

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 mai 2003 (01.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/036323 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

G01S 3/786, F41G 3/22

(FR). **THILLOT, Marc** [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 13, av. du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/03613

(74) Mandataires : **BROCHARD, Pascale** etc.; Thales Intellectual Property, 13, av. Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :

22 octobre 2002 (22.10.2002)

(81) États désignés (*national*) : IL, US.

(25) Langue de dépôt :

français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

01/13668

23 octobre 2001 (23.10.2001) FR

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requies

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **THALES** [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

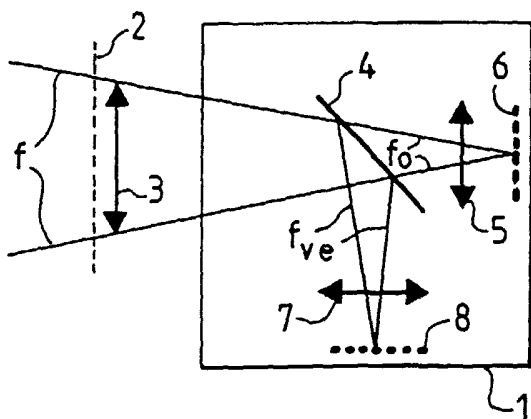
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **UNTER-REINER, Patrick** [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 13, av. du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: TARGET ACQUISITION DEVICE, AIRCRAFT, ASSOCIATED TRAJECTORY ESTIMATION SYSTEM AND DEFENCE SYSTEM

(54) Titre : DISPOSITIF D'ACQUISITION DE CIBLE, AERONEF, SYSTEME D'ESTIMATION DE TRAJECTOIRE ET SYSTEME DE DEFENSE ASSOCIES



(57) Abstract: The invention concerns the field of target acquisition systems. It consists of a target acquisition system designed to be mounted on an aircraft or aerostat, comprising an optronic sensing channel including a detector (6) and servo means for controlling the sight line of the optronic sensing channel, the target acquisition device (13) also comprising a star sensing channel including a detector (8), means for resetting the sight line of the optronic sensing channel on the sight line of the star sensing channel, and the sight line of the star sensing channel being mechanically integral with the sight line of the optronic sensing channel. The inventive target acquisition device can be used in surveillance aircraft, in target trajectory estimation systems, and in anti-target defence systems.

(57) Abrégé : L'invention concerne le domaine des dispositifs d'acquisition de cible. C'est un dispositif d'acquisition de cible, étant destiné à être monté sur un aéronef ou sur un aérostat, comportant une

voie senseur optronique comprenant un détecteur (6) et des moyens d'asservissement de la ligne de visée de la voie senseur optronique, le dispositif d'acquisition de cible (13) comportant également une voie senseur d'étoiles comprenant un détecteur (8), des moyens de recalage de la ligne de visée de la voie senseur optronique sur la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles, et la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles étant mécaniquement solidaire de la ligne de visée de la voie senseur optronique. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention peut notamment être utilisé dans des aéronefs de surveillance, dans des systèmes d'estimation de trajectoire de cible, et dans des systèmes des systèmes d'estimation de trajectoire de cible, et dans des systèmes de défense contre cible.

WO 03/036323 A1

DISPOSITIF D'ACQUISITION DE CIBLE, AERONEF, SYSTEME D'ESTIMATION DE TRAJECTOIRE ET SYSTEME DE DEFENSE ASSOCIES

L'invention concerne le domaine des dispositifs d'acquisition de
5 cible, notamment de cible volante, ainsi que les aéronefs de surveillance
intégrant ces dispositifs d'acquisition de cible, les systèmes d'estimation de
trajectoire de cible associés, et les systèmes de défense contre cible utilisant
les systèmes d'estimation de trajectoire.

Le dispositif d'acquisition de cible est utilisé par un système
10 d'estimation de trajectoire lequel localise la cible afin de permettre par
exemple à un système de défense de neutraliser cette cible. Un des
problèmes qui se pose pour neutraliser efficacement la cible est la précision
de la localisation. Plusieurs systèmes de l'art antérieur et par conséquent
plusieurs types de dispositifs d'acquisition de cible ont été successivement
15 développés permettant ainsi d'améliorer au fur et à mesure la précision de
localisation de la cible. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention
permet au système d'estimation de trajectoire qui l'utilise d'améliorer encore
et substantiellement cette précision de localisation.

Selon un premier art antérieur, il est connu d'utiliser un dispositif
20 d'acquisition de cible comprenant une simple voie senseur optronique.
L'aéronef embarquant un tel dispositif d'acquisition de cible comporte une
centrale inertielle sur laquelle est recalée la voie senseur optronique. Ce
premier art antérieur est peu précis à cause des problèmes de recalage de
la voie senseur optronique sur la centrale inertielle de l'aéronef et à cause,
25 notamment en cas de mission de longue durée, des problèmes de dérive de
la centrale inertielle de l'aéronef.

Selon un deuxième art antérieur, il est connu d'utiliser un dispositif
d'acquisition de cible comprenant une simple voie senseur optronique.
L'aéronef embarquant un tel dispositif d'acquisition de cible comporte
30 également une centrale inertielle mais la voie senseur optronique est recalée
sur les étoiles du ciel lesquelles sont observées par l'intermédiaire de la voie
senseur optronique. Toutefois, lors du mouvement de la ligne de visée de la
voie senseur optronique lorsque celle-ci passe des étoiles à la cible, la
précision supplémentaire qui avait été obtenue lors du recalage sur les
35 étoiles est partiellement perdue. Ce deuxième art antérieur est également
relativement peu précis, quoique que meilleur que le premier art antérieur

car autonome par rapport à centrale inertielle. Par ailleurs, la centrale inertielle peut être recalée sur les étoiles, par l'intermédiaire de la voie senseur optronique.

L'objet de l'invention est de proposer un dispositif d'acquisition de
5 cible qui permette une localisation très précise de ladite cible, au contraire des dispositifs de l'art antérieur. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est destiné à être monté sur un aéronef ou un aérostat, c'est-à-dire sur une plateforme aérienne évoluant ou stationnant dans les airs, par exemple du type avion, drone ou ballon, à l'exclusion des plateformes
10 évoluant dans l'espace du type satellite lesquelles ne sont pas du tout soumises aux mêmes contraintes mécaniques, comme par exemple facteur de charge ou vibrations que les aéronefs. Un aéronef est soumis à des contraintes mécaniques bien plus importantes qu'un satellite dans la mesure où les conditions d'évolution ou d'environnement vibratoire d'un aéronef sont
15 beaucoup plus sévères que celles d'un satellite. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention, afin d'améliorer la précision de la localisation des cibles potentielles, comporte une voie senseur d'étoiles sur laquelle peut être très précisément recalée la voie senseur optronique. Dans le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention, afin que la précision élevée acquise
20 par le recalage de la voie senseur optronique sur la voie senseur d'étoiles ne puisse par être perdue par divers mouvements relatifs ou degrés de liberté d'une des voies par rapport à l'autre, lesdites voies sont rendues solidaires l'une de l'autre. Ainsi, grâce à la présence de la voie senseur d'étoiles et à la solidarité des voies senseur d'étoiles et senseur optronique, le système de
25 stabilisation globale du dispositif d'acquisition de cible selon l'invention réalise un meilleur compromis entre la précision de stabilisation obtenue par ledit système et la complexité dudit système que les dispositifs d'acquisition de cible selon l'art antérieur.

Selon l'invention, il est prévu un dispositif d'acquisition de cible,
30 étant destiné à être monté sur un aéronef, comportant une voie senseur optronique comprenant un détecteur et des moyens d'asservissement de la ligne de visée de la voie senseur optronique, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible comporte également, une voie senseur d'étoiles comprenant un détecteur, des moyens de recalage de la ligne de
35 visée de la voie senseur optronique sur la ligne de visée de la voie senseur

d'étoiles, et en ce que la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles est mécaniquement solidaire de la ligne de visée de la voie senseur optronique.

