

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27.05.11.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.11.12 Bulletin 12/48.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MOV'N SEE — FR.

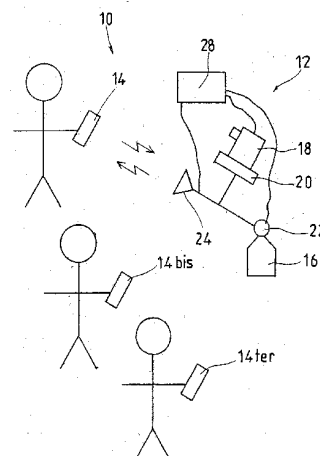
⑦② Inventeur(s) : WILLEMENOT DE NANC ERIC.

⑦③ Titulaire(s) : MOV'N SEE.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET MICHEL POUPON.

⑤④ PROCÉDE ET SYSTEME DE POURSUITE D'UNE UNITÉ MOBILE PAR UN DISPOSITIF DE POURSUITE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de poursuite d'au moins une unité mobile (14) par un dispositif de poursuite (12) comportant un moyen de poursuite (18) monté articulé sur un support (16). Le procédé comporte les étapes suivantes: (a) Réception par le dispositif de poursuite (12) d'un signal depuis l'unité mobile comportant une première information de position de l'unité mobile reçue d'un GPS, (b) Détermination d'une deuxième information de position du dispositif de poursuite (12) reçue d'un GPS, (c) Détermination d'une troisième information de direction d'arrivée du signal, (d) Détermination d'une quatrième information de la distance entre l'unité mobile (14) et le dispositif de poursuite (12), (e) Calcul de la position relative de l'unité mobile (14) par rapport au moyen de poursuite (18), à partir des première, deuxième, troisième et quatrième informations par une technique de fusion de données, (f) Orientation du moyen de poursuite (18) en direction de la position relative calculée à l'étape (e).



Procédé et système de poursuite d'une unité mobile
par un dispositif de poursuite.

5 La présente invention se rapporte aux procédés et systèmes permettant de poursuivre une unité mobile coopérative par un dispositif de poursuite, comprenant notamment une caméra.

 La présente invention s'applique notamment, mais non exclusivement, à la poursuite de cibles coopératives, tels que des sportifs en mouvement, de
10 sorte que ces derniers puissent visualiser leurs performances physiques et techniques.

 Plus particulièrement elle porte sur un procédé de poursuite d'au moins une unité mobile par un dispositif de poursuite, le dispositif de poursuite comportant au moins un moyen de poursuite, telle qu'une caméra, monté
15 articulé sur un support fixe ou mobile, aisément transportable..

 Les systèmes de suivi automatiques de sujets mobiles par des caméras sont connus dans l'art antérieur. Il est notamment connu des systèmes ayant une ligne de visée orientable automatiquement afin que celle-ci suive le sujet mobile ou encore des systèmes vidéo comportant un zoom
20 et/ou un focus réglés automatiquement en fonction des informations recueillies par le système.

 Le document US2007/0133979 décrit un tel système dans lequel des émetteurs disposés sur les objets à suivre communiquent avec un récepteur relié à la caméra et transmettent des informations permettant d'orienter
25 automatiquement la caméra sur la base de l'intensité du signal reçu par des antennes directives. Toutefois ce type d'antennes présente l'inconvénient d'être encombrantes et coûteuses pour suivre de manière précise des sujets mobiles à grande distance.

 Dans l'art antérieur, le suivi d'un sujet mobile peut aussi être réalisé
30 grâce à l'analyse automatique des images afin d'ajuster l'orientation de la caméra. Le suivi peut aussi être réalisé grâce à la disposition d'émetteurs infrarouges situés sur le sujet, ou encore de détecteurs de présence situés dans le sol. Ces trois méthodes peuvent être combinées pour donner au

5 système les informations nécessaires pour orienter la ligne de visée de la caméra et éventuellement le réglage de son zoom. Toutefois ces solutions sont onéreuses, relativement complexes à mettre en œuvre, et ont une portée faible, rendant impossible le suivi à grande distance d'un sujet peu reconnaissable à l'image.

10 Dans les clubs de sport ayant peu de moyens financiers, et ne pouvant pas investir dans les solutions techniques existantes complexes et trop coûteuses, l'enregistrement des performances des sportifs est réalisé soit en laissant la caméra à poste fixe sans possibilité ni d'arrêter de filmer ni d'orienter et de zoomer pour observer correctement le sportif sur un parcours entier, soit en le filmant avec l'aide d'une personne qui doit manipuler la caméra. Toutefois, en pratique, un moniteur ne peut à la fois filmer les sportifs et veiller à la sécurité et à l'enseignement. Il est alors nécessaire de faire appel à une tierce personne ce qui représente un coût supplémentaire qui est
15 rarement accessible pour un club de sport. De plus l'intervention d'une personne supplémentaire filmant les sportifs, entraîne des choix de poursuite différents de ceux que le moniteur aurait pu souhaiter.

20 Le but de la présente invention est de pallier ces inconvénients et de proposer un procédé et un système permettant de suivre un sujet mobile en intérieur ou en extérieur, à petite ou grande distance, de manière robuste, performante et peu coûteuse et qui soit notamment adapté à des applications d'enseignements de sport.

A cet effet le procédé de poursuite est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

25 (a) Réception par le dispositif de poursuite d'un signal émis par l'unité mobile et comportant une première information de position de l'unité mobile déterminée à partir d'informations reçues d'un système de positionnement par satellite, (b) détermination d'une deuxième information de position du dispositif de poursuite à partir d'informations reçues d'un système de positionnement
30 par satellite, (c) détermination d'une troisième information de direction d'arrivée du signal reçu de l'unité mobile, (d) détermination d'une quatrième information de la distance entre l'unité mobile et le dispositif de poursuite, (e) calcul de la position relative de l'unité mobile par rapport au moyen de

poursuite, à partir des première, deuxième, troisième et quatrième informations par une technique de fusion de données, (f) orientation du moyen de poursuite en direction de la position relative calculée à l'étape (e).

