

(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
7 septembre 2007 (07.09.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/099080 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01W 1/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2007/051809

(22) Date de dépôt international :
26 février 2007 (26.02.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
06 01770 28 février 2006 (28.02.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 45 rue de Villiers, F-92200 Neuilly
Sur Seine (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **ARTIS,**
Jean-Paul [FR/FR]; 65 ALLEE DE PROVENCE,
F-29280 Plouzane (FR).

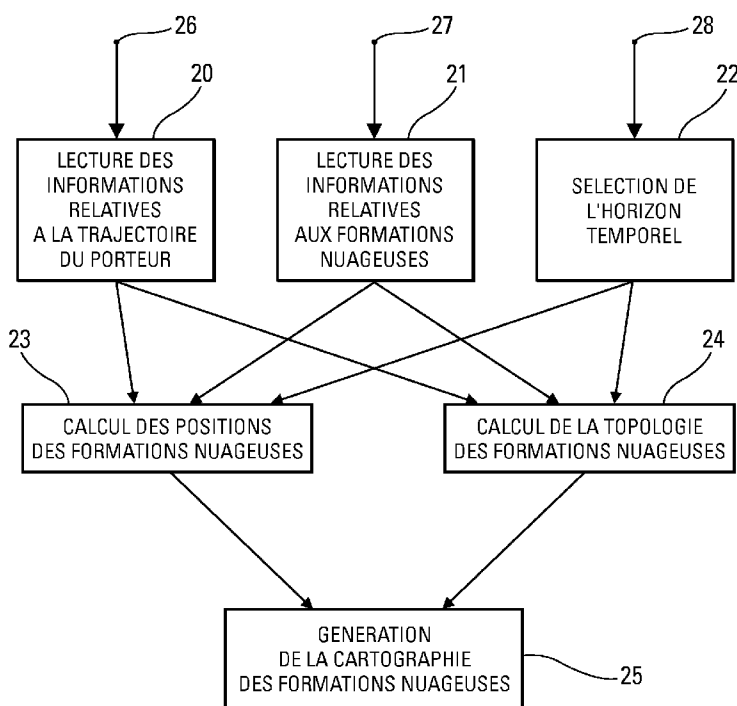
(74) Mandataire : **LUCAS, Laurent**; 31-33 Avenue Aristide
Briand, F-94117 Arcueil (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DATA GENERATION METHOD AND METEOROLOGICAL SYSTEM FOR THE PROGRESSIVE PREDICTION
OF METEOROLOGICAL SITUATIONS AROUND A CARRIER

(54) Titre : PROCEDE DE GENERATION ET SYSTEME METEOROLOGIQUE A PREDICTION PROGRESSIVE DE SITUA-
TIONS METEOROLOGIQUES AUTOUR D'UN PORTEUR



20 ... READING OF INFORMATION RELATING TO TRAJECTORY OF CARRIER
21... READING OF INFORMATION RELATING TO CLOUD FORMATIONS
22... SELECTION OF TIME HORIZON
23... CALCULATION OF POSITIONS OF CLOUD FORMATIONS
24... CALCULATION OF TOPOLOGY OF CLOUD FORMATIONS
25... GENERATION OF CARTOGRAPHY OF CLOUD FORMATIONS

(57) Abstract: The invention relates to a progressive prediction method for the generation of data relating to the meteorological situation around a carrier. Said method comprises steps for reading data relating to the speed of the carrier and to cloud formations, and steps for the calculation of the geographical position and the vector of the volumic parameters predicted at a given time horizon, for each cloud formation. The time horizon depends, for each cloud formation, on the speed of the carrier and the distance separating the cloud formation from the carrier. The inventive method also comprises a step for the generation of a cartography comprising a representation corresponding to the geographical position and topology calculated for each cloud formation. The invention also relates to an on-board meteorological system for the progressive prediction of meteorological situations around a carrier. The invention especially applies to on-board meteorological systems for aircrafts comprising a meteorological radar enabling the prediction of the development of cloud formations.

[Suite sur la page suivante]



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

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.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de génération à prédiction progressive de données relatives à la situation météorologique autour d'un porteur. Il comporte les étapes de lecture de données relatives à la vitesse du porteur et aux formations nuageuses, des étapes de calcul pour chaque formation nuageuse de la position géographique et du vecteur des paramètres volumiques prédits à un horizon temporel donné. L'horizon temporel est fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse du porteur et de la distance séparant la formation nuageuse du porteur. Le procédé comporte aussi une étape de génération d'une cartographie comportant une représentation correspondant à la position géographique et à la topologie calculées de chaque formation nuageuse. L'invention a aussi pour objet un système météorologique embarqué à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur. En particulier, l'invention s'applique aux systèmes météorologiques embarqués sur des aéronefs comportant un radar météorologique permettant la prédiction de l'évolution de formations nuageuses.

Procédé de génération et système météorologique à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur.

L'invention concerne un procédé de génération à prédiction progressive de données relatives à la situation météorologique autour d'un porteur. L'invention a aussi pour objet un système météorologique embarqué à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur.

- 5 En particulier, l'invention s'applique aux systèmes météorologiques embarqués sur des aéronefs comportant un radar météorologique permettant la prédiction de l'évolution de formations nuageuses.