L'invention sera mieux comprise et d'autres particularités et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints, donnés à titre d'exemples, où :

- la figure 1 représente schématiquement un exemple d'aéronef intégrant un dispositif d'acquisition de cible selon l'invention ;
- la figure 2 représente schématiquement un exemple de dispositif d'acquisition de cible selon l'invention ;
- la figure 3 représente schématiquement un exemple préférentiel de dispositif d'acquisition de cible selon l'invention ;
- les figures 4 et 5 représentent schématiquement des diagrammes d'explication de la correspondance entre les pixels du détecteur de la voie senseur optronique et des pixels du détecteur de la voie senseur d'étoiles dans le cas d'une réalisation conforme à celle de la figure 3.

La figure 1 représente schématiquement un exemple d'aéronef intégrant un dispositif d'acquisition de cible selon l'invention. Cet aéronef est préférentiellement un aéronef de surveillance. L'aéronef de surveillance est par exemple un drone de surveillance dont seulement une portion de la surface extérieure 20 est représentée sur la figure 1 pour des raisons de clarté. Le dispositif 10 d'acquisition de cible selon l'invention est une boule de poursuite dans laquelle sont intégrées une voie senseur optronique et une voie senseur d'étoiles. La boule 10 de poursuite est située sur la surface extérieure 20 du drone. Le drone comporte également sur sa surface extérieure 20, mais placé de l'autre côté du drone, un dispositif 22 de veille, également en forme de boule, qui est une boule de veille. Des moyens de communication 24, situés à l'intérieur du drone, relient le dispositif 10 d'acquisition de cible au dispositif 22 de veille. Des moyens de reconstruction 21 de trajectoire de cible sont également reliés aux moyens de communication 24 et sont également situés dans le drone. Les moyens de reconstruction 21 pourraient aussi être situés dans une station au sol. Une structure 23 mécaniquement rigide assure le maintien de la position relative de la boule 10 de poursuite et de la boule 22 de veille.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est destiné à être monté sur un aéronef. Cet aéronef est par exemple un drone de surveillance comme sur la figure 1. Cet aéronef peut aussi être un avion de chasse. En effet, le facteur de charge sur un avion de chasse habituellement élevé à cause des évolutions rapides de l'avion de chasse dégraderait de manière encore plus importante que sur un drone de surveillance la précision de localisation. Cependant, avec le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention, la solidarité mécanique existant entre la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles rend la précision de localisation cherchée compatible avec l'emploi d'un avion de chasse à facteur de charge élevé. En effet, les voies senseur d'étoiles et senseur optronique sont mécaniquement liées entre elles de manière suffisamment rigide pour que la ligne de visée de la voie d'observation et la ligne de visée de la voie viseur d'étoiles soient immobiles l'une par rapport à l'autre. L'emploi d'un avion de chasse présente également l'avantage de ne pas nécessiter d'aéronef supplémentaire pour réaliser l'interception de la cible volante. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention peut être monté sur un avion de chasse en raison de sa grande compacité, notamment lorsqu'il consiste en une boule de poursuite dans laquelle sont intégrées la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles.

L'altitude d'évolution de l'aéronef sur lequel est monté le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est de préférence une altitude d'une part pour laquelle le rapport signal à bruit des différentes voies, à savoir la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles, est suffisamment important pour permettre au dispositif d'acquisition de cible d'accrocher une cible et en particulier une cible volante, pour permettre à la voie senseur d'étoiles d'acquérir les étoiles, et d'autre part à laquelle plusieurs types usuels d'aéronef peuvent évoluer. Une altitude d'environ 40000 pieds représente alors un bon compromis.

De préférence, l'aéronef comporte un dispositif de veille ainsi que des moyens de communication entre le dispositif d'acquisition de cible et le dispositif de veille, lesdits moyens de communication permettant au dispositif d'acquisition de cible de s'accrocher, successivement dans le temps, sur plusieurs cibles et de revenir régulièrement s'accrocher sur chacune desdites cibles. A chaque fois que le dispositif d'acquisition de cible revient

s'accrocher sur une cible, les images qu'il prend permettent une estimation fine de plusieurs positions de ladite cible, lesdites positions étant ensuite utilisées par des moyens d'estimation de trajectoire pour reconstituer la trajectoire de ladite cible. Ce fonctionnement avec retours ponctuels de l'aéronef sur cible, permet au même aéronef de partager son temps d'acquisition de cible entre plusieurs cibles évoluant simultanément dans le champ.

Le dispositif d'acquisition de cible doit rechercher la cible et l'acquérir à partir d'une désignation d'objectif initiale fournie en coordonnées absolues ou en site et en gisement. Pour cela, le dispositif d'acquisition de cible est accroché sur une désignation d'objectif donnant la position estimée en site et en gisement de la cible sur laquelle le dispositif d'acquisition de cible doit ensuite effectivement s'accrocher. Pour cela, la désignation d'objectif peut aussi parfois fournir la vitesse angulaire estimée de la cible. La désignation d'objectif peut être fournie soit par un dispositif de veille intégré à l'aéronef soit par une station au sol. Dans le cas où la désignation d'objectif est fournie par un dispositif de veille intégré à l'aéronef, l'estimation de position voire de vitesse angulaire est grossière et va justement être affinée par l'intermédiaire des images prises par les voies du dispositif d'acquisition de cible. Dans le cas où la désignation d'objectif est fournie par une station au sol, l'estimation de position voire de vitesse angulaire a été effectuée par reconstruction de trajectoire de la cible obtenue par une extrapolation à l'instant présent de positions voire de vitesses elles-mêmes obtenues à partir des informations fournies précédemment par les dispositifs d'acquisition de cible et de veille d'un ou de plusieurs aéronefs de surveillance (dont éventuellement celui auquel est fournie la désignation d'objectif).

A partir de la désignation d'objectif le dispositif d'acquisition de cible peut s'accrocher sur la cible à condition d'une part que la cible soit vue dans le champ de la voie senseur optronique du dispositif d'acquisition de cible, ce qui impose pour une acquisition sans recherche audit champ d'être supérieur à deux fois la précision angulaire de la désignation d'objectif majorée du défilement de la cible, et d'autre part que les rapports signal à bruit sur les voies senseur optronique et senseur d'étoiles du dispositif

d'acquisition de cible soient suffisants, un rapport signal à bruit, dont la valeur est comprise entre deux et dix par exemple, étant usuel.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est préférentiellement destiné à être utilisé dans un aéronef de surveillance
5 faisant lui-même avantageusement partie d'un système d'estimation de trajectoire des cibles.

Dans un mode de réalisation préférentiel, le système d'estimation de trajectoire d'une cible comporte un seul aéronef de surveillance lequel comporte un télémètre. Le système d'estimation comporte aussi des moyens
10 de reconstruction de la trajectoire de la cible à partir des images fournies par l'aéronef et à partir des mesures de télémétrie.

Dans un autre mode de réalisation préférentiel, le système d'estimation de trajectoire d'une cible comporte au moins deux aéronefs de surveillance. Le système d'estimation comporte aussi des moyens de
15 reconstruction de la trajectoire de la cible par triangulation à partir des images fournies par les différents aéronefs.

Ces deux modes de réalisation préférentiels permettent au système d'estimation de la trajectoire des cibles, notamment volantes, de tirer pleinement profit de la précision apportée par les images fournies par le
20 dispositif d'acquisition de cible selon l'invention. La précision serait légèrement dégradée en l'absence à la fois de télémètre et de triangulation ou bien en l'absence de moyens équivalents permettant d'ajouter des mesures de distance aux mesures angulaires provenant des images fournies par les voies du dispositif d'acquisition de cible. Les moyens de
25 reconstruction de trajectoire de cibles peuvent être situés par exemple, soit sur le ou les aéronefs de surveillance eux-mêmes, soit au niveau d'une station au sol, soit en partie au niveau de la station au sol et en partie au niveau du ou des aéronefs de surveillance. Ces moyens de reconstruction incluent notamment des bases de données concernant les éphémérides des
30 étoiles correspondant à la portion de champ où sont censées évoluer la ou les cibles.