Grâce à ces dispositions les informations concernant la position de l'unité mobile à poursuivre sont optimisées et précises à courtes comme à 5 longues distances, et obtenues par un système robuste, sans nécessiter l'utilisation d'un matériel coûteux et/ou encombrant comme cela est le cas pour les solutions de l'art antérieur.

Selon d'autres caractéristiques :

- 10 - le calcul de la position relative de l'unité mobile prend en compte un modèle de comportement de l'unité mobile ;
- au moins l'une parmi la première, la deuxième, la troisième et la quatrième informations comportent en outre des estimations d'erreur associées ;
- la troisième information relative à la direction d'arrivée est calculée à partir 15 de l'estimation de l'angle d'arrivée dans un premier plan ;
- la troisième information relative à la direction d'arrivée est en outre calculé à partir de la l'estimation de l'angle d'arrivée dans un deuxième plan perpendiculaire au premier plan ;
- la troisième information relative à la direction d'arrivée est en outre calculée 20 sur la base de l'angle estimé à partir des pressions atmosphériques mesurées sur le dispositif de poursuite et sur l'unité mobile ;
- le dispositif de poursuite comprenant un moyen de poursuite comportant des moyens de réglage de la prise de vue du moyen de poursuite, tels qu'un zoom et/ou un focus ou bien un angle d'ouverture, caractérisé en ce que le procédé 25 comprend en outre une étape de commande des moyens de réglage en fonction de la distance de l'unité mobile par rapport au moyen de poursuite ;
- le dispositif de poursuite comprenant un moyen de poursuite comportant des moyens de réglage de la prise de vue du moyen de poursuite, et le procédé comporte une étape de commande des moyens de réglage en fonction de 30 l'incertitude de la position relative de l'unité mobile par rapport au moyen de poursuite ;
- le procédé comporte préalablement à l'étape (a) de réception du signal, la réception par le dispositif de poursuite d'un appel de suivi de l'unité mobile,

puis préalablement et/ou pendant le déroulement des étapes (a) à (f), émission d'un signal de suivi attestant du suivi de ladite unité mobile depuis le dispositif de poursuite ;

5 - le procédé comporte préalablement à l'étape (a) de réception du signal, la réception d'un signal émis depuis l'une des unités mobiles indiquant l'unité mobile à poursuivre, puis préalablement et/ou pendant le déroulement des étapes (a) à (f), envoi d'un signal de suivi attestant du suivi de ladite unité mobile à suivre depuis le dispositif de poursuite ;

10 - le procédé comporte une étape préalable de calibration du dispositif de poursuite de sorte à connaître l'orientation d'un repère propre du support et/ou du moyen de poursuite dans le trièdre géographique local ;

15 - l'étape de calibration consiste à déterminer l'orientation d'un repère propre au support ou au moyen de poursuite, par l'intermédiaire d'accéléromètres ou d'inclinomètres disposés sur le support ou la plateforme et déterminant la verticale locale, et d'une boussole qui détermine le nord ;

 - si la première information et la deuxième informations sont non définissables, le calcul de la position relative de l'unité mobile par rapport au moyen de poursuite est réalisé à partir des troisième et quatrième informations ;

20 L'invention porte aussi sur un système de poursuite pour la mise en œuvre du procédé de poursuite d'une unité mobile décrit précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de poursuite comportant au moins un moyen de poursuite monté articulé sur un support fixe, un système de positionnement par satellite et au moins un ensemble d'antennes sensible
25 à la direction, le système de poursuite comportant en outre un système de positionnement par satellite disposé sur l'unité mobile, un émetteur et un récepteur disposés sur l'unité mobile et adaptés à transmettre et à recevoir un signal avec le dispositif de poursuite.

30 Selon d'autres caractéristiques, le moyen de poursuite est une caméra montée solidaire sur une plateforme articulée sur le support.

 Selon d'autres caractéristiques le système de poursuite comporte au moins un capteur de pression fixé sur l'unité mobile et des moyens permettant de déterminer la pression du dispositif de poursuite de sorte à en déduire une

différence d'altitude.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit réalisée sur la base des dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 représente schématiquement un ensemble d'unités mobiles 14 dont l'une est suivie par le dispositif de poursuite selon l'invention,
- la figure 2 est une représentation schématique d'un mode de réalisation du procédé ;
- la figure 3 illustre une représentation schématique des éléments constituant
- 10 une unité mobile 14 ;

Dans la description qui suit, les termes « horizontal, vertical, haut, bas » seront utilisés selon leur sens habituel dans le référentiel terrestre.

L'enseignement de certains sports bénéficie de la vidéo lorsque celle-ci peut être utilisée facilement et à des coûts abordables. Les sports collectifs, par exemple le football, le volley... utilisent la vidéo pour l'analyse de leur jeu et celui des adversaires. Un sport comme le parachutisme intègre complètement la vidéo au sport l'utilisant pour l'analyse des performances dès le niveau débutant. L'enregistrement des sportifs pendant leurs entraînements ou leurs compétitions présente donc un réel intérêt, sous réserve que cet enregistrement puisse être réalisé simplement et à un coût acceptable, ce qui n'est pas le cas dans tous les sports. Dans certains sports il s'agit par exemple d'éviter qu'il ne faille une tierce personne dédiée à cette fonction.. La présente invention propose une solution présentant les avantages décrits précédemment, son application au sport n'est qu'un exemple.

