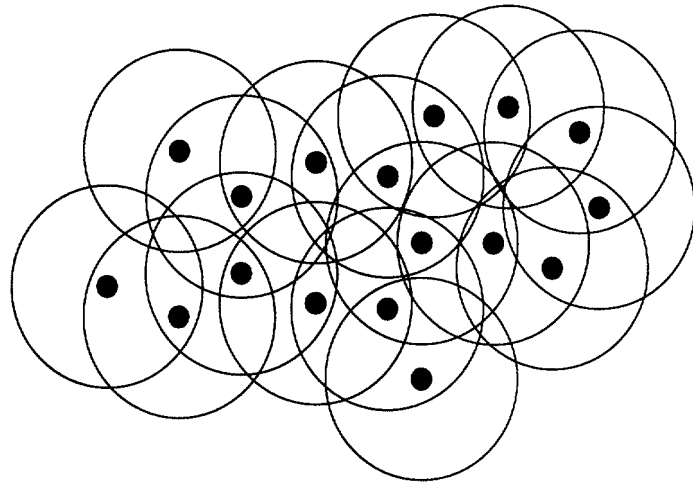


Fig.2

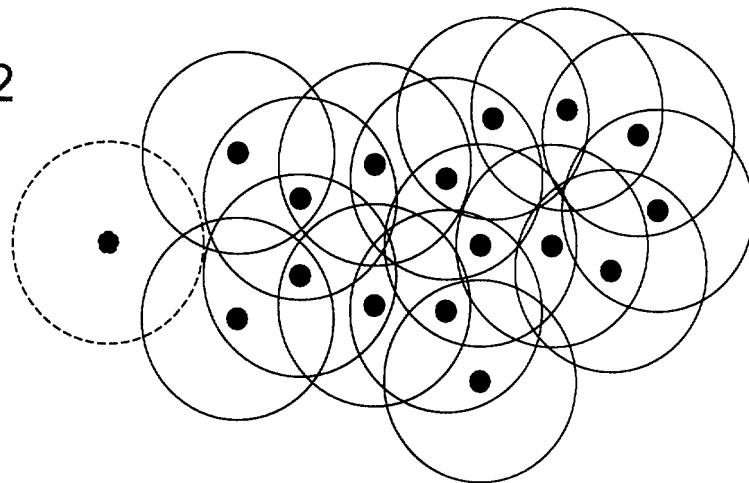