Le système d'estimation de trajectoire de cible peut par exemple faire partie d'un système plus global de défense active intégrant au moins un aéronef d'interception auquel est fournie au moins une portion de la
35 trajectoire estimée par le système d'estimation. Grâce à cette portion de

trajectoire estimée, l'aéronef d'interception est guidé vers la cible jusqu'à ce qu'il puisse enclencher son propre système de guidage terminal. L'interception aura généralement lieu après la rentrée dans l'atmosphère pour un missile balistique. En cas de système de défense passive, c'est-à-dire ne comportant pas d'aéronef d'interception, la défense passive consistant alors par exemple à mettre les populations civiles aux abris, la localisation de la cible volante par l'intermédiaire du système d'estimation de trajectoire rend inutile les systèmes au sol de détection radar très grande portée contre les missiles balistiques notamment. Le système d'estimation de trajectoire selon l'invention a par ailleurs une portée bien supérieure à un système de détection radar très grande portée. Dans l'exemple d'un missile balistique de portée valant environ 1500km et de temps de vol valant environ 10min, le système de radar très grande portée va détecter le missile environ 2min avant impact tandis que le système d'estimation de trajectoire peut détecter le même missile dans certaines conditions jusqu'à environ 8min avant impact, ce qui facilite beaucoup la tâche du système de défense associé, que celui-ci soit actif ou passif.

La durée de la mission d'un aéronef de surveillance au sein d'un système de défense peut être longue, par exemple de l'ordre d'une journée, des missions de l'ordre d'une semaine ou d'un mois pouvant même être envisagées. En effet, la localisation de cible à partir des images fournies par les voies du dispositif d'acquisition de cible conserve une bonne précision indépendamment des dérives au cours du temps de la centrale inertielle de l'aéronef, laquelle centrale inertielle peut même alors être recalée sur la voie 25 capteur d'étoiles au cours de la mission. En cas de recalage du dispositif d'acquisition de cible sur les centrales inertielles actuelles d'aéronef, comme dans l'art antérieur, seules des missions de quelques heures au plus seraient envisageables.

Le type de cibles volantes poursuivies par le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est de préférence le missile balistique. Le dispositif d'acquisition de cible et le système d'estimation de trajectoire selon l'invention peuvent aussi être utilisés contre d'autres types de cibles volantes comme les satellites espions ou les avions évoluant à haute altitude. Le dispositif d'acquisition de cible et le système d'estimation de trajectoire selon l'invention peuvent aussi être utilisés contre d'autres types

de cibles comme les cibles maritimes ou les cibles terrestres, les cibles terrestres étant alors avantageusement des cibles fixes ou déplaçables, par exemple du type quartier général ou bien du type lanceur de missile balistique.

5 La figure 2 représente schématiquement un exemple de dispositif d'acquisition de cible selon l'invention. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention représenté à la figure 2 est de préférence destiné à l'acquisition de cibles terrestres ou navales : en effet, la voie senseur d'étoiles regarde vers le ciel tandis que la voie senseur optronique regarde
10 vers la terre ou vers les couches basses de l'atmosphère. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention se présente sous la forme d'une boule 10 de poursuite. Une fois montée sur un aéronef de surveillance, la boule possède au moins deux degrés de liberté en rotation par rapport à la structure de l'aéronef de surveillance, afin de pouvoir balayer une portion
15 substantielle de l'espace comme par exemple un demi-espace. La voie senseur optronique dont le champ 12 de vue englobe la cible 13 comporte un senseur 11 optronique par exemple de type caméra d'observation. Le champ (15) du détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles est préférentiellement suffisamment grand pour voir en permanence au moins
20 deux étoiles, ce qui permet de déterminer le roulis de la voie senseur d'étoiles et ce qui est particulièrement intéressant compte tenu du fait que les lignes de visée des voies senseur d'étoiles et senseur optronique ne sont pas colinéairement harmonisées dans l'exemple représenté à la figure 2. La voie senseur d'étoiles dont le champ 15 de vue englobe plusieurs étoiles 16
25 comporte un senseur 14 d'étoiles. La position relative des champs 12 et 15 dans l'espace est conservée grâce à la rigidité de la liaison mécanique entre les voies senseur optronique et senseur d'étoiles. Sur la figure 2, cette rigidité mécanique provient de la boule 10 elle-même très rigide et athermalisée de surcroît, boule 10 à laquelle sont également
30 mécaniquement rigidement fixés les différents éléments desdites voies. Des ouvertures 17 et 18 sont pratiquées dans la boule 10 afin que les champs 12 et 15 de vue respectivement des voies senseur optronique et senseur d'étoiles ne soient pas obstrués par les parois de la boule 10. Sur la figure 2, la position des différentes voies est telle que les directions dans lesquelles
35 regardent lesdites voies ne sont pas alignées, c'est-à-dire que les lignes de

visée des différentes voies ne sont pas alignées. De préférence, les lignes de visée des voies senseur d'étoiles et senseur optronique sont disposées sensiblement à angle droit l'une de l'autre, afin de permettre les visées rasantes de la voie senseur optronique tout en limitant les erreurs de localisation liées à la diffraction dans les couches de l'atmosphère.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention comporte une voie senseur d'étoiles ayant un détecteur matriciel avec une ligne de visée et un champ associés ainsi qu'une voie senseur optronique ayant un détecteur matriciel avec une ligne de visée et un champ associés. De manière préférentielle, à tout pixel d'un détecteur matriciel d'une des voies correspond de manière bijective un pixel du champ de ladite voie, ladite correspondance étant effectuée par l'optique de ladite voie située en amont dudit détecteur, ledit pixel de champ correspondant à la fois à une portion angulaire de l'espace situé en face de la surface sensible dudit détecteur et à un pixel de l'image de l'espace obtenue par ledit détecteur. La voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles sont de préférence mécaniquement liées entre elles de manière suffisamment rigide pour que la ligne de visée de la voie senseur optronique et la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles soient immobiles l'une par rapport à l'autre de sorte que la position relative des pixels du champ de la voie senseur optronique et des pixels du champ de la voie senseur d'étoiles soit conservée. La position relative des pixels est conservée si l'amplitude du mouvement relatif infime pouvant exister entre les lignes de visée des différentes voies ne dépasse pas, au niveau de chaque champ de détecteur de l'une des dites voies, le champ de détecteur de l'autre voie étant alors prise comme référence, la taille d'un demi pixel.

Dans le cas préférentiel décrit ultérieurement de la figure 3, la conservation préférentielle de la position relative des pixels du champ de la voie senseur optronique et des pixels du champ de la voie senseur d'étoiles se traduit par le maintien d'une correspondance existante entre les pixels du détecteur de la voie senseur optronique et des pixels du détecteur de la voie senseur d'étoiles. La correspondance existante est maintenue si par exemple lorsqu'un pixel p_i donné du détecteur de la voie senseur optronique correspond à un pixel p_j donné du détecteur de la voie senseur d'étoiles, c'est-à-dire lorsque les pixels p_i et p_j correspondent tous deux à la même

portion angulaire de l'espace, alors le pixel p_i correspond toujours au pixel p_j quels que soient les mouvements absolus de l'aéronef, puisque les lignes de visée des différentes voies restent immobiles l'une par rapport à l'autre. La correspondance existante est maintenue si par exemple lorsqu'un ensemble
5 de pixels p_k donnés du détecteur de la voie senseur optronique correspond à un pixel p_j donné du détecteur de la voie senseur d'étoiles, alors l'ensemble de pixels p_k correspond toujours au pixel p_j quels que soient les mouvements absolus de l'aéronef, puisque les lignes de visée des différentes voies restent immobiles l'une par rapport à l'autre, et vice-versa.