25 Plus particulièrement l'invention concerne un système de poursuite 10 constitué notamment d'un dispositif de poursuite 12 adapté à suivre une unité mobile 14 tel qu'un sportif. Le dispositif de poursuite 12 comprend un support 16, tel qu'un trépied, sur lequel est articulé un moyen de poursuite 18, telle qu'une caméra. La caméra 18 est reliée au support 16 par l'intermédiaire d'une plateforme 20 sur laquelle elle est montée solidaire. La plateforme 20 est articulée sur le support 16 et s'étend dans un premier plan. Un ensemble de servomoteurs 22 permettent de déplacer la plateforme 20 par rapport au support 16. Les servomoteurs 22 permettent un déplacement de la plateforme

20 en rotation autour d'un axe vertical de sorte que la caméra 18 puisse être déplacée selon un mouvement basculant horizontal (PAN) et un déplacement en rotation autour d'un axe horizontal de sorte que la caméra 18 puisse être déplacée selon un mouvement basculant vertical (TILT). La plateforme 20
5 asservie permet d'atteindre un ensemble de positions angulaires permettant le suivi des unités mobiles 14.

Le dispositif de poursuite 12 est en outre équipé d'un moyen 24 d'émission et de réception d'un signal du type radio ou ultrasonore. Ces moyens sont notamment constitués d'un ensemble d'antennes 24 sensible à
10 la direction, par exemple du type antennes de Adcock, qui dans un mode de réalisation particulier est montée sur la caméra 18 ou bien sur la plateforme 20, de manière à ce que la direction d'arrivée de signaux de la part de l'unité mobile 14 soit toujours vue sous le même angle, réduisant ainsi les erreurs comme il est connu dans un asservissement au zéro. Selon un autre mode de
15 réalisation l'ensemble d'antennes est monté sur le support fixe 16 de manière à ce que l'environnement extérieur au système soit vu sous des angles constants afin de limiter les perturbations des mesures. Le dispositif est en outre muni d'un système de positionnement par satellite 26, tel qu'un GPS. Le dispositif de poursuite 12 comporte en outre une unité de traitement 28 qui est
20 reliée à l'ensemble d'antennes 24. L'unité de traitement 28 traite les informations relatives au signal reçu par l'ensemble d'antennes 24 et l'information de position du dispositif de poursuite 12 issue du système de positionnement par satellite, ainsi que les commandes aux servomoteurs 22, et éventuellement tout type d'interface avec le moyen de poursuite 18 , ainsi
25 que tout type d'interface avec l'utilisateur.

Le système de poursuite comprend aussi un ensemble émetteur 30a - récepteur 30b disposé sur l'unité mobile 14. Selon une variante de réalisation préférée, le système comporte plusieurs ensembles émetteur 30a – récepteur 30b, chaque ensemble étant disposé sur une unité mobile 14 à poursuivre.
30 Chaque unité mobile 14 est en outre munie d'un système 32 de positionnement par satellite, tel qu'un GPS. Les ensembles émetteur 30a – récepteur 30b sont adaptés à communiquer avec le dispositif de poursuite 12 et à transmettre un signal contenant au moins un identifiant spécifique à

chaque unité mobile et une première information de position de l'unité mobile 14.

Les données de position du dispositif de poursuite 12 et les données de position de l'unité mobile 14 présentent des erreurs dues notamment aux incertitudes de calculs ou encore aux tolérances de mesures des appareils. Par exemple les informations de position recueillies d'une position GPS comporte les données de position et un coefficient d'affaiblissement de la précision permettant de savoir si une position GPS évaluée est fiable ou non. Le procédé de la présente invention prend en compte ces erreurs, et la position de l'unité mobile 14 et la position du dispositif de poursuite 12 seront respectivement déterminées par une première et une deuxième informations de position comprenant les données de la position issues du système de positionnement par satellite et les estimations d'erreurs associées.

Le fonctionnement du système de poursuite 10 d'une unité mobile 14 par le dispositif de poursuite 12 sera décrit ci-après, sur la base de la figure 2.

Dans un premier temps, il est réalisé une étape de calibration du système de sorte à connaître la position du support dans le trièdre géographique local. A cet effet, dans un mode de réalisation privilégié, le système de poursuite 10 selon l'invention comporte en outre une boussole 34 et deux inclinomètres ou accéléromètres assurant des mesures perpendiculaires 36 situés sur le support 16. Grâce à ces dispositions, il est possible de déterminer facilement la position du support 16 dans le trièdre géographique local, repéré par les trois axes nord, est et vertical, puis d'en déduire, à partir de la connaissance de l'état des servo-moteurs, l'orientation initiale du moyen de poursuite 18 afin de pouvoir déterminer dans quel sens et jusqu'où tourner pour viser l'unité mobile 14.

Les informations issues de la boussole 34 et des inclinomètres 36 sont prises en compte lorsque le dispositif de poursuite 12 est posé sur le sol et préalablement à tout suivi d'une unité mobile 14. L'étape de calibration consiste à déterminer l'orientation d'un repère propre au support (16) ou au moyen de poursuite (18), par l'intermédiaire d'accéléromètres ou d'inclinomètres disposés sur le support ou le moyen de poursuite (18) et déterminant la verticale locale, et d'une boussole qui détermine le nord. L'ajout

d'une boussole 34 et d'inclinomètres ou accéléromètres 36 sur le système est peu coûteux, simple et fiable, et autorise la portabilité du système en différents endroits sans contraindre l'utilisateur à des manipulations complexes pour recalibrer le système.