Les systèmes météorologiques embarqués dans les aéronefs
10 permettent notamment de cartographier les formations nuageuses à proximité de l'appareil, par exemple à l'aide d'un radar météorologique. Ainsi, dans le rayon d'action du système météorologique embarqué, il est possible de détecter et localiser les formations nuageuses pouvant être désagréables pour les passagers, voire dangereuses. Généralement, le système
15 météorologique dispose d'un écran synthétisant la situation météorologique actuelle par une image. Le pilote doit anticiper les risques éventuels en corrélation avec la trajectoire future de l'aéronef, fournie par exemple par un système de gestion du vol.

Cependant, l'interprétation humaine de telles images dans le
20 temps est particulièrement complexe. D'une part, les images présentées sur l'écran du système météorologique ne permettent pas au pilote d'appréhender l'évolution des formations nuageuses. Pour résoudre ce problème, on connaît par exemple du brevet EP 0962890 publié le 8 décembre 1999 un procédé de suivi dynamique de l'évolution de milieux
25 déformables et de prédiction de leur évolution, permettant notamment d'établir une prévision à un horizon temporel donné des évolutions des différentes formations nuageuses. D'autre part, le pilote doit pouvoir ajuster si possible la trajectoire de l'aéronef en fonction de la localisation des formations nuageuses.

30 Une solution connue à ce problème est de générer deux cartes distinctes : une première carte comportant des représentations de formations nuageuses à un instant donné et une seconde carte comportant des représentations de formations nuageuses telles qu'elles ont été prédites à un horizon temporel donné. Certains systèmes proposent de générer sur une

même carte les représentations des formations nuageuses à un instant donné et les représentations des formations nuageuses prédites à un horizon temporel donné.

Or, les cartes ainsi générées n'intègrent pas la trajectoire de l'aéronef. La localisation géographique future des formations nuageuses prédites affichées ne tient donc pas compte de la trajectoire de l'aéronef : le pilote qui lit la carte ainsi générée doit donc intégrer mentalement les mouvements de l'aéronef afin de pouvoir exploiter utilement la carte générée. Cette tâche peut s'avérer particulièrement délicate lorsque la trajectoire de l'aéronef est complexe. En outre, en raison de la concentration demandée au pilote pour effectuer cette tâche, des erreurs d'interprétation nuisibles à la sécurité de l'aéronef peuvent donc se produire.

L'invention a notamment pour but de pallier les inconvénients précités. L'invention a notamment pour objet un procédé de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur. Le procédé comporte les étapes suivantes :

- (a) une étape de lecture de données relatives à la vitesse dudit porteur ;
- (b) une étape de lecture de données relatives aux formations nuageuses présentes autour dudit porteur ;
- (c) des étapes de calcul pour chaque formation nuageuse de la position géographique et du vecteur des paramètres volumiques prédits à un horizon temporel donné, ledit horizon temporel étant fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse dudit porteur et de la distance séparant la formation nuageuse du porteur;
- (d) une étape de génération d'une cartographie comportant une représentation correspondant à la position géographique et à la topologie calculées à l'étape (c) de chaque formation nuageuse.

Dans un mode de réalisation, à partir de la position géographique, de la distance au porteur et du vecteur de vitesse d'advection de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, la position de chaque formation nuageuse prédites à un horizon temporel donné est calculée en utilisant la relation mathématique suivante :

$$PN_{carte} = PN + Va \times \frac{DN}{Vp}.$$

Dans un mode de réalisation, à partir du vecteur des paramètres volumique, de la distance au porteur et du vecteur de vitesse de convection de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur étant
 5 extrait des données relatives à la vitesse du porteur, le vecteur des paramètres volumiques prédit à un horizon temporel donné est calculée en utilisant la relation mathématique suivante :

$$VN_{carte} = VN + Vc \times \frac{DN}{Vp}.$$

10

Avantageusement, le vecteur des paramètres volumiques comporte au moins un squelette de contours fermés, modélisant la topologie de ladite formation nuageuse.

15 L'invention a encore pour objet un système à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur comportant au moins un calculateur et au moins un dispositif d'affichage. Le calculateur comporte une ou plusieurs interfaces et/ou bus de données lui permettant d'accéder à la vitesse du porteur et aux informations relatives aux formations
 20 nuageuses autour du porteur. Le calculateur calcule la position géographique et le vecteur des paramètres volumiques prédits à un horizon temporel donné de chaque formation nuageuse. L'horizon temporel est fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse du porteur et de la distance séparant la formation nuageuse du porteur. Le dispositif d'affichage
 25 comporte au moins un écran de navigation sur lequel est affichée une cartographie comportant une représentation correspondant à la position géographique et à la topologie calculées par le calculateur.

Dans un mode de réalisation, à partir de la position géographique,
 30 de la distance au porteur et du vecteur de vitesse d'advection de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, la position de chaque formation nuageuse prédites à un horizon temporel donné est calculée par le calculateur en utilisant la relation mathématique suivante :

$$PN_{carte} = PN + Va \times \frac{DN}{Vp}.$$

Dans un mode de réalisation, à partir du vecteur des paramètres volumique, de la distance au porteur et du vecteur de vitesse de convection
5 de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, le vecteur des paramètres volumiques prédit à un horizon temporel donné est calculée par le calculateur en utilisant la relation mathématique suivante :

$$VN_{carte} = VN + Vc \times \frac{DN}{Vp}.$$

10 Le vecteur des paramètres volumiques peut comporter au moins un squelette de contours fermés, modélisant la topologie de ladite formation nuageuse.

Avantageusement, la vitesse du porteur peut être extraite d'un
15 système de gestion du vol.

Avantageusement, les informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur sont par exemple construites à partir des informations délivrées par un ou plusieurs radar météorologique. Le dispositif
20 d'affichage peut en outre être partagé avec d'autres dispositifs embarqués dans le porteur.

L'invention a notamment pour avantages qu'elle permet de ne pas avoir d'impacts négatifs sur la sûreté de fonctionnement du système
25 météorologique selon l'invention, les formations nuageuses prédites à proximité de l'aéronef étant calculées à un horizon temporel proche.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui
30 représentent :

- la figure 1, une cartographie produite par un système météorologique selon l'état de l'art ;

- la figure 2, un système météorologique selon l'invention à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur ;
- 5 • la figure 3, un synoptique des étapes du procédé selon l'invention de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur ;
- la figure 4, un mode de réalisation d'un dispositif d'affichage selon l'invention.

10

La figure 1 montre une cartographie produite par un système météorologique selon l'état de l'art. Les systèmes météorologiques embarqués sur des porteurs, comme par exemple des aéronefs, comportent généralement un ou plusieurs dispositifs d'affichage de la situation

15 météorologique 1 à un horizon temporel donné. Aussi, à l'aide notamment des informations issues d'un radar météorologique embarqué à bord du porteur, un calculateur génère une représentation des formations nuageuses autour du porteur. Pour certains systèmes météorologiques, le dispositif d'affichage de la situation météorologique 1 n'affiche que la représentation

20 des formations nuageuses observées 2, c'est-à-dire l'ensemble des formations nuageuses observées par le radar météorologique à un instant donné dans une zone géographique autour du porteur délimitée. Pour d'autres systèmes météorologiques, le dispositif d'affichage de la situation météorologique 1 affiche en plus de la représentation des formations

25 nuageuses observées 2, la représentation des formations nuageuses prédites 3. La représentation des formations nuageuses prédites 3 peut notamment être générée à partir d'un procédé de suivi dynamique de l'évolution de milieux déformables et de prédiction de leur évolution. A titre d'exemple, le brevet EP 0962890 publié le 8 décembre 1999 décrit un

30 procédé permettant notamment d'établir une prévision à un horizon temporel donné des évolutions des différentes formations nuageuses.

La figure 2 montre un système météorologique selon l'invention à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur. Sur

35 la figure 2, le système météorologique 10 selon l'invention comporte au

moins un calculateur 12 et au moins un dispositif d'affichage 13. Le calculateur 12 a en outre pour fonction de mettre en œuvre le procédé selon l'invention de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur, décrit ultérieurement notamment à l'aide des figures 3 et 4. Le calculateur 12 peut être un calculateur numérique, disposant par exemple d'un ou plusieurs processeurs adaptés aux calculs numériques. Le calculateur 12 dispose en outre d'une ou plusieurs interfaces et/ou bus de données lui permettant d'accéder d'une part à la vitesse ou plus généralement à la trajectoire du porteur et d'autre part aux informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur. La trajectoire du porteur peut par exemple être issue d'un système de gestion du vol 14 (ou selon l'expression anglo-saxonne Flight Management System). La trajectoire du porteur, c'est-à-dire au moins la vitesse du porteur, peut cependant être délivrée par n'importe quel autre dispositif délivrant des informations complètes ou partielles de trajectoire ou des informations qui permettent de déduire ces informations. Ces informations peuvent encore être délivrées par plusieurs dispositifs en combinaison. A titre d'exemple, on peut citer comme source d'informations de trajectoire les centrales inertielles ou encore les systèmes de navigations par satellite. La situation météorologique autour du porteur peut notamment être construite à partir des informations délivrées par un ou plusieurs radar météorologique 11. Le radar météorologique 11 a notamment pour fonction de détecter et localiser les formations nuageuses à proximité de l'appareil et donc de fournir des informations permettant d'établir la situation météorologique autour du porteur. La situation météorologique autour du porteur peut cependant être fournie au calculateur par un autre type de dispositif adapté à cette fonction : on peut notamment penser à un dispositif recevant des informations météorologiques en provenance d'un autre porteur, de stations météorologiques au sol et/ou encore de satellite météorologique ou de communications.

Le calculateur 12 à partir notamment des informations recueillies relatives à la trajectoire du porteur et à la situation météorologique autour du porteur génère à l'aide du procédé selon l'invention de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur une cartographie comportant des formations nuageuses prédites en fonction de

la trajectoire du porteur. Le dispositif d'affichage 13 reçoit et affiche la cartographie comportant des formations nuageuses prédites en fonction de la trajectoire du porteur. Le dispositif d'affichage 13 peut notamment être un afficheur standard, comportant un ou plusieurs écrans. Le dispositif
5 d'affichage 13 peut en outre être partagé avec d'autres dispositifs embarqués dans le porteur. Le dispositif d'affichage 13 est rafraîchi à un rythme compatible avec la vitesse du porteur.

La figure 3 montre par un synoptique les étapes du procédé selon
10 l'invention de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur. Les éléments identiques aux éléments déjà présentés sur les autres figures portent les mêmes références. Dans une étape 20, les données relatives à la vitesse du porteur 26 ou plus généralement des données relatives à la trajectoire du porteur comportant au
15 moins la valeur absolue de la vitesse dudit porteur sont lues. Parmi les données relatives à la trajectoire du porteur 26, on peut notamment citer outre la vitesse du porteur des informations permettant de déduire la vitesse du porteur. Cependant, les informations concernant le cap du porteur ne sont pas nécessaires. Les données relatives à la trajectoire du porteur 26 peuvent
20 être fournies par un système de gestion du vol 14. Dans une étape 21, des informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur 27 sont lues. Les informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur 27 peuvent être fournies par un radar météorologique 11. Les informations relatives aux formations nuageuses peuvent par exemple comporter des
25 informations sur la topologie, la vitesse instantanée, les échos radar des formations nuageuses. Dans une étape facultative 22, le pilote du porteur donne une consigne 28 aboutissant à la sélection d'un horizon temporel limite, c'est-à-dire à l'horizon temporel le plus grand à inclure sur la cartographie. L'horizon temporel correspond au temps que va mettre le
30 porteur pour atteindre une zone géographique donnée. Si cette étape 22 n'est pas effectuée, alors une valeur par défaut est assignée à l'horizon temporel limite.

Dans des étapes 23 et 24 du procédé selon l'invention, la position géographique PN_{carte} et la topologie VN_{carte} prédites à un horizon temporel
35 donné de chaque formation nuageuse sont calculées, l'horizon temporel

étant fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse V_p dudit porteur et de la distance DN séparant la formation nuageuse du porteur.

Ainsi, dans l'étape 23, à partir des informations reçues à l'issue de l'étape 20 de lecture des données relatives à la trajectoire du porteur 26, de l'étape 21 de lecture des informations relatives aux formations nuageuses 5 autour du porteur, et éventuellement de l'étape 22 de sélection d'un horizon temporel donné, les positions des formations nuageuses à inclure sur la cartographie sont calculées. Cette étape est par exemple mise en œuvre par un calculateur 12. Ainsi, à partir notamment des informations relatives aux 10 formations nuageuses autour du porteur, pour chaque formation nuageuse, on connaît la position géographique PN de ladite formation nuageuse considérée et la distance DN de ladite formation nuageuse considérée au porteur. Pour chaque formation nuageuse, le vecteur de vitesse d'advection V_a est soit calculé soit reçu d'un autre dispositif adapté au calcul des 15 vecteurs d'advection V_a . Le vecteur d'advection V_a correspond à la vitesse de déplacement géographique de la formation nuageuse. Le vecteur d'advection V_a donne le déplacement relatif d'une formation nuageuse dans l'espace pour une unité de temps. Le vecteur d'advection V_a d'une formation nuageuse donnée peut être calculée à partir des informations relatives aux 20 formations nuageuses autour du porteur délivré par exemple par un radar météorologique à l'aide par exemple du procédé de suivi dynamique de l'évolution de milieux déformables et de prédiction de leur évolution décrit dans le brevet EP 0962890 publié le 8 décembre 1999. Le module de la vitesse du porteur V_p est extrait des données relatives à la trajectoire du 25 porteur 26. La position de chaque formation nuageuse PN_{carte} à intégrer sur la cartographie est calculée en utilisant la relation mathématique suivante :

$$PN_{carte} = PN + V_a \times \frac{DN}{V_p}$$

Dans l'étape 24, à partir des informations reçues à l'issues de l'étape 20 de lecture des données relatives à la trajectoire du porteur 26, de 30 l'étape 21 de lecture des informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur, et éventuellement de l'étape 22 de sélection d'un horizon temporel donné, la topologie des formations nuageuses à inclure sur la cartographie sont calculés. Cette étape est par exemple mise en œuvre par un calculateur 12. Ainsi, à partir notamment des informations relatives aux

formations nuageuses autour du porteur, pour chaque formation nuageuse, on connaît le vecteur des paramètres volumique VN de ladite formation nuageuse considérée (aussi appelé topologie) et la distance DN de ladite formation nuageuse considérée au porteur. Pour chaque formation nuageuse, le vecteur des paramètres volumiques VN est soit calculé soit
 5 reçu d'un autre dispositif adapté au calcul des vecteurs des paramètres volumiques. Le vecteur des paramètres volumique VN correspond à un vecteur comportant l'ensemble des paramètres permettant de décrire la topologie de la formation nuageuse. Le vecteur des paramètres volumiques
 10 VN peut par exemple prendre la forme d'une description d'au moins un squelette de contours fermés modélisant la topologie de ladite formation nuageuse. Pour déterminer le ou les squelettes, on peut par exemple mettre en œuvre l'algorithme de Danielson. Pour chaque formation nuageuse, le vecteur de vitesse de convection Vc (qui peut aussi être désigné par le terme
 15 de vecteur d'expansion) est soit calculé soit reçu d'un autre dispositif adapté au calcul des vecteurs de convection Vc. Le vecteur de convection Vc correspond à la vitesse de variation volumique de la formation nuageuse. Le vecteur de convection Vc donne le déplacement relatif des paramètres volumiques d'une formation nuageuse dans l'espace pour une unité de
 20 temps. Dans le cas où un ou plusieurs squelettes sont utilisés pour décrire la topologie d'une formation nuageuse, le vecteur de convection Vc décrit l'évolution des paramètres décrivant le ou les squelettes pour une unité de temps. Le vecteur de convection Vc d'une formation nuageuse donnée peut être calculé à partir des informations relatives aux formations nuageuses
 25 autour du porteur délivré par exemple par un radar météorologique à l'aide par exemple du procédé de suivi dynamique de l'évolution de milieux déformables et de prédiction de leur évolution décrit dans le brevet EP 0962890 publié le 8 décembre 1999. Le vecteur des paramètres volumiques VN_{carte} (appelé aussi topologie) de chaque formation nuageuse à intégrer sur
 30 la cartographie est calculé en utilisant la relation mathématique suivante :

$$VN_{carte} = VN + Vc \times \frac{DN}{Vp}$$

Dans une étape 25 de génération de la cartographie des formations nuageuses, une fois la position PN_{carte} et le vecteur des paramètres volumiques VN_{carte} de chaque formation nuageuse calculé, une

cartographie comportant une représentation de chaque formation nuageuse correspondant à sa position PN_{carte} et ses paramètres volumiques VN_{carte} est générée. Cette cartographie ainsi générée peut ensuite être transmise pour y être notamment affichée par le dispositif d'affichage 13. Cette cartographie
5 peut en outre comporter d'autre représentation permettant par exemple d'améliorer l'intelligibilité de la carte. En outre, différents codes de couleurs en fonction par exemple de la dangerosité des différentes formations nuageuses peut être employée. La dangerosité des formations nuageuse peut par exemple être déterminer en fonction de la distance du nuage
10 considéré par rapport au porteur et/ou par le vecteur de convection V_c . Accessoirement, la position ainsi que la topologie actuelle des formations nuageuses peuvent être affichées parallèlement, par exemple en surimpression.

15 La figure 3 illustre un mode de réalisation d'un dispositif d'affichage selon l'invention. Les éléments identiques aux éléments déjà présentés sur les autres figures portent les mêmes références. Le dispositif d'affichage 13 comporte au moins un écran de navigation 30. L'écran de navigation 30 a notamment pour fonction d'afficher la cartographie des
20 formations nuageuses générée par le procédé selon l'invention. La position du porteur 31 est située au centre du côté bas de l'écran de navigation 30. Le demi-cercle 32 représente le lieu de prédiction sur un horizon de temps t égal à $\frac{D_p}{V_p}$, la distance D_p étant égale au rayon du demi-cercle 32. Le demi-cercle 32 montre l'ensemble des points où la position et la topologie des
25 formations nuageuses affichées sont prédites sur la base d'un même horizon temporel donné, c'est-à-dire prédite à un même instant futur donné.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de génération à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- (e) une étape de lecture (20) de données relatives à la vitesse dudit porteur (26) ;
- (f) une étape de lecture (21) de données relatives aux formations nuageuses présentes autour dudit porteur (27) ;
- (g) des étapes de calcul (23,24) pour chaque formation nuageuse de la position géographique (PN_{carte}) et du vecteur des paramètres volumiques (VN_{carte}) prédits à un horizon temporel donné, ledit horizon temporel étant fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse (V_p) dudit porteur et de la distance (DN) séparant la formation nuageuse du porteur;
- (h) une étape de génération d'une cartographie comportant une représentation correspondant à la position géographique (PN_{carte}) et à la topologie (VN_{carte}) calculées à l'étape (c) de chaque formation nuageuse.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que, à partir de la position géographique (PN), de la distance (DN) au porteur et du vecteur de vitesse d'advection (V_a) de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur (V_p) étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, la position de chaque formation nuageuse (PN_{carte}) prédites à un horizon temporel donné est calculée en utilisant la relation mathématique suivante :

$$PN_{carte} = PN + V_a \times \frac{DN}{V_p}.$$

3. Procédé selon l'une des quelconques revendications 1 à 2 caractérisé en ce que, à partir du vecteur des paramètres volumique (VN), de la distance (DN) au porteur et du vecteur de vitesse de convection (V_c) de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur (V_p) étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, le vecteur des paramètres

volumiques (VN_{carte}) prédit à un horizon temporel donné est calculée en utilisant la relation mathématique suivante :

$$VN_{carte} = VN + V_c \times \frac{DN}{V_p}.$$

5 4. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que le vecteur des paramètres volumiques (VN) comporte au moins un squelette de contours fermés, modélisant la topologie de ladite formation nuageuse.

10 5. Système à prédiction progressive de situations météorologiques autour d'un porteur comportant au moins un calculateur (12) et au moins un dispositif d'affichage (13) caractérisé en ce que le calculateur (12) comporte une ou plusieurs interfaces et/ou bus de données lui permettant d'accéder à la vitesse du porteur (26) et aux informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur (27), le calculateur (12) calculant (23,24) la
15 position géographique (PN_{carte}) et le vecteur des paramètres volumiques (VN_{carte}) prédits à un horizon temporel donné de chaque formation nuageuse, ledit horizon temporel étant fonction pour chaque formation nuageuse de la vitesse (V_p) dudit porteur et de la distance (DN) séparant la formation nuageuse du porteur, le dispositif d'affichage (13) comportant au moins un
20 écran de navigation sur lequel est affichée une cartographie comportant une représentation correspondant à la position géographique (PN_{carte}) et à la topologie (VN_{carte}) calculées par le calculateur (12).

6. Système selon la revendication 5 caractérisé en ce que, à partir de la
25 position géographique (PN), de la distance (DN) au porteur et du vecteur de vitesse d'advection (V_a) de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur (V_p) étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, la position de chaque formation nuageuse (PN_{carte}) prédites à un horizon temporel donné est calculée par le calculateur (12) en utilisant la
30 relation mathématique suivante :

$$PN_{carte} = PN + V_a \times \frac{DN}{V_p}.$$

7. Système selon l'une des quelconques revendications 5 à 6 caractérisé en ce que, à partir du vecteur des paramètres volumique (VN), de la distance

- (DN) au porteur et du vecteur de vitesse de convection (V_c) de chaque formation nuageuse, le module de la vitesse du porteur (V_p) étant extrait des données relatives à la vitesse du porteur, le vecteur des paramètres volumiques (VN_{carte}) prédit à un horizon temporel donné est calculée par le
- 5 calculateur (12) en utilisant la relation mathématique suivante :

$$VN_{\text{carte}} = VN + V_c \times \frac{DN}{V_p}.$$

8. Système selon la revendication 7 caractérisé en ce que le vecteur des paramètres volumiques (VN) comporte au moins un squelette de contours
- 10 fermés, modélisant la topologie de ladite formation nuageuse.

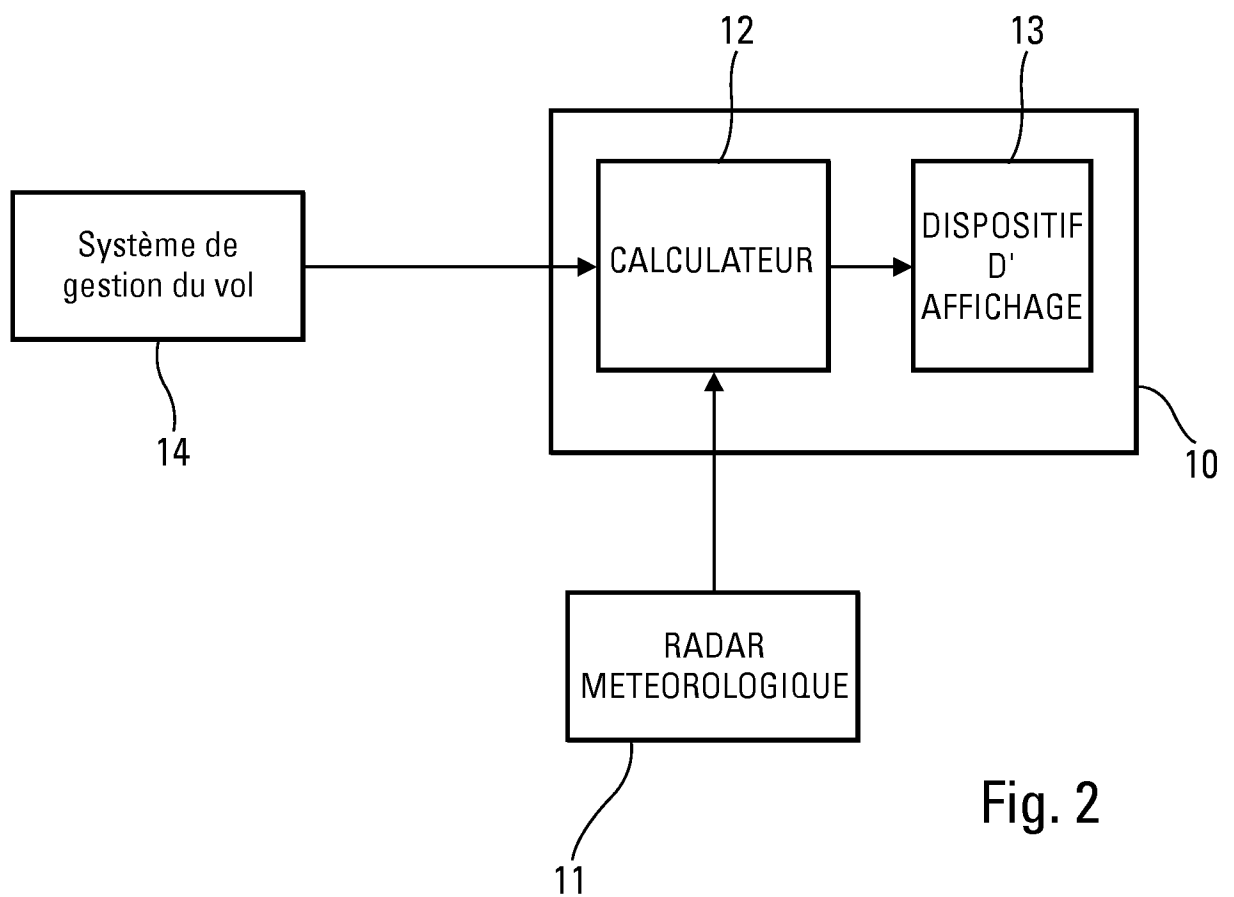
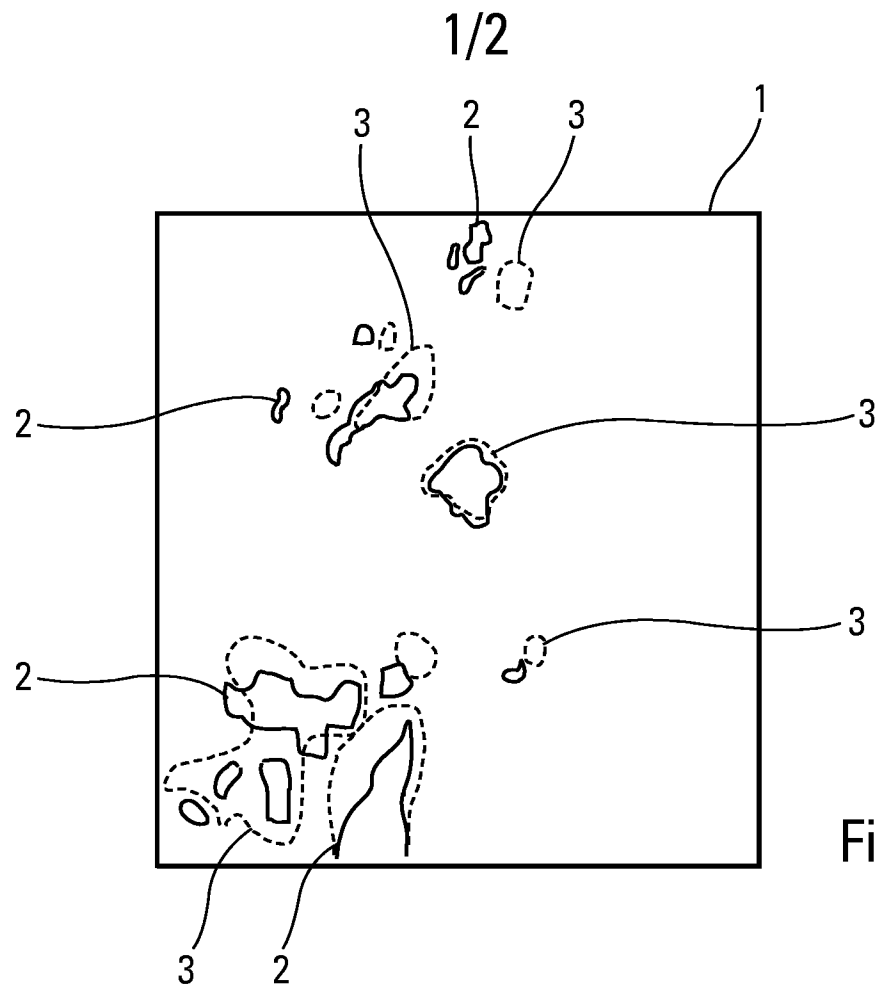
9. Système selon l'une des quelconques revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la vitesse du porteur (26) est extraite d'un système de gestion du vol
- (14).

15

10. Système selon l'une des quelconques revendications 5 à 9, caractérisé en ce que les informations relatives aux formations nuageuses autour du porteur (27) sont construites à partir des informations délivrées par un ou plusieurs radar météorologique (11).

20

11. Système selon l'une des quelconques revendications 5 à 10, caractérisé en ce que le dispositif d'affichage (13) est partagé avec d'autres dispositifs embarqués dans le porteur.



2/2

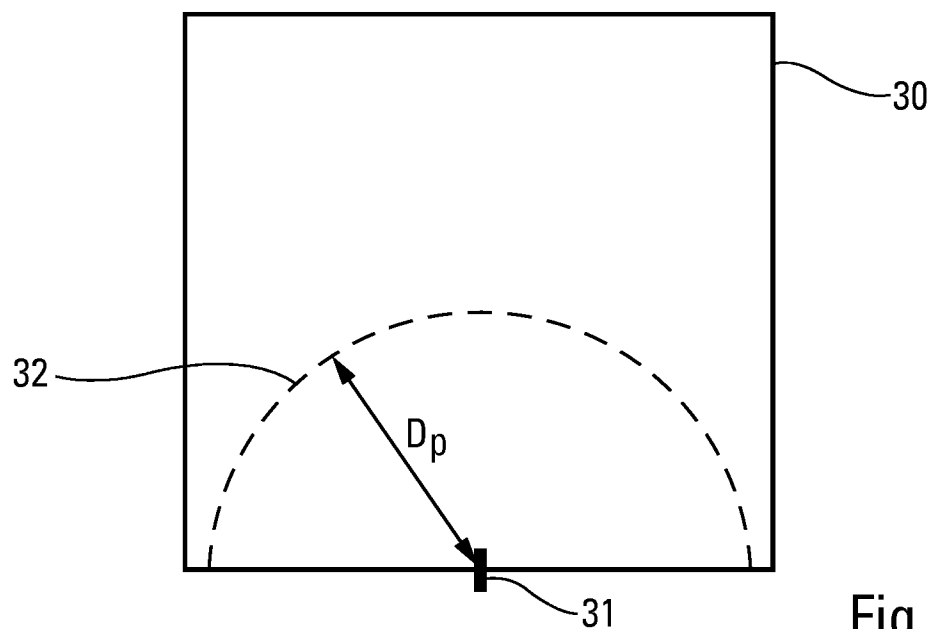
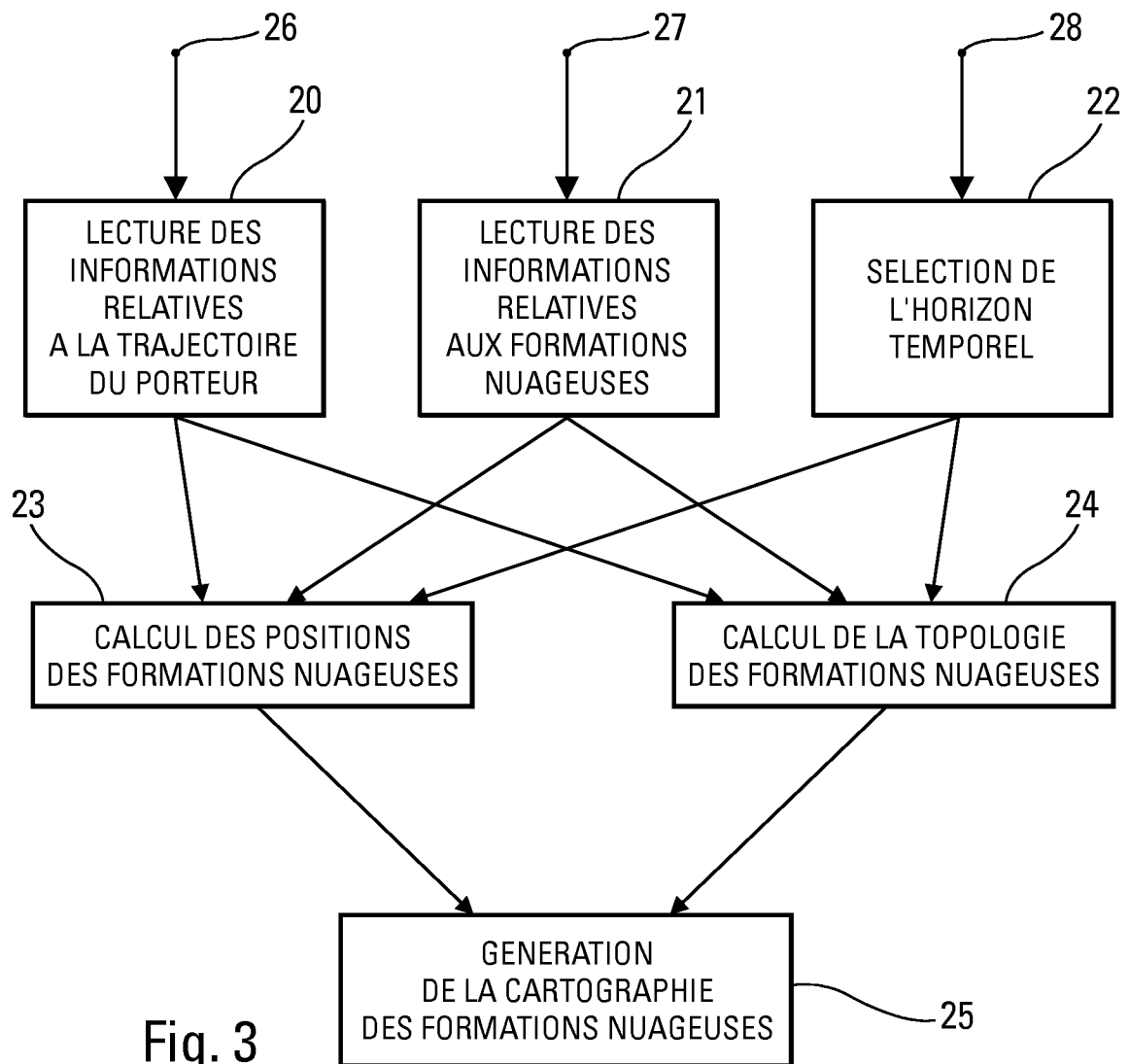


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/051809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01W1/10

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)

G01W G08G G08B

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)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 828 922 B1 (GREMMERT SCOTT [US] ET AL) 7 December 2004 (2004-12-07) column 15, lines 8-21 column 15, line 47 - column 16, line 6; figures 5,6	1-11
X	US 2002/039072 A1 (GREMMERT SCOTT [US] ET AL) 4 April 2002 (2002-04-04) paragraphs [0045], [0065]; figure 6	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2007

Date of mailing of the international search report

10/07/2007

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

Dighaye, Jean-Luc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/051809

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6828922	B1	07-12-2004	NONE
US 2002039072	A1	04-04-2002	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2007/051809

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G01W1/10

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)

G01W G08G G08B

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 cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 828 922 B1 (GREMMERT SCOTT [US] ET AL) 7 décembre 2004 (2004-12-07) colonne 15, ligne 8-21 colonne 15, ligne 47 - colonne 16, ligne 6; figures 5,6	1-11
X	US 2002/039072 A1 (GREMMERT SCOTT [US] ET AL) 4 avril 2002 (2002-04-04) alinéas [0045], [0065]; figure 6	1-11



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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 juillet 2007

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/07/2007

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

Dighaye, Jean-Luc

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2007/051809

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6828922	B1	07-12-2004	AUCUN
US 2002039072	A1	04-04-2002	AUCUN