10 Cette immobilité relative de la ligne de visée d'une des voies par rapport à la ligne de visée de l'autre voie permet de monter le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention sur des aéronefs sujets à des couples perturbateurs nettement plus importants que ceux avec lesquels étaient compatibles les dispositifs de l'art antérieur sans dégrader la précision et
15 sans requérir de système de stabilisation plus perfectionné que dans l'art antérieur.

Une autre cause d'imprécision pourrait être la faiblesse de la cadence de rafraîchissement de la voie senseur d'étoiles laquelle cadence de rafraîchissement est généralement plus faible que la cadence image de la
20 voie senseur optronique. Ainsi, une image obtenue par la voie senseur d'étoiles à un instant donné sert bien sûr à recalculer l'image obtenue au même instant par la voie senseur optronique mais également plusieurs images obtenues par la voie senseur optronique à des instants voisins de l'instant donné. Afin de diminuer voire d'éliminer cette cause d'imprécision, des
25 moyens de calcul procèdent à des interpolations. Afin de diminuer de manière simple les erreurs entraînées par les interpolations, la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles ont préférentiellement chacune une cadence image dont l'une est un multiple de l'autre. Afin de supprimer de manière simple les erreurs entraînées par les interpolations, la voie senseur
30 optronique et la voie senseur d'étoiles ont la même cadence image et sont temporellement synchronisées. Dans ce dernier cas avantageux, la similitude des cadences image entre les différentes voies et leur synchronisation temporelle, permet, sans nécessiter de calculs d'interpolation, de conserver la précision obtenue en associant à chaque
35 image de la voie senseur optronique une image temporellement simultanée

de la voie senseur d'étoiles permettant ainsi un recalage très précis de l'image de la voie senseur optronique sur l'image de la voie senseur d'étoiles laquelle image de la voie senseur d'étoiles comporte généralement plusieurs étoiles de référence dont la position dans l'espace est très précisément connue grâce à des bases de données contenant les éphémérides de ces
5 étoiles de référence.

Avec ou sans calculs d'interpolation, grâce au dispositif d'acquisition de cible selon l'invention, la précision de la position angulaire d'une cible volante visible sur plusieurs images de la voie senseur
10 optronique sera très élevée et ceci pour toutes les images concernées, permettant ainsi une reconstruction très précise de la trajectoire de la cible volante. A titre d'exemple, avec des détecteurs de l'ordre de 320 par 240 pixels, la précision de la position angulaire d'une cible volante peut atteindre 30µrad.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est
15 préférentiellement une boule de poursuite et les deux voies sont avantageusement intégrées à l'intérieur de la boule. Ainsi, la rigidité de la liaison mécanique entre les différentes voies peut être obtenue plus facilement. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention peut aussi
20 être intégré dans une nacelle ou même être disposé à l'intérieur de l'aéronef sur lequel il est monté en cas d'absence de nacelle.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention possède des moyens d'asservissement de la voie senseur optronique dans une direction déterminée. Cette direction déterminée peut être choisie de plusieurs
25 manières.

Dans un premier mode de réalisation, les moyens d'asservissement de la voie senseur optronique asservissent la ligne de visée de la voie senseur optronique sur la cible. Un avantage de ce premier mode de réalisation est l'absence de filé vitesse sur la cible, ce qui améliore
30 le rapport signal à bruit et permet une meilleure localisation de la cible dans le repère de la voie senseur optronique. Un inconvénient de ce premier mode de réalisation est la présence d'un filé vitesse sur les étoiles, ce qui dégrade le rapport signal à bruit et entraîne une moins bonne localisation des étoiles dans le repère de la voie senseur d'étoiles.

Dans un deuxième mode de réalisation, les moyens d'asservissement de la voie senseur optronique asservissent la ligne de visée de la voie senseur optronique sur les étoiles du ciel. Un avantage de ce deuxième mode de réalisation est l'absence de filé vitesse sur les étoiles, ce qui améliore le rapport signal à bruit et permet une meilleure localisation des étoiles dans le repère de la voie senseur d'étoiles. Un inconvénient de ce deuxième mode de réalisation est la présence d'un filé vitesse sur la cible, ce qui dégrade le rapport signal à bruit et entraîne une moins bonne localisation de la cible dans le repère de la voie senseur optronique. Dans le cas décrit ultérieurement d'un détecteur unique pour les deux voies alors alignées, le filé vitesse sur la cible est moins gênant que le filé vitesse sur les étoiles, par conséquent ce deuxième mode de réalisation est alors préférable.

La figure 3 représente schématiquement un exemple préférentiel de dispositif d'acquisition de cible selon l'invention. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention représenté sur la figure 3 est de préférence destiné à l'acquisition de cibles volantes, c'est-à-dire aériennes et spatiales, et notamment les cibles volantes évoluant en haute altitude. Dans la suite de la description de la figure 3, sauf mention contraire, une optique peut désigner aussi bien un simple élément optique comme par exemple une lentille qu'une combinaison optique complexe comportant plusieurs éléments optiques. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention se présente sous la forme d'une boule 10 de poursuite dont seulement une portion est représentée sur la figure 3 pour des raisons de clarté. Une fois montée sur un aéronef de surveillance, la boule 10 possède au moins deux degrés de liberté en rotation par rapport à la structure de l'aéronef de surveillance, afin de pouvoir balayer une portion substantielle de l'espace comme par exemple un demi-espace. Le bloc 1, appelé bloc 1 capteur, représente de manière symbolique la rigidité de la liaison mécanique entre la voie senseur optronique d'une part et la voie senseur d'étoiles d'autre part. La voie senseur optronique comporte, successivement de l'extérieur de la boule 10 vers l'intérieur de la boule 10, un filtre vertical 2 dont le fonctionnement sera explicité ultérieurement, une optique 3 d'entrée, un séparateur 4 de faisceaux, une optique 5 de focalisation, un détecteur 6. La voie senseur d'étoiles comporte, successivement de l'extérieur de la boule 10 vers

l'intérieur de la boule 10, un filtre vertical 2 dont le fonctionnement sera explicité ultérieurement, une optique 3 d'entrée, un séparateur 4 de faisceaux, une optique 7 de focalisation, un détecteur 8. Le filtre 2, l'optique 3 d'entrée et le séparateur 4, sont communs aux deux voies sur la figure 3, ce qui n'est pas obligatoire mais préférable en raison du fait qu'un élément commun aux deux voies contribue par construction à l'amélioration de la rigidité de la liaison mécanique entre lesdites voies. Le faisceau f arrivant de l'extérieur entre dans la boule 10 en traversant successivement le filtre 2 et l'optique 3 d'entrée pour arriver sur le séparateur 4 qui est par exemple une simple lame semi-réfléchissante. Le séparateur 4 sépare le faisceau f en deux faisceaux, un faisceau fo se propageant en direction du détecteur 6 de la voie senseur optronique et un faisceau fve se propageant en direction du détecteur 8 de la voie senseur d'étoiles. Le faisceau fo est focalisé par l'optique 5 de focalisation sur le détecteur 6 tandis que le faisceau fve est focalisé par l'optique 7 de focalisation sur le détecteur 8.

Que les lignes de visée des voies senseur d'étoiles et senseur optronique soient colinéairement harmonisées ou non, le détecteur 8 de la voie senseur d'étoiles est préférentiellement disposé de manière à obtenir une image défocalisée des étoiles afin que l'image de chaque étoile recouvre plusieurs pixels dudit détecteur 8. Dans le cas d'étoiles émettant beaucoup de lumière, une localisation précise de la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles par rapport aux étoiles observées est ainsi plus aisée à obtenir.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention comporte préférentiellement au moins un filtre polarisant rectiligne qui est disposé de manière à ce que, lors de l'acquisition d'une cible volante, la composante de polarisation rectiligne horizontale de la lumière qui arrive sur le détecteur de l'une des voies, avantageusement de chacune des voies, soit substantiellement plus atténuée que la composante de polarisation rectiligne verticale de la lumière qui arrive sur le détecteur de ladite voie, avantageusement de chacune des voies. Ce filtre est appelé filtre vertical, la figure 3 présente un filtre vertical 2. La cible volante est le plus souvent détectée sur un fond de ciel non structuré, c'est-à-dire que la partie inférieure du champ du détecteur de la voie senseur optronique pointe au-dessus du plafond nuageux. Néanmoins, la lumière provenant du soleil

pendant le jour et se réfléchissant sur les nuages ou limbes est diffusée par ces nuages ou limbes sous forme de lumière polarisée plutôt horizontalement. La fonction du filtre vertical 2 est par conséquent d'augmenter le rapport signal à bruit en arrêtant, avant son arrivée sur les
5 détecteurs, la lumière polarisée horizontalement.