5 Après l'étape de calibration, le procédé de poursuite consiste à acquérir, de façon synchronisée ou non, de façon successive ou non, différentes informations et à les fusionner pour obtenir à tout moment une estimation de la direction et de la distance de l'unité mobile à suivre, et donc des différentes commandes de poursuite:

10 - L'émetteur 30a disposé sur l'unité mobile 14 émet un signal plusieurs fois par seconde, par exemple entre 1 et 1000 fois par seconde. L'émission du signal peut être réalisée régulièrement de manière automatique, ou bien peut être réalisée en réponse à un signal d'interrogation, tel qu'un appel du dispositif de poursuite 12. A intervalles réguliers, par exemple 1 à 100 fois par
15 seconde, le signal comprend les codes d'identification de l'unité mobile 14 et la première information de position de l'unité mobile 14 en temps réel. De plus le signal peut comporter un code d'identification du système de poursuite 10, de sorte que plusieurs systèmes puissent fonctionner dans une même zone sans interférences.

20 - Le dispositif de poursuite 12 détermine la deuxième information de position par l'intermédiaire des données issues du système de positionnement par satellite 26. Selon une variante de réalisation, la deuxième information de position peut avoir été entrée manuellement par une interface utilisateur, ou bien la position peut être issue d'un élément externe muni d'un récepteur GPS
25 et ayant été disposé à proximité immédiate du dispositif de poursuite 12 et adapté à communiquer avec lui.

 Lorsque le signal est reçu par l'ensemble d'antennes 24, il est alors analysé par l'unité de traitement 28. Si l'unité de traitement 28 détecte la présence du code d'identification du système et le cas échéant celui de l'unité
30 mobile à suivre dans le signal, alors le signal est pris en compte dans l'actualisation des estimations, et les première et deuxième informations de la position GPS sont alors traitées par l'unité de traitement 28. Dans un mode de réalisation, les premières informations de position de l'unité mobile 14 sont

utilisées pour calculer, avec les deuxièmes informations de la position du dispositif de poursuite 12, une première valeur de direction d'arrivée a_1 , b_1 et une première valeur de distance D_1 entre le dispositif de poursuite 12 et l'unité mobile 14.

5 Par ailleurs, l'ensemble d'antennes 24 relié au moyen de poursuite 18 est sensible à la direction d'arrivée du signal émis par l'unité mobile 14. Lorsque le signal est reçu par l'ensemble d'antennes 24, et son identification validée, l'unité de traitement 28 estime au moins un premier angle d'arrivée du signal en provenance de l'unité mobile 14, dans le premier plan de sorte à en
10 déduire une deuxième valeur de direction a_2 . Une troisième information comportant la deuxième direction d'arrivée et les estimations d'erreur associées est alors déterminée.

Selon un mode de réalisation préféré, le système comporte deux ensembles d'antennes sensibles à la direction et la deuxième valeur de
15 direction est définie par un couple d'angles. Les angles peuvent être déterminés respectivement par rapport au premier plan dans lequel s'étend la plateforme 20 et par rapport à un deuxième plan perpendiculaire au premier plan.

Selon une autre variante de l'invention, le système de poursuite 10
20 comporte un capteur de pression 42 fixé sur le dispositif de poursuite 12 et un capteur de pression 44 fixé sur l'unité mobile, de sorte qu'une différence d'altitude DZ_2 puisse être calculée, et qu'un angle de direction b puisse en être déduit par l'unité de traitement par combinaison avec les informations de distance, déduite à partir des informations de position, par la relation angle $b =$
25 $\text{atan}(DZ_2/\text{distance})$

L'unité de traitement 28 comporte aussi des moyens lui permettant d'estimer une seconde valeur de distance D_2 du sujet mobile par rapport à la caméra 18 sur la base de l'intensité du signal reçu du sujet mobile. Selon une variante, la seconde valeur de distance D_2 peut être estimée sur la base du
30 temps de parcours aller-retour d'un signal aller-retour entre le dispositif de poursuite 12 et le sujet mobile. Une quatrième information comportant la deuxième valeur de distance D_2 de l'unité mobile 14 par rapport au dispositif de poursuite 12 et des estimations d'erreurs associées à son calcul est alors

établie.

L'unité de traitement 28 comporte des moyens de calcul adaptés à calculer à partir des première, deuxième, troisième et quatrième informations déterminées précédemment, la position relative D, a, b de l'unité mobile. A cet effet le calcul est réalisé par une technique de fusion de données. Ces techniques permettent de mélanger les informations provenant de sources différentes afin d'obtenir une estimation et plus particulièrement consiste à intégrer des informations multiples dans le but de réduire l'incertitude sur l'information résultante, comme indiqué dans l'article intitulé « la fusion de données, du capteur au raisonnement » publié dans la revue « Traitement du signal 1994 – volume 11 – n°6 »

A cet effet, le calcul utilisant la technique de fusion prend en compte la fiabilité des données utilisées et les degrés d'incertitude de l'information entrante. La fusion repose sur une combinaison des éléments d'information pondérée par leurs incertitudes respectives. La fusion des données est un processus permettant de combiner au mieux, à partir des méthodes de calcul existantes et connues, un ensemble de données multisources pour une information résultante de meilleure qualité.

