



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**06.10.2004 Bulletin 2004/41**

(51) Int Cl.7: **G08G 5/04**

(21) Numéro de dépôt: **04101302.0**

(22) Date de dépôt: **30.03.2004**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK**

(72) Inventeur: **Ferro, Daniel**  
**31600 Muret (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard**  
**BREVALEX**  
**3, rue du Docteur Lancereaux**  
**75008 Paris (FR)**

(30) Priorité: **01.04.2003 FR 0350083**

(71) Demandeur: **AIRBUS France**  
**31060 Toulouse (FR)**

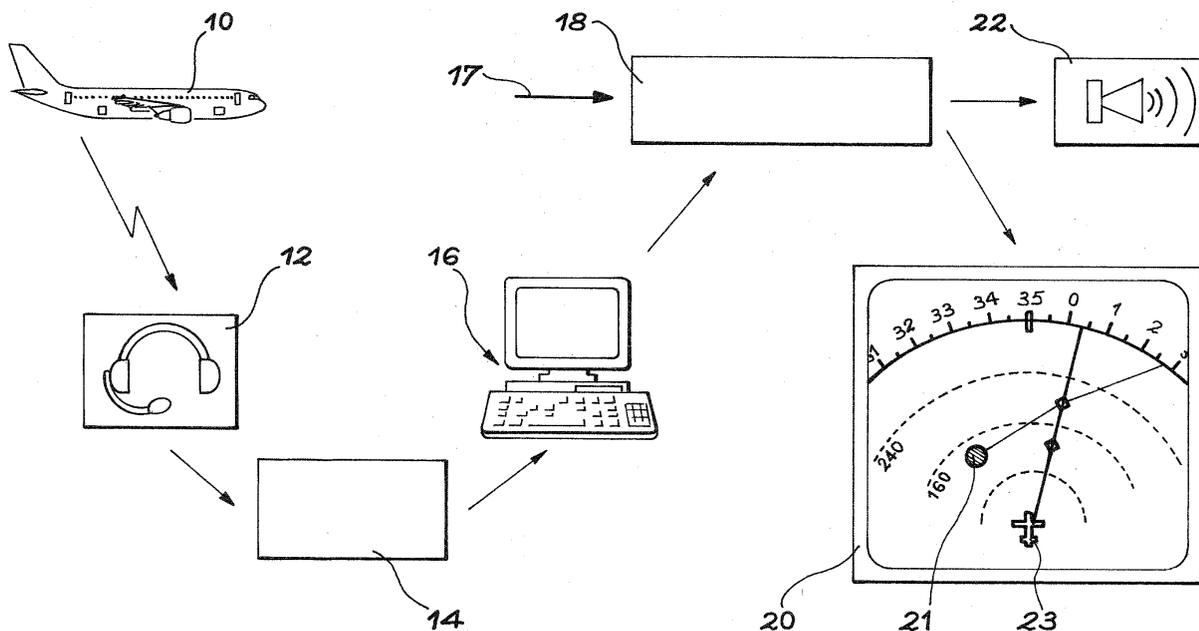
(54) **Procédé et dispositif embarqué d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aerien**

(57) La présente invention concerne un dispositif embarqué dans un aéronef d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien, dans le cadre des procédures IFBP et TIBA, comportant :

- des moyens de réception, sur une fréquence dédiée, de messages de diffusion aveugle,
- des moyens de saisie (16), au moyen d'un clavier, de données pertinentes du message de diffusion aveugle émis par au moins un aéronef dans le voi-

sinage (10),

- des moyens de calcul de la position courante estimée, de la trajectoire suivie, et du sens de vol sur cette trajectoire de l'aéronef dans le voisinage, extrapolés à partir des données du message de diffusion aveugle,
- des moyens d'affichage concomitant (20) de la position et de la trajectoire extrapolées de l'aéronef dans le voisinage et de la position de l'aéronef équipé dudit dispositif.



## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente invention concerne un procédé et un dispositif embarqué d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien.

**[0002]** De façon plus précise, il s'agit d'un dispositif susceptible d'être embarqué à bord d'un aéronef et d'un procédé susceptible d'être mis en oeuvre de façon sensiblement autonome à bord de l'aéronef.

**[0003]** Dans certaines régions du monde telles que notamment l'Afrique et certains pays d'Amérique du Sud, le contrôle aérien est inexistant ou inefficace et les pilotes d'aéronefs doivent, en conséquence, appliquer des procédures spéciales afin de gérer eux-mêmes les positions relatives des autres aéronefs pour éliminer tout risque de collision.

**[0004]** La présente invention a pour but d'aider le pilote à gérer la situation résultant de cette absence de contrôle aérien. Elle a pour but de faciliter l'estimation d'un risque de conflit entre des aéronefs dans une zone d'évolution, ainsi que de permettre la séparation des aéronefs. Elle revêt un intérêt particulier dans des régions où le contrôle au sol du trafic aérien est inexistant ou défaillant. On entend par conflit, une trop grande proximité de deux aéronefs évoluant dans une même zone ; la proximité pouvant être comprise en termes de distance, d'altitude et/ou de route.

### Etat de la technique antérieure

**[0005]** Pour éviter des collisions entre des aéronefs en vol il convient d'effectuer ce que l'on appelle une "séparation" de ces derniers.

**[0006]** Cette tâche est effectuée généralement au sol et est désignée usuellement par ATC ("Contrôle du Trafic Aérien" ou "Air Traffic Control"). Le contrôle peut être effectué par radar, mais peut aussi avoir lieu dans des régions dépourvues d'un tel équipement. Dans ce cas, la séparation des aéronefs est régie principalement en attribuant aux aéronefs des temps de départ ou des altitudes différentes.