De préférence, au moins une partie de la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles et une partie de la ligne de visée de la voie senseur optronique sont alignées l'une sur l'autre et la conservation de la position relative des pixels du champ de la voie senseur optronique et des pixels du
10 champ de la voie senseur d'étoiles se traduit par le maintien d'une correspondance existante entre les pixels du détecteur matriciel de la voie senseur optronique et des pixels du détecteur matriciel de la voie senseur d'étoiles.

La direction d'observation des détecteurs 6 et 8 étant alors la
15 même, les voies senseur optronique et senseur d'étoiles sont par conséquent alignées, c'est-à-dire colinéairement harmonisées. Ainsi, notamment dans le cas d'angles de vue pouvant être très rasants par rapport à l'atmosphère, grâce à l'auto-compensation des dispersions de propagation sur le trajet, lesdites dispersions étant liées à la traversée des
20 différentes couches atmosphériques, la trajectoire sinueuse des rayons lumineux n'est plus source d'erreurs de localisation importantes. Les voies senseur optronique et senseur d'étoiles présentent même sur la figure 3 une pupille commune, ce qui réduit encore les erreurs d'harmonisation entre lesdites voies. L'optique de la pupille commune peut toutefois être
25 multichamp et/ou multispectrale dans le cas où les détecteurs desdites voies n'ont pas le même champ et/ou pas le même domaine spectral de sensibilité. Lesdites voies peuvent également avoir des pupilles séparées, ce qui est moins avantageux au niveau de la rigidité mécanique de la liaison entre lesdites voies, mais ce qui peut être plus simple à mettre en œuvre
30 dans le cas de détecteurs de champs différents et/ou de domaines spectraux de sensibilité différents pour les deux voies dans la mesure où cela dispense d'une optique multichamp et/ou multispectrale. A moins d'utiliser des détecteurs ayant un très grand nombre de pixels, par exemple plusieurs millions, pour une meilleure précision, la voie senseur d'étoiles

possède préférentiellement un champ plus grand que celui de la voie senseur optronique.

La conservation préférentielle de la position relative des pixels du champ de la voie senseur optronique et des pixels du champ de la voie senseur d'étoiles se traduit par le maintien d'une correspondance existante entre les pixels du détecteur de la voie senseur optronique et des pixels du détecteur de la voie senseur d'étoiles. Les figures 4 et 5 représentent schématiquement des diagrammes d'explication de cette correspondance. Une cible 13, représentée sous la forme d'une flèche droite, est contenue dans le champ 12 de la voie senseur optronique. Plusieurs étoiles 16, respectivement représentées sous la forme d'astérisques, sont contenues dans le champ 15 de la voie senseur d'étoiles. Sur la figure 4 et de manière préférentielle, le champ 15 de la voie senseur d'étoiles englobe le champ 12 de la voie senseur optronique. La figure 5 montre, à l'aide d'une flèche courbe, la correspondance existant entre un ou plusieurs pixels donnés de la surface 120 sensible du détecteur 6 de la voie senseur optronique, représenté(s) sur la figure 5 par la zone 30 et représentant un secteur angulaire SA, de l'espace, appartenant au champ 12, et un ou plusieurs pixels donnés de la surface 150 sensible du détecteur 8 de la voie senseur d'étoiles, représenté(s) sur la figure 5 par la zone 31 et représentant le même secteur angulaire SA, de l'espace, appartenant au champ 15. Les traits pointillés sur la surface sensible 150 de la figure 5 délimitent une zone de pixels ayant des correspondants sur la surface sensible 120. La liaison mécanique entre la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles est suffisamment rigide pour que d'une part, dans le cas où la zone 30 continue à représenter le secteur angulaire SA, alors la zone 31 continue aussi à représenter le secteur angulaire SA, et pour que d'autre part, dans le cas où la zone 30 se met à représenter un autre secteur angulaire aSA, alors la zone 31 se met à représenter aussi ce même secteur angulaire aSA : pour cela, le décalage relatif entre le champ 12 et le champ 15 ne doit alors excéder ni la moitié de la taille d'un pixel de la surface sensible 120 du détecteur 6, ni la moitié de la taille d'un pixel de la surface sensible 150 du détecteur 8. Les pixels des détecteurs 6 et 8 n'ont pas nécessairement la même taille, mais c'est préférable. Dans le cas préférentiel où le champ 15 est supérieur au champ 12, d'une part certains pixels de la surface sensible

150 du détecteur 8, comme le pixel 32, n'ont pas de correspondants sur la surface sensible 120 du détecteur 6, et d'autre part un groupe de plusieurs pixels donnés (ou une fonction, telle que combinaison linéaire par exemple, des pixels de ce groupe) de la surface sensible 120 du détecteur 6 de la voie
5 senseur optronique correspond à un seul pixel de la surface 150 du détecteur 8 de la voie senseur d'étoiles. Le réglage de cette correspondance peut généralement être fait une fois pour toutes et non nécessairement en usine.

Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention est
10 généralement athermalisé pour que les différences de température ne perturbent pas la correspondance entre les pixels des détecteurs des différentes voies. Le matériau employé pour cette athermalisation est par exemple de l'INVAR. Le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention se présente préférentiellement sous la forme d'une boule intégrant les voies
15 senseur optronique et senseur d'étoiles. La boule, étant relativement compacte, peut être plus aisément athermalisée. La boule a par exemple environ 400mm de diamètre.

De préférence, les détecteurs respectifs des différentes voies ont un domaine spectral de sensibilité qui est sinon identique du moins voisin.
20 Ainsi, la corrélation entre les images fournies par les différentes voies est plus aisée à réaliser au niveau du système d'estimation de trajectoire englobant le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention.

Afin que le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention puisse conserver cette précision de localisation de cible aussi bien en mode de
25 fonctionnement pendant le jour qu'en mode de fonctionnement pendant la nuit, le détecteur de la voie senseur d'étoiles est choisi de manière à ce que son domaine spectral de sensibilité soit au moins partiellement dans l'infrarouge, même si l'infrarouge est situé en queue du spectre d'émission des étoiles, c'est-à-dire dans une partie relativement peu intense de ce
30 spectre d'émission, la disponibilité de détecteurs très sensibles dans l'infrarouge permettant de réduire sensiblement cet inconvénient ; ainsi, le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention s'affranchit-il du bruit de fond constitué par la diffusion solaire.

Afin de rester plus précis et de s'affranchir plus complètement à la
35 fois de la diffusion solaire et du flux thermique des éléments optiques de la

voie senseur d'étoiles, le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention comporte un détecteur de la voie senseur d'étoiles dont le domaine spectral de sensibilité comprend au moins une partie de la bande II de l'infrarouge.

En effet, les bandes I et II de l'infrarouge sont meilleures pour la
5 voie senseur d'étoiles tandis que les bandes II et III de l'infrarouge sont généralement meilleures pour la voie senseur optronique. Dans le cas où les cibles sont des missiles balistiques, pour la voie senseur optronique, la bande II peut être meilleure en début de phase balistique du missile lorsque celui-ci est encore chaud tandis que la bande III peut être meilleure en fin de
10 phase balistique du missile lorsque celui-ci est déjà froid. Au moins une partie de la bande II de l'infrarouge est préférentiellement incluse dans le domaine de sensibilité du détecteur de chacune des voies. Ainsi, le dispositif d'acquisition de cible selon l'invention permet de résoudre au moins en partie le paradoxe de pouvoir « voir des étoiles en plein jour tout en étant
15 proche du soleil ». De plus, en bande II de l'infrarouge, le flux thermique des éléments optiques des voies est faible.