A titre d'exemple simple, si les incertitudes de mesure sur a1, a2, b1, b2, D1 et D2 sont exprimées sous forme d'écarts types respectifs σ_{a1} , σ_{a2} , σ_{b1} , σ_{b2} , σ_{D1} , σ_{D2} , les estimations de a, b, et D peuvent être obtenues ainsi :

$$D = \sigma_{D2}^2 / (\sigma_{D1}^2 + \sigma_{D2}^2) * D1 + \sigma_{D1}^2 / (\sigma_{D1}^2 + \sigma_{D2}^2) * D2 ;$$

$$a = \sigma_{a2}^2 / (\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a2}^2) * a1 + \sigma_{a1}^2 / (\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a2}^2) * a2 ;$$

$$b = \sigma_{b2}^2 / (\sigma_{b1}^2 + \sigma_{b2}^2) * b1 + \sigma_{b1}^2 / (\sigma_{b1}^2 + \sigma_{b2}^2) * b2.$$

Par exemple, lorsque le sujet mobile est situé à grande distance du dispositif de poursuite 12, par exemple à plus de 50 mètres de distance, les premières valeurs de direction a1, b1 et de distance D1 issues du système de positionnement par satellite seront privilégiées, car l'erreur de positionnement par satellite est indépendante de la distance. En revanche, à courte distance, c'est-à-dire pour des distances inférieures à 50m, les deuxièmes valeurs de distance D2 et de direction a2, b2 seront privilégiées, par exemple affectées d'un facteur de pondération plus important. Le coefficient de pondération est défini sur la base des estimations d'erreur et de la deuxième valeur de la

distance.

Ainsi lorsque la première et la deuxième informations sont définissables, l'unité de traitement 28 profite de la redondance entre les données issues des première et deuxième informations et des données issues des troisième et quatrième informations afin d'optimiser le calcul de la position relative D, a, b de l'unité mobile 14, malgré les erreurs propres à chaque type de calcul ou de mesure.

L'utilisation de données issues du système de positionnement par satellite et celles issues de l'ensemble d'antennes 24 sensibles a pour but principal d'améliorer la précision de pointage. En effet l'ensemble d'antennes 24 directives renseignent le système sur son orientation par rapport à l'unité mobile mais sont susceptibles d'avoir des erreurs de plusieurs degrés. A cent mètre de distance une erreur de 10° sur la ligne de visée conduit à un écart de 17 mètres environ entre l'unité mobile visée et le point effectivement au centre de l'image vidéo. A 500mètres, cela devient 87 mètres environ. En conséquence, à grande distance l'information issue des données de location par satellite est beaucoup plus pertinente que celles issue des antennes 24.

Les moyens de calcul de l'unité de traitement 28 utilisent des techniques de traitement du signal connues qui permettent de profiter de la redondance des informations relatives à la direction et à la distance pour faire mieux qu'avec chacune des sources d'informations prises séparément.

Lorsque le système est utilisé à l'intérieur d'une salle, par exemple dans une piscine, pour suivre et filmer des nageurs, les premières valeurs de direction a1, b1 et de distance D1 issues des systèmes de positionnement par satellite ne sont pas définissables. Dans ce cas seules les troisième et quatrième informations sont utilisées pour déterminer la position relative D, a, b de l'unité mobile 14.

Selon une variante de l'invention, le calcul de la position relative de l'unité mobile par rapport au moyen de poursuite prend en compte un modèle de comportement de l'unité mobile, par exemple vitesse et accélération sont bornées. La prise en compte de ce modèle, comme des autres informations, se fait par exemple par filtrage de Kalman, de sorte à améliorer la précision du calcul de la position de l'unité mobile.

La position relative de l'unité mobile 14 est exprimée par rapport à la position et à l'orientation de la caméra 18. Elle est alors utilisée pour déterminer les commandes des servomoteurs 22 de sorte à commander le déplacement de la plateforme 20 en vue d'orienter la caméra 18 vers l'unité
5 mobile 14 en déplacement.

La caméra 18 comporte des moyens de réglage de la prise de vue, tels qu'un zoom et/ou un focus ou bien un angle d'ouverture. Selon une variante de réalisation, la position relative est utilisée pour commander les moyens de réglage en fonction de la distance de l'unité mobile 14 par rapport au moyen
10 de poursuite 18. Il peut être aussi prévu que le procédé selon l'invention comprenne en outre une étape de commande des moyens de réglage en fonction de l'incertitude de la position relative de l'unité mobile par rapport au moyen de poursuite, de sorte à modifier le champ optique du moyen de poursuite en fonction de l'incertitude. Par exemple, cette commande permet
15 d'élargir le champ lorsque l'incertitude de la position relative est grande et réduire le champ lorsque l'incertitude de la position relative est relativement petite.

L'invention décrite précédemment a été illustrée sur la base d'un système de poursuite comprenant un dispositif de poursuite 12 et une unité
20 mobile 14. L'invention fonctionne de manière analogue avec plusieurs unités mobiles 14. Dans ce cas, il est alors nécessaire de gérer les échanges entre le dispositif de poursuite 12 et la multitude d'unités mobiles 14. La suite de la description décrit de manière non exhaustive quelques exemples de gestion d'échanges entre le dispositif de poursuite 12 et les unités mobiles 14. Le
25 procédé de poursuite n'est nullement limité aux exemples décrits ci-dessous.

Selon un premier mode de réalisation, le système comporte une unité mobile 14 principale et des unités mobiles 14 secondaires.

Selon une première variante l'unité mobile 14 principale comporte un moyen de désignation adapté à envoyer un signal au dispositif de poursuite
30 12 pour désigner l'unité mobile 14 à suivre. Cette désignation peut être activée par une fonction de télécommande, par exemple en pressant un bouton 38. Les unités mobiles 14 secondaires n'ont pas cette fonctionnalité. L'unité mobile 14 principale peut se désigner elle-même pour être suivie.

Lorsque le dispositif reçoit un tel signal de désignation, il émet un signal de suivi de sorte à informer l'unité mobile à suivre et l'unité mobile principale et, le cas échéant, de sorte que l'émetteur 30a puisse émettre le signal comportant les informations nécessaires à la mise en œuvre du procédé de poursuite
5 décrit dans la première partie de la description.