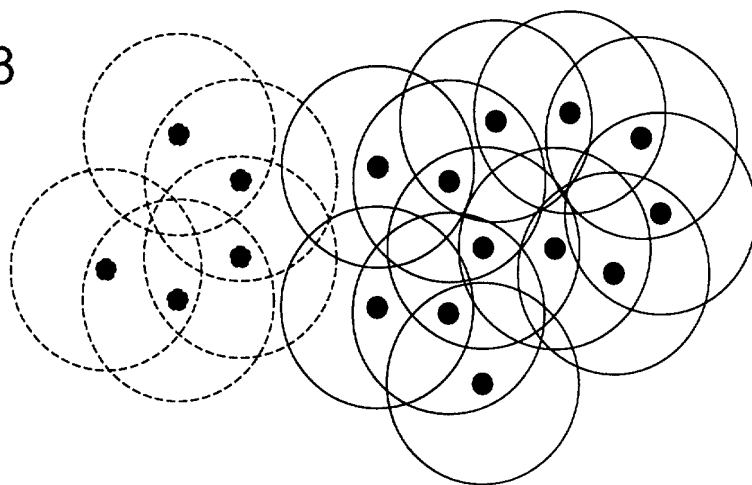
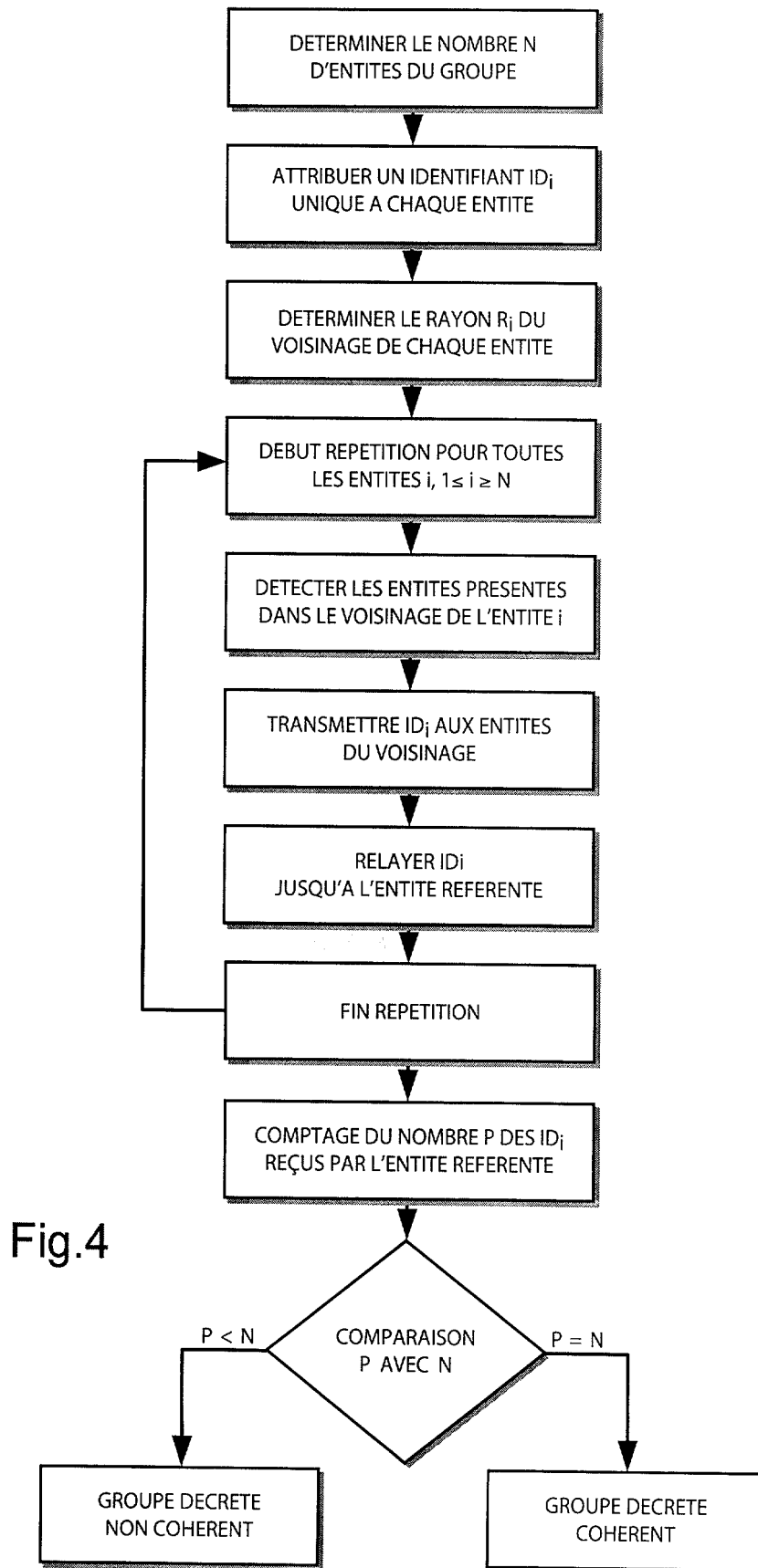