Préférentiellement, le domaine de sensibilité des détecteurs des différentes voies a une limite inférieure valant sensiblement $1\mu\text{m}$ et une limite supérieure sensiblement comprise entre $2,5\mu\text{m}$ et $4\mu\text{m}$. La limite
20 inférieure valant sensiblement $1\mu\text{m}$ représente un optimal dans la mesure où le bruit de fond augmente avec la diffusion solaire en dessous de cette limite inférieure. Au-delà d'une limite supérieure valant sensiblement $4\mu\text{m}$, le flux thermique des éléments optiques des voies ainsi que de l'atmosphère augmente sensiblement. De préférence, les détecteurs sont des détecteurs
25 de forte sensibilité tels que MCT, InSb ou MPQ. Ces détecteurs possèdent avantageusement au minimum 640×480 pixels.

Une première option consiste à utiliser pour les deux voies un détecteur unique au lieu des deux détecteurs précédemment décrits et répartis un par voie. Dans ce cas, le détecteur de la voie senseur d'étoiles et
30 le détecteur de la voie senseur optronique sont confondus en un seul et même détecteur. Pour obtenir une très bonne précision de localisation de la cible, ce détecteur unique possède préférentiellement plusieurs millions de pixels.

Une deuxième option consiste à utiliser pour chacune des voies,
35 deux détecteurs au lieu d'un détecteur. Dans ce cas, la voie senseur

d'étoiles possède deux détecteurs, de préférence l'un sensible dans le visible et l'autre dans au moins une partie de l'infrarouge, et la voie senseur optronique possède deux détecteurs, de préférence l'un sensible dans la bande II de l'infrarouge et l'autre sensible dans la bande III de l'infrarouge.

- 5 L'optique d'entrée de la voie senseur optronique au moins ou bien, le cas échéant, l'optique commune aux deux voies, est alors multispectrale.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'acquisition de cible (13),
étant destiné à être monté sur un aéronef ou sur un aérostat,
5 comportant une voie senseur optronique comprenant un détecteur
(6) et des moyens d'asservissement de la ligne de visée de la voie senseur
optronique,
caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible (13)
comporte également,
10 une voie senseur d'étoiles comprenant un détecteur (8),
des moyens de recalage de la ligne de visée de la voie senseur
optronique sur la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles,
et en ce que la ligne de visée de la voie senseur d'étoiles est
mécaniquement solidaire de la ligne de visée de la voie senseur optronique.
- 15 2. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 1,
caractérisé en ce que les détecteurs (6, 8) des voies senseur d'étoiles et
senseur optronique sont matriciels, en ce qu'au moins une partie de la ligne
de visée de la voie senseur d'étoiles et une partie de la ligne de visée de la
20 voie senseur optronique sont alignées l'une sur l'autre, et en ce que la liaison
mécanique entre les lignes de visée des voies senseur d'étoiles et senseur
optronique est suffisamment rigide pour maintenir la correspondance
existant entre les pixels (30) du détecteur (6) de la voie senseur optronique
et des pixels (31) du détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles.
- 25 3. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 2,
caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible comporte une seule
optique d'entrée laquelle est commune aux voies senseur d'étoiles et
senseur optronique.
- 30 4. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des
revendications 2 à 3, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible
est destiné à acquérir au moins un type de cible parmi la famille de cibles
comportant, les cibles aériennes, les cibles spatiales, les missiles.

5. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 1, caractérisé en ce que les lignes de visée des voies senseur d'étoiles et senseur optronique sont disposées sensiblement à angle droit l'une de l'autre.

5

6. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible est destiné à acquérir au moins un type de cible parmi la famille de cibles comprenant, les cibles terrestres, les cibles navales.

10

7. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que le champ (15) du détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles est suffisamment grand pour voir en permanence au moins deux étoiles.

15

8. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles ont chacune une cadence image dont l'une est un multiple de l'autre.

20

9. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 8, caractérisé en ce que la voie senseur optronique et la voie senseur d'étoiles ont la même cadence image et sont temporellement synchronisées.

25

10. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles est matriciel et en ce que ledit détecteur (8) est disposé de manière à obtenir une image défocalisée des étoiles afin que l'image de chaque étoile recouvre plusieurs pixels dudit détecteur (8).

30

11. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible est destiné à pouvoir fonctionner de jour comme de nuit et en ce qu'au moins une partie de la bande II de l'infrarouge est incluse dans le domaine spectral de sensibilité du détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles.

35

12. Dispositif d'acquisition de cible selon la revendication 11, caractérisé en ce que le domaine spectral de sensibilité du détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles a une limite inférieure valant sensiblement $1\mu\text{m}$ et
5 une limite supérieure sensiblement comprise entre $2,5\mu\text{m}$ et $4\mu\text{m}$.

13. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le détecteur (8) de la voie senseur d'étoiles et le détecteur (6) de la voie senseur optronique sont
10 confondus en un seul et même détecteur.

14. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la voie senseur d'étoiles possède deux détecteurs, l'un sensible dans le visible et l'autre dans au
15 moins une partie de l'infrarouge, et en ce que la voie senseur optronique possède deux détecteurs, l'un sensible dans la bande II de l'infrarouge et l'autre sensible dans la bande III de l'infrarouge.

15. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'asservissement de la voie senseur optronique asservissent la ligne de visée de la voie senseur optronique sur la cible (13).
20

16. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les moyens d'asservissement de la voie senseur optronique asservissent la ligne de visée de la voie senseur optronique sur les étoiles (16) du ciel.
25

17. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition de cible est une boule (10) de poursuite et en ce que les deux voies sont intégrées à l'intérieur de la boule (10).
30

18. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition
35

de cible comporte au moins un filtre (2) polarisant rectiligne qui est disposé de manière à ce que, lors de l'acquisition d'une cible volante (13), la composante de polarisation rectiligne horizontale de la lumière qui arrive sur le détecteur (6, 8) d'au moins l'une des voies soit substantiellement plus
5 atténuée que la composante de polarisation rectiligne verticale de la lumière qui arrive sur le détecteur (6, 8) de ladite voie.

19. Dispositif d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'acquisition
10 de cible est un dispositif d'acquisition de missile balistique.

20. Aéronef de surveillance, caractérisé en ce que l'aéronef comporte un dispositif (10) d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications précédentes.

15

21. Aéronef de surveillance selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'aéronef comporte un dispositif (22) de veille ainsi que des moyens (24) de communication entre le dispositif (10) d'acquisition de cible et le dispositif (22) de veille, lesdits moyens (24) de communication
20 permettant au dispositif (10) d'acquisition de cible de s'accrocher, successivement dans le temps, sur plusieurs cibles (13) et de revenir régulièrement s'accrocher sur chacune desdites cibles (13).

22. Aéronef de surveillance selon l'une quelconque des revendications 20 à 21, caractérisé en ce que l'aéronef est un avion de
25 chasse.

23. Aéronef de surveillance selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, caractérisé en ce que l'aéronef est destiné à évoluer
30 à une altitude d'environ 40000 pieds.

24. Aérostat de surveillance, caractérisé en ce que l'aérostat comporte un dispositif (10) d'acquisition de cible selon l'une quelconque des revendications 1 à 19.

35

25. Aérostat de surveillance selon la revendication 24, caractérisé en ce que l'aérostat comporte un dispositif (22) de veille ainsi que des moyens (24) de communication entre le dispositif (10) d'acquisition de cible et le dispositif (22) de veille, lesdits moyens (24) de communication permettant au dispositif (10) d'acquisition de cible de s'accrocher, successivement dans le temps, sur plusieurs cibles (13) et de revenir régulièrement s'accrocher sur chacune desdites cibles (13).