Selon une deuxième variante de l'invention, l'unité mobile 14 principale envoie un signal au dispositif de poursuite 12, indiquant que ce dernier doit répondre automatiquement aux appels des unités mobiles 14 secondaires. Ainsi lorsque l'émetteur 30a d'une des unités mobiles 14 envoie un appel de
10 suivi, le dispositif de poursuite 12 recevant le signal transmet, en réponse, un signal de suivi vers ladite unité mobile 14 appelante, et le procédé de poursuite décrit dans la première partie de la description est appliqué à ladite unité mobile 14.

Les unités mobiles 14 communiquent avec le dispositif de poursuite 12
15 par des techniques de communication connues de l'homme du métier, notamment par lien radio ou ultrasonore. L'appel de suivi depuis une unité mobile 14 secondaire peut être activé par pression d'un bouton 38 ou par commande vocale, ou tout autre moyen.

Selon une variante de réalisation, le suivi de l'unité mobile 14
20 appelante est réalisé pendant un intervalle de temps déterminé, par exemple 1 minute. Pendant cet intervalle de temps, les appels de suivi éventuels des autres unités mobiles 14 secondaires sont enregistrés sans aucune action particulière. A l'issue de la période de suivi d'une unité mobile 14 appelante, le dispositif de poursuite 12 est commandé de sorte à surveiller une autre unité
25 mobile, de préférence celle indiquée par le dernier appel de suivi reçu.

Il peut être aussi prévu, qu'en l'absence d'autre appel de suivi, l'unité mobile 14 est suivie au-delà de l'intervalle de temps déterminé.

De préférence, les unités mobiles 14 ont connaissance de l'information relative à leur suivi, par exemple par l'allumage ou l'extinction d'une Del 40
30 disposée sur l'unité mobile 14. L'unité principale peut en outre avoir connaissance de l'unité mobile 14 suivie.

L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisations et variantes de réalisation décrites précédemment qui n'ont été données qu'à

titre d'exemple. Elle peut notamment s'appliquer à la prise de photo avec des appareils photo, à des systèmes d'éclairage devant poursuivre une cible mobile sur une scène de théâtre.

Revendications

1. Procédé de poursuite d'au moins une unité mobile (14) par un dispositif de poursuite (12), le dispositif de poursuite (12) comportant au moins un moyen
5 de poursuite (18) monté articulé sur un support (16) fixe, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :
- (a) Réception par le dispositif de poursuite (12) d'un signal émis par la ou les unités mobiles et comportant une première information de position de la ou les unités mobiles déterminée à partir d'informations
10 reçues d'un système de positionnement par satellite,
 - (b) Détermination d'une deuxième information de position du dispositif de poursuite (12) à partir d'informations reçues d'un système de positionnement par satellite,
 - (c) Détermination d'une troisième information de direction d'arrivée du
15 signal reçu de la ou les unités mobiles (14),
 - (d) Détermination d'une quatrième information de la distance entre la ou les unités mobiles (14) et le dispositif de poursuite (12),
 - (e) Calcul de la position relative de la ou les unités mobiles (14) par rapport au moyen de poursuite (18), à partir des première, deuxième,
20 troisième et quatrième informations par une technique de fusion de données
 - (f) Orientation du moyen de poursuite (18) en direction de la position relative calculée à l'étape (e).
- 25 2. Procédé de poursuite selon la revendication précédente, dans lequel le calcul de la position relative de la ou les unités mobiles prend en compte un modèle de comportement de la ou les unités mobiles.
- 30 3. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une parmi la première, la deuxième, la troisième et la quatrième informations comportent en outre des estimations d'erreur associées.

4. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la troisième information relative à la direction d'arrivée est calculée à partir de l'estimation de l'angle d'arrivée dans un premier plan.
- 5 5. Procédé de poursuite selon la revendication précédente, dans lequel la troisième information relative à la direction d'arrivée est en outre calculée à partir de la l'estimation de l'angle d'arrivée dans un deuxième plan perpendiculaire au premier plan.
- 10 6. Procédé de poursuite selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel la troisième information relative à la direction d'arrivée est en outre calculée sur la base de l'angle estimé à partir des pressions atmosphériques mesurées sur le dispositif de poursuite (12) et sur la ou les unités mobiles (14).
- 15 7. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, le dispositif de poursuite (12) comprenant un moyen de poursuite (18) comportant des moyens de réglage de la prise de vue du moyen de poursuite (18), tels qu'un zoom et/ou un focus ou bien un angle d'ouverture, caractérisé en ce que le procédé comprend en outre une étape de commande des
20 moyens de réglage en fonction de la distance de la ou les unités mobiles (14) par rapport au moyen de poursuite (18).
8. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, le dispositif de poursuite (12) comprenant un moyen de poursuite (18)
25 comportant des moyens de réglage de la prise de vue du moyen de poursuite (18), caractérisé en ce qu'il comporte une étape de commande des moyens de réglage en fonction de l'incertitude de la position relative de la ou les unités mobiles (14) par rapport au moyen de poursuite (18).
- 30 9. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte préalablement à l'étape (a) de réception du signal, la réception par le dispositif de poursuite d'un appel de suivi de la ou les unités mobiles (14), puis préalablement et/ou pendant le déroulement des

étapes (a) à (f), émission d'un signal de suivi attestant du suivi de ladite unité mobile depuis le dispositif de poursuite (12).

5 10. Procédé de poursuite selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux unités mobiles (14) et en ce que préalablement à l'étape (a) de réception du signal, la réception d'un signal émis depuis l'une des unités mobiles indiquant l'unité mobile (14) à poursuivre, puis préalablement et/ou pendant le déroulement des étapes (a) à (f), envoi d'un signal de suivi attestant du suivi de ladite unité mobile à suivre
10 depuis le dispositif de poursuite (12).

11. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une étape préalable de calibration du dispositif de poursuite (12) de sorte à connaître l'orientation d'un repère propre
15 au support (16) et/ou au moyen de poursuite (18) dans le trièdre géographique local.