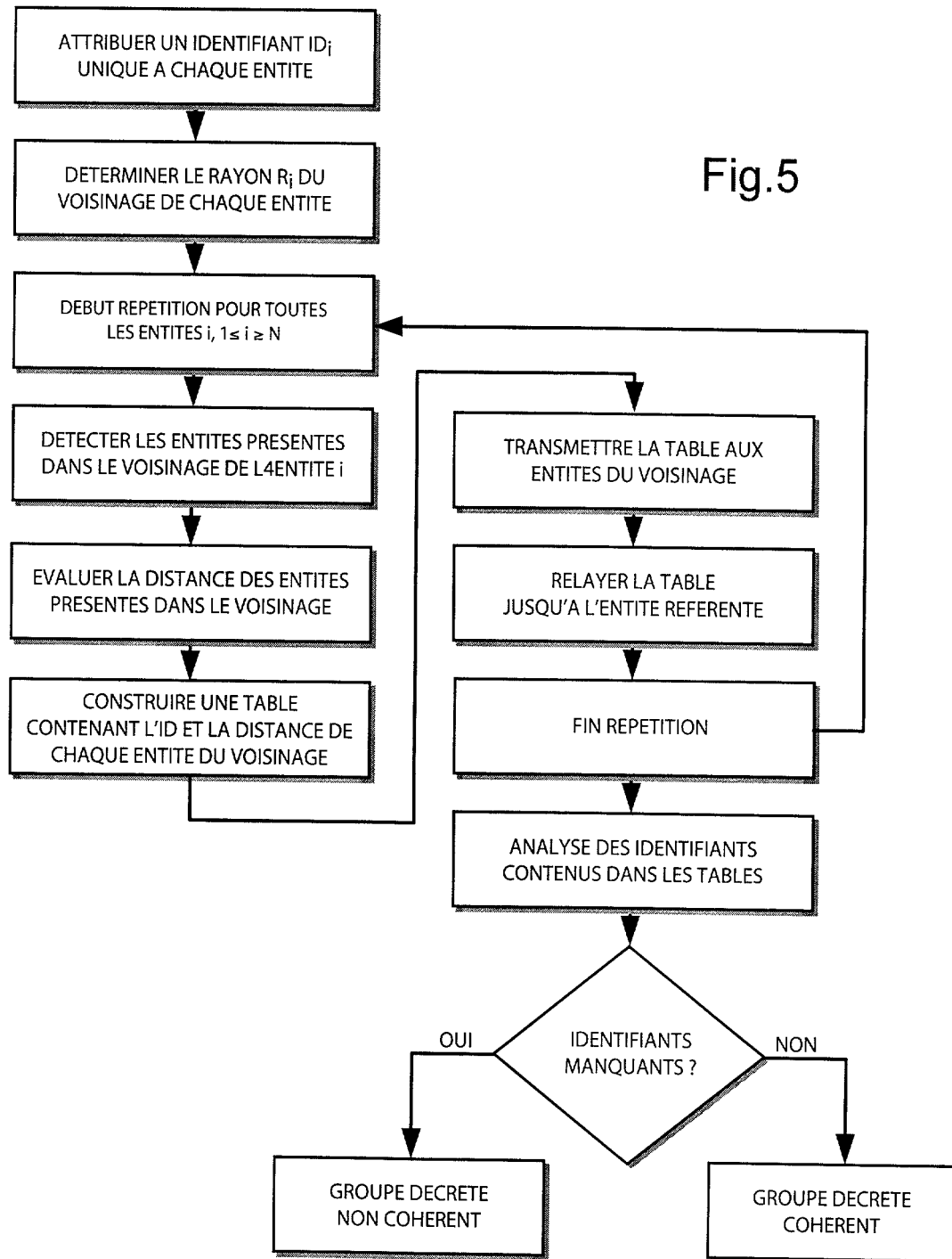
Fig.3



2/3



3/3



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 703786  
FR 0708789

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	WO 2005/009067 A (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; WU JIAN [CA]) 27 janvier 2005 (2005-01-27) * abrégé *	1-9	H04L12/26 H04L29/02
A	WO 2005/091573 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; LEITCH ADAM S [GB]; WILCOX MARTIN) 29 septembre 2005 (2005-09-29) * abrégé * * page 5, ligne 5 - page 9, ligne 10; figure 7 *	1-9	
A	FRANCOISE SAILHAN ET AL: "Wireless Mesh Network Monitoring: Design, Implementation and Experiments" GLOBECOM WORKSHOPS, 2007 IEEE, IEEE, PI, 1 novembre 2007 (2007-11-01), pages 1-6, XP031207096 ISBN: 978-1-4244-2024-7 * le document en entier *	1-9	
A	US 2007/263647 A1 (SHORTY PETER [DK] ET AL) 15 novembre 2007 (2007-11-15) * abrégé *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04L
A	US 2007/008150 A1 (HASSELL JOHN W [US]) 11 janvier 2007 (2007-01-11) * abrégé; figures 1,2 *	1-5	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 août 2008		Fantacone, Vincenzo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0708789 FA 703786**

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 **11-08-2008**

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
WO 2005009067 A	27-01-2005	CN 1571553 A	26-01-2005
WO 2005091573 A	29-09-2005	CN 101023632 A	22-08-2007
		EP 1728362 A1	06-12-2006
		JP 2007529943 T	25-10-2007
		US 2007184864 A1	09-08-2007
US 2007263647 A1	15-11-2007	AUCUN	
US 2007008150 A1	11-01-2007	AUCUN	