26. Aérostat de surveillance selon l'une quelconque des revendications 24 à 25, caractérisé en ce que l'aérostat est un ballon.

27. Aérostat de surveillance selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, caractérisé en ce que l'aérostat est destiné à stationner à une altitude d'environ 40000 pieds.

15

28. Système d'estimation de trajectoire d'une cible (13), caractérisé en ce que le système d'estimation comporte un seul aéronef selon l'une quelconque des revendications 20 à 23 ou un seul aérostat selon l'une quelconque des revendications 24 à 27, en ce que ledit aéronef ou ledit aérostat comporte un télémètre et en ce que le système d'estimation comporte des moyens (21) de reconstruction de la trajectoire de la cible (13) à partir des images fournies par l'aéronef ou par l'aérostat et à partir des mesures de télémétrie.

25

29. Système d'estimation de trajectoire d'une cible (13), caractérisé en ce que le système d'estimation comporte au moins deux aéronefs de surveillance selon l'une quelconque des revendications 20 à 23 ou deux aérostats selon l'une quelconque des revendications 24 à 27 et des moyens (21) de reconstruction de la trajectoire de la cible (13) par triangulation à partir des images fournies par les différents aéronefs ou par les différents aérostats.

30

30. Système de défense caractérisé en ce qu'il comporte un système d'estimation selon l'une quelconque des revendications 28 à 29 et

au moins un aéronef d'interception auquel est fournie au moins une portion de la trajectoire estimée par le système d'estimation.