12. Procédé de poursuite selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de calibration consiste à déterminer l'orientation d'un repère propre au
20 support (16) ou au moyen de poursuite (18), par l'intermédiaire d'accéléromètres ou d'inclinomètres disposés sur le support (16) ou la plateforme (20) et déterminant la verticale locale, et d'une boussole qui détermine le nord.

25 13. Procédé de poursuite selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, si la première information et la deuxième information sont non définissables, le calcul de la position relative de la ou les unités mobiles (14) par rapport au moyen de poursuite est réalisé à partir des troisième et quatrième informations.

30

14. Système de poursuite pour la mise en œuvre du procédé de poursuite d'une unité mobile (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de poursuite (12) comportant au

moins un moyen de poursuite (18) monté articulé sur un support (16) fixe, un système de positionnement par satellite (26) et au moins un ensemble d'antennes (24) sensible à la direction, le système de poursuite (10) comportant en outre un système de positionnement par satellite disposé sur la
5 ou les unités mobiles (14), un émetteur (30a) et un récepteur disposés sur la ou les unités mobiles (14) et adaptés à transmettre et à recevoir un signal avec le dispositif de poursuite (12).

15. Système de poursuite (10) selon la revendication précédente, dans lequel
10 le moyen de poursuite (18) est une caméra montée solidaire sur une plateforme (20) articulée sur le support (16).

16. Système de poursuite (10) selon l'une des revendications 14 et 15, comportant au moins un capteur de pression fixé sur la ou les unités mobiles
15 et des moyens permettant de déterminer la pression du dispositif de poursuite de sorte à en déduire une différence d'altitude DZ2.

1/2

FIG. 1

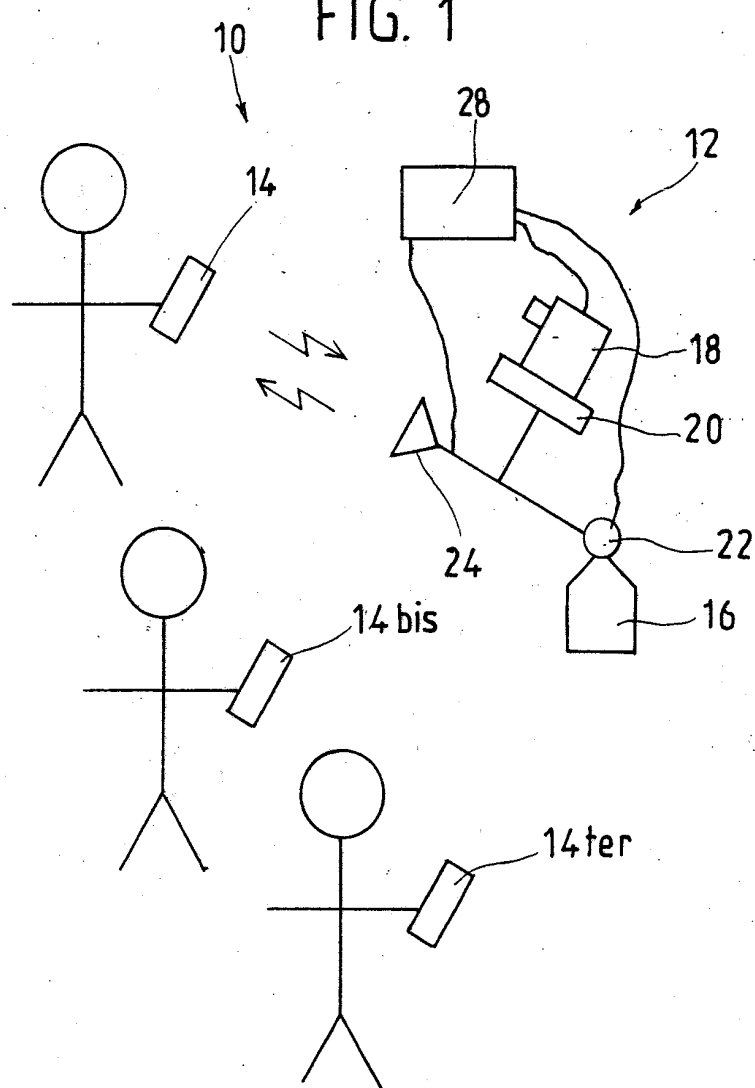
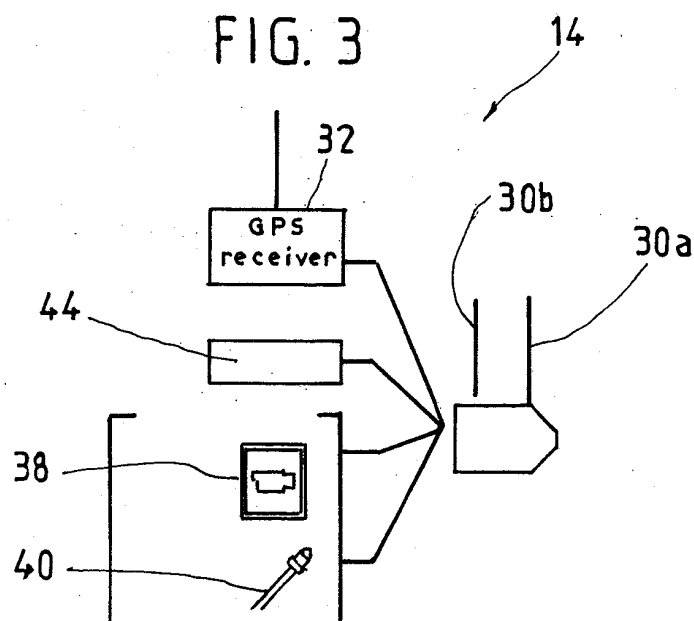
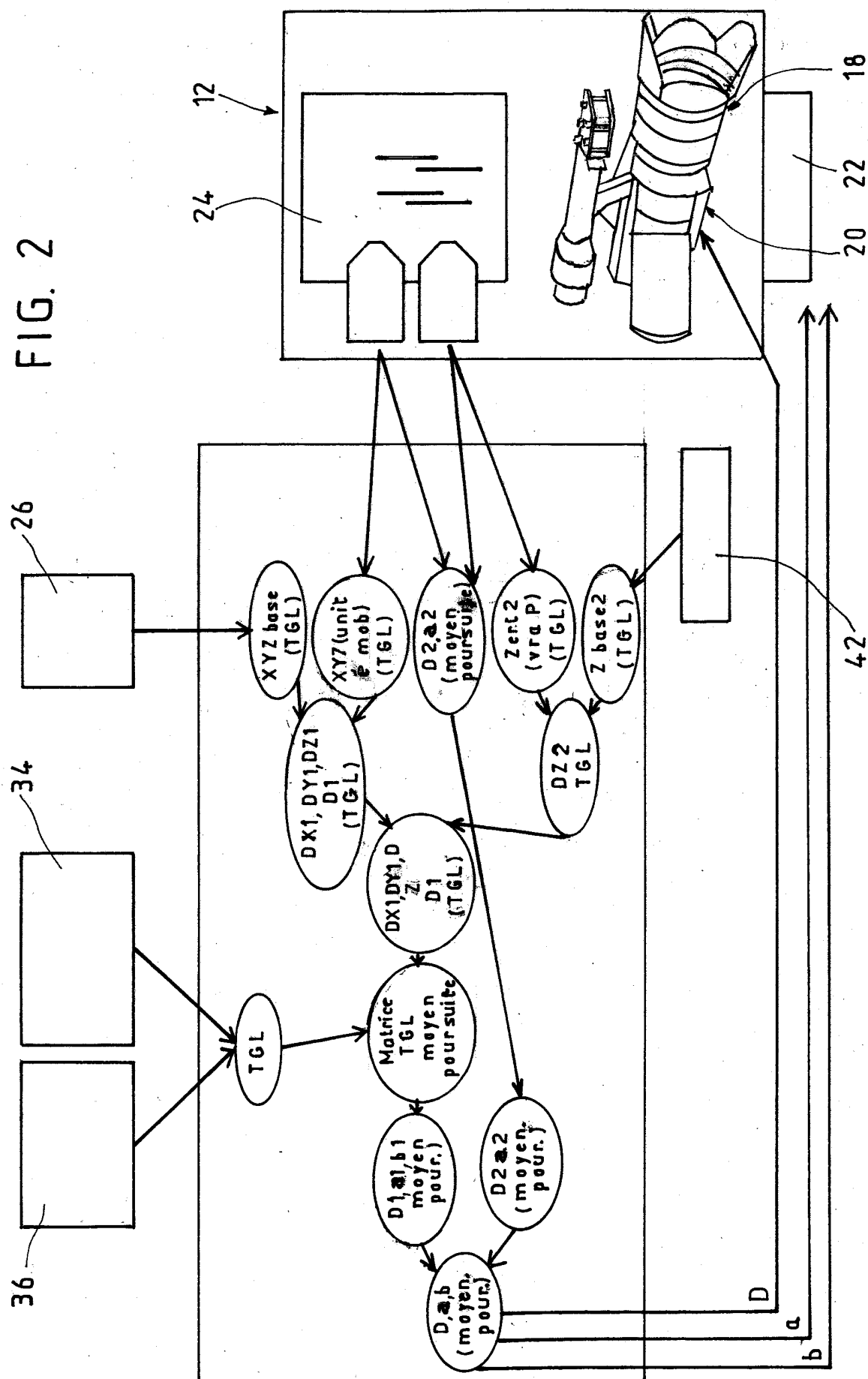


FIG. 3



26





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 754415
FR 1101645

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		
X	US 2010/208941 A1 (BROADDUS CHRISTOPHER P [US] ET AL) 19 août 2010 (2010-08-19) * pages 1-4, alinéa 26-37 *	1-5,7-15	G01S3/08 G03B15/16
A	US 2008/187176 A1 (SHANKS DAVID ERIC [US]) 7 août 2008 (2008-08-07) * alinéas [0022] - [0036]; figures 2,3 *	1,14	
A	US 2001/010541 A1 (FERNANDEZ DENNIS SUNGA [US] ET AL) 2 août 2001 (2001-08-02) * alinéas [0040] - [0044]; figures 1,2 *	1,14	
A	US 2005/117033 A1 (MATSUI SHINZO [JP]) 2 juin 2005 (2005-06-02) * figure 12 *	1,7,14	
A	US 6 331 872 B1 (HYUGA MAKOTO [JP]) 18 décembre 2001 (2001-12-18) * colonne 7, ligne 16-32; revendication 1; figure 11 *	1,14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 janvier 2012		Kern, Olivier	
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1101645 FA 754415**

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 **13-01-2012**

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
US 2010208941 A1	19-08-2010	AUCUN	
US 2008187176 A1	07-08-2008	AUCUN	
US 2001010541 A1	02-08-2001	US 6697103 B1	24-02-2004
		US 7830962 B1	09-11-2010
		US 2001010541 A1	02-08-2001
		US 2001022615 A1	20-09-2001
		US 2001029613 A1	11-10-2001
		US 2002057340 A1	16-05-2002
		US 2009160939 A1	25-06-2009
US 2005117033 A1	02-06-2005	JP 2005167517 A	23-06-2005
		US 2005117033 A1	02-06-2005
US 6331872 B1	18-12-2001	AUCUN	