**[0007]** Il s'avère que le contrôle au sol du trafic aérien est absent dans certaines régions du monde ou tout au moins n'est pas assuré de façon suffisamment fiable.

**[0008]** Le pilote, ou l'équipage, d'un aéronef circulant dans l'une de ces zones doit appliquer des procédures spécifiques définies par l'IATA ("International Air Transport Association") connues sous le nom de IFBP ("In Flight Broadcast Procédure") ou de TIBA ("Traffic Information Broadcast by Aircraft"). Ces procédures consistent, pour chaque pilote, à diffuser vocalement des informations sur une fréquence radio dédiée, définie pour cette zone géographique (par exemple 126,9 MHz en Afrique ou 126,95 MHz en Amérique du Sud), à des intervalles de temps prédéfinis (par exemple toutes les 20 minutes) et lors de changements de trajectoire ("waypoints") ou

d'altitude de l'aéronef.

**[0009]** Le pilote doit aussi écouter les informations diffusées par les autres pilotes sur cette même fréquence radio et interpréter ces informations. La portée des ondes radio sur la fréquence dédiée considérée est de l'ordre de 700 à 900 km. Le pilote reçoit donc lesdites informations diffusées par les pilotes des aéronefs situés dans une sphère d'environ 700 à 900 km de rayon autour de lui, ce qui lui permet de connaître le trafic environnant.

**[0010]** Toutefois, plus ce trafic est important, plus le pilote doit faire un travail important d'interprétation desdites informations afin de pouvoir situer sa trajectoire future par rapport aux trajectoires futures des autres aéronefs. Par conséquent, un risque d'erreur d'interprétation et donc de collision entre deux aéronefs augmente avec le trafic. De même, la charge de travail qui découle d'une telle tâche peut être très importante, ce qui ne va pas, pour le pilote, dans le sens d'un confort du travail et de la sécurité.

**[0011]** Ainsi dans les zones précitées, une procédure stipule un concept d'auto-information entre aéronefs. Le pilote d'un aéronef dispose donc d'une autre source d'information lui permettant de connaître la position approximative des aéronefs susceptibles d'être rencontrés sur sa route, c'est-à-dire des aéronefs dits "dans le même voisinage".

**[0012]** Cette autre source d'information est désignée par "diffusion aveugle" (ou "Blind Broadcast"). Il s'agit d'une communication faite par chaque pilote à destination de tous les aéronefs en portée VHF. Cette communication comprend un certain nombre de données standard parmi lesquelles figurent les données suivantes :

- Le numéro de vol,
- L'altitude de l'aéronef, et la direction approximative du vol,
- Une donnée d'un point de départ et d'un point d'arrivée (aéroports),
- La donnée d'un numéro de route de vol ("airway"),
- Une donnée de position liée au franchissement d'un point de passage référencé ("waypoint") sur la route de vol,
- Une donnée temporelle de l'instant de franchissement de ce point de passage de la route,
- Une donnée de position liée au prochain point de passage référencé devant être franchi, et,
- Une donnée temporelle de l'instant auquel le prochain point de passage est estimé devoir être franchi.

**[0013]** Usuellement cette communication comprend la répétition des premières informations, c'est-à-dire du numéro de vol, de l'altitude et de la direction générale.

**[0014]** Une telle communication est normalement diffusée par chaque pilote à des intervalles répétés, par exemple de 20 minutes. Elle est également diffusée lorsque l'aéronef atteint un niveau d'altitude donné ou

lors d'un changement de niveau d'altitude. Enfin, elle est diffusée lors du croisement d'un "waypoint".

**[0015]** Une dernière sécurité contre une collision entre deux aéronefs consiste en un système d'évitement de collision connu sous la désignation TCAS ("Traffic Collision Avoidance System"). Il s'agit essentiellement d'un transpondeur, dont sont équipés certains aéronefs, et qui est capable de renvoyer un écho artificiel en réponse à un signal émis. Ce système TCAS peut être équipé d'un moyen d'alarme prévenant le pilote d'un risque de conflit à moins d'une minute.

**[0016]** L'état de la technique est également illustré par le document référencé (1) en fin de description.

**[0017]** Le document référencé (1) décrit un procédé de séparation d'aéronefs basé sur un échange automatique d'informations, directement entre les aéronefs. La mise en oeuvre d'un tel procédé est tributaire d'exigences telles que, par exemple, une harmonisation des protocoles d'échange automatique entre les équipements des aéronefs. Elle suppose également que les autres aéronefs soient équipés d'un dispositif approprié.

**[0018]** La présente invention a pour but de proposer un procédé et un dispositif embarqué d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien permettant de simplifier l'exploitation des données de la diffusion aveugle pour prévoir avec une meilleure précision et une meilleure fiabilité un risque de conflit entre deux aéronefs.

**[0019]** Elle a également pour but de permettre au pilote de mieux apprécier la position et l'évolution relative entre un aéronef dans le voisinage et son propre aéronef.

**[0020]** Elle a encore pour but d'augmenter la sécurité de vol même dans des régions faiblement pourvues d'équipements de contrôle au sol.

**[0021]** Elle a enfin pour but de proposer un procédé susceptible d'être mis en oeuvre sans que les autres aéronefs ne soient nécessairement équipés d'un dispositif particulier.

#### Exposé de l'invention

**[0022]** Pour atteindre ces buts, l'invention a pour objet un dispositif embarqué dans