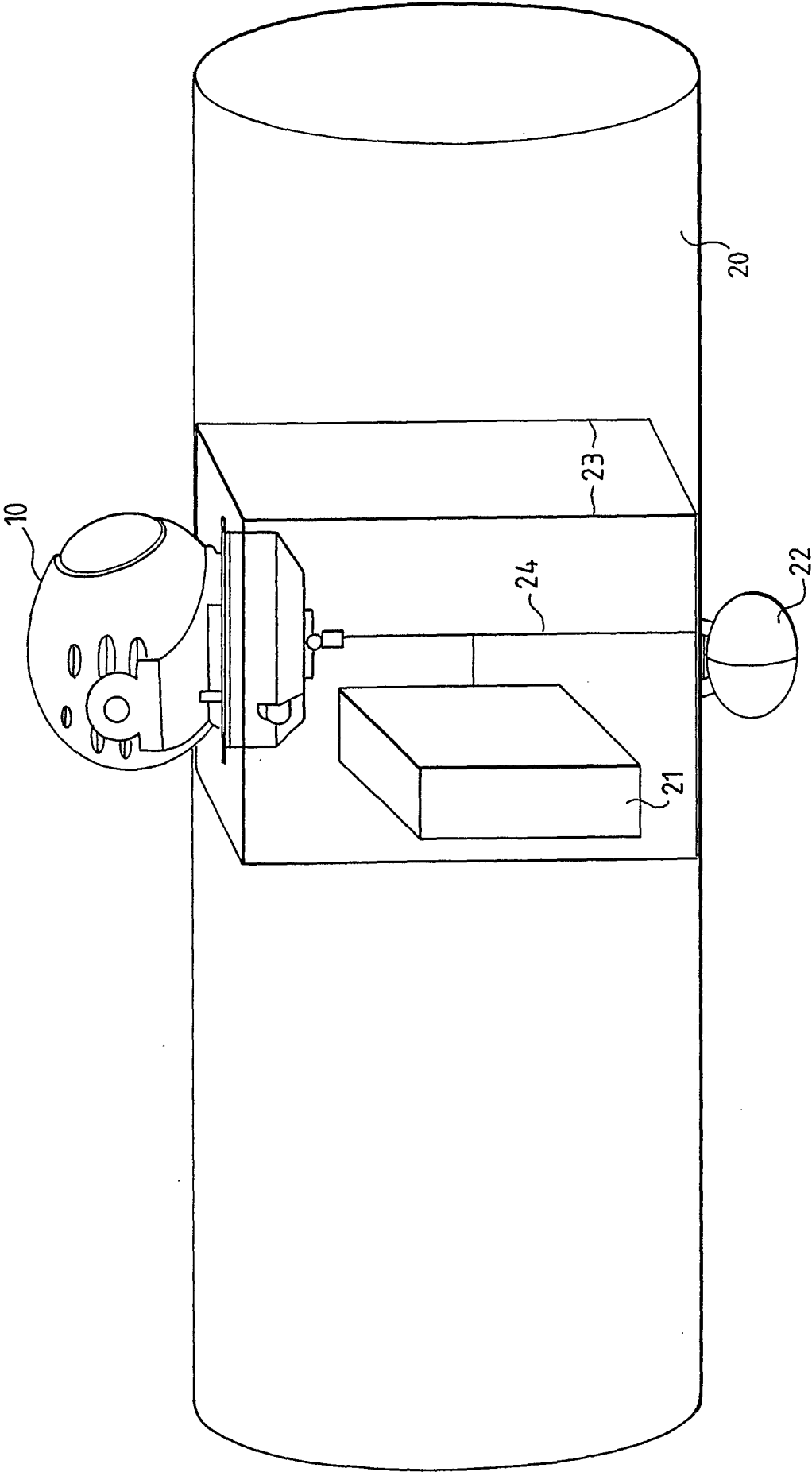


FIG.1

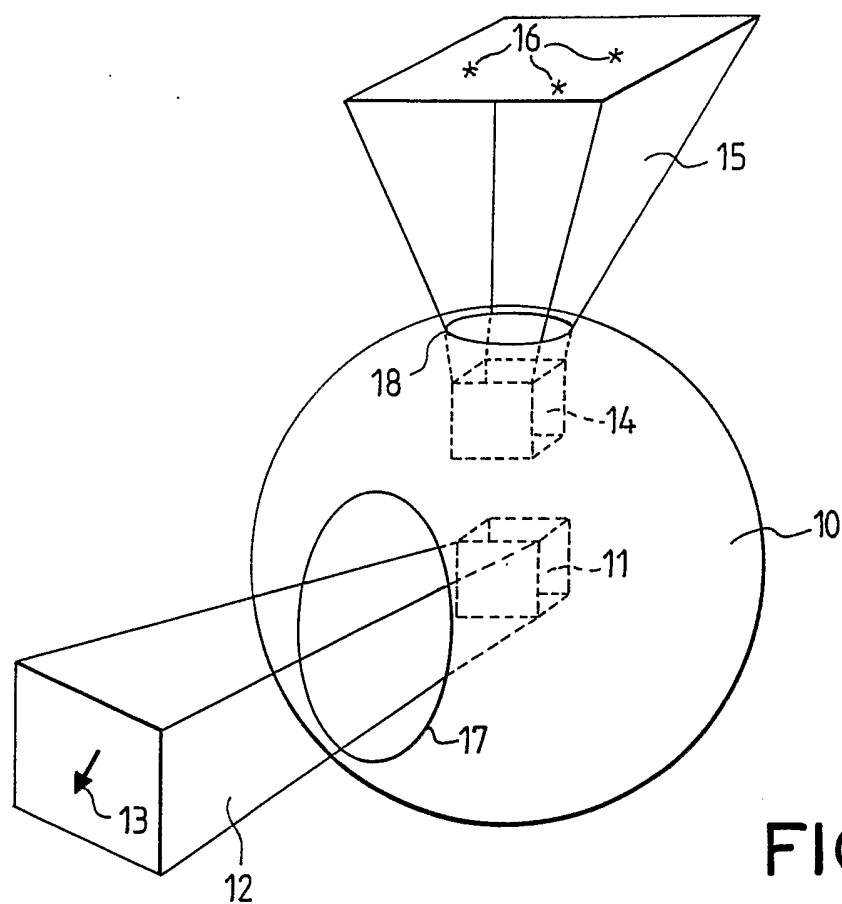


FIG. 2

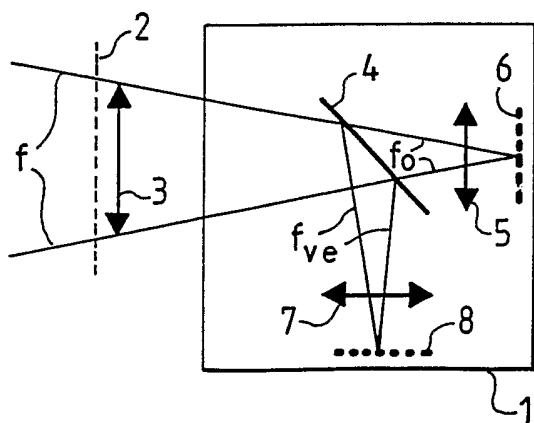


FIG.3

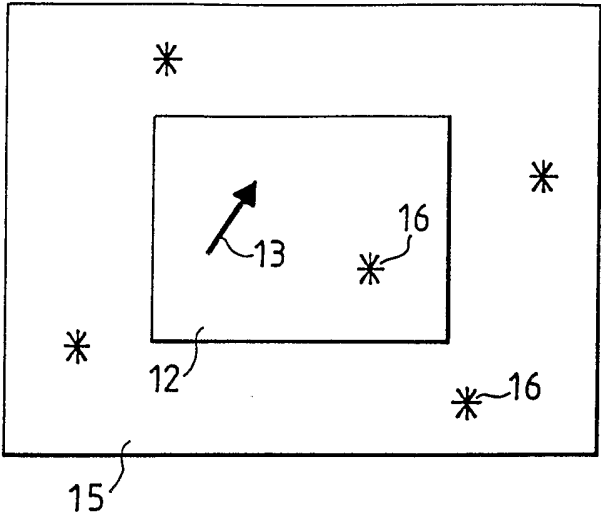


FIG. 4

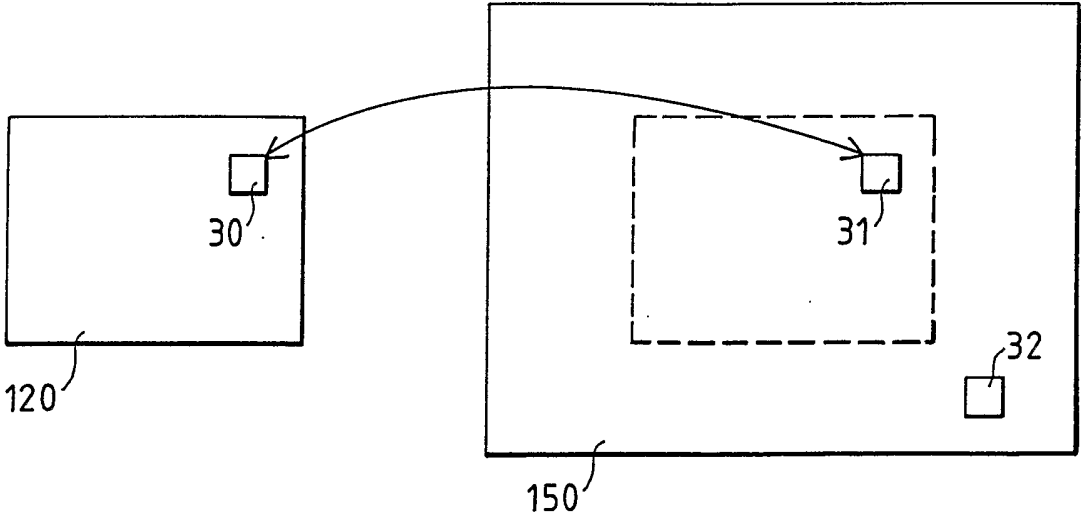


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 02/03613

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S3/786 F41G3/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F41G G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 5 672 872 A (HARTMAN DAVID F ET AL) 30 September 1997 (1997-09-30) abstract column 3, line 39 -column 8, line 40; figures 1-10 ---	1,24,28, 29 2-4,6, 15, 18-23,25
Y A	WO 98 36373 A (POTTECK SERGE ;CENTRE NAT ETD SPATIALES (FR)) 20 August 1998 (1998-08-20) abstract page 3, line 24 -page 22, line 26; figures 1-7 --- -/-	1,24,28, 29 2,3,7-14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2003

Date of mailing of the international search report

12/03/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blonde1, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 02/03613

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 418 364 A (HALE ROBERT A ET AL) 23 May 1995 (1995-05-23) abstract column 3, line 39 -column 8, line 40; figures 1-10 ---	1-6, 15, 18-25
A	WO 97 41460 A (MONTGOMERY HARVEY J ;PEARSON WILLIAM A (US); BAUER HELMUTH (US); J) 6 November 1997 (1997-11-06) abstract page 9, line 25 -page 62, line 21; figures 1-34 -----	1-6, 15-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/03613

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5672872	A	30-09-1997	NONE	
WO 9836373	A	20-08-1998	FR 2759474 A1	14-08-1998
			EP 0960382 A1	01-12-1999
			WO 9836373 A1	20-08-1998
			JP 2001519899 T	23-10-2001
			US 6324475 B1	27-11-2001
US 5418364	A	23-05-1995	NONE	
WO 9741460	A	06-11-1997	AU 723298 B2	24-08-2000
			AU 3956897 A	19-11-1997
			CA 2250751 A1	06-11-1997
			CA 2342413 A1	06-11-1997
			EP 0939908 A2	08-09-1999
			NO 984582 A	01-12-1998
			TR 9801972 T2	18-01-1999
			WO 9741460 A2	06-11-1997
			US 6359681 B1	19-03-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

de Internationale No
PCT/FR 02/03613

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01S3/786 F41G3/22

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F41G G01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y A	US 5 672 872 A (HARTMAN DAVID F ET AL) 30 septembre 1997 (1997-09-30) abrégé colonne 3, ligne 39 -colonne 8, ligne 40; figures 1-10 ----	1, 24, 28, 29 2-4, 6, 15, 18-23, 25
Y A	WO 98 36373 A (POTTECK SERGE ;CENTRE NAT ETD SPATIALES (FR)) 20 août 1998 (1998-08-20) abrégé page 3, ligne 24 -page 22, ligne 26; figures 1-7 ----- -/--	1, 24, 28, 29 2, 3, 7-14

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 mars 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/03/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Blondel, F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

L₁ e Internationale No
PCT/FR 02/03613

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'Indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 418 364 A (HALE ROBERT A ET AL) 23 mai 1995 (1995-05-23) abrégé colonne 3, ligne 39 -colonne 8, ligne 40; figures 1-10 ----	1-6, 15, 18-25
A	WO 97 41460 A (MONTGOMERY HARVEY J ; PEARSON WILLIAM A (US); BAUER HELMUTH (US); J) 6 novembre 1997 (1997-11-06) abrégé page 9, ligne 25 -page 62, ligne 21; figures 1-34 -----	1-6, 15-25

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

ie Internationale No
PCT/FR 02/03613

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5672872	A	30-09-1997	AUCUN	
WO 9836373	A	20-08-1998	FR 2759474 A1	14-08-1998
			EP 0960382 A1	01-12-1999
			WO 9836373 A1	20-08-1998
			JP 2001519899 T	23-10-2001
			US 6324475 B1	27-11-2001
US 5418364	A	23-05-1995	AUCUN	
WO 9741460	A	06-11-1997	AU 723298 B2	24-08-2000
			AU 3956897 A	19-11-1997
			CA 2250751 A1	06-11-1997
			CA 2342413 A1	06-11-1997
			EP 0939908 A2	08-09-1999
			NO 984582 A	01-12-1998
			TR 9801972 T2	18-01-1999
			WO 9741460 A2	06-11-1997
			US 6359681 B1	19-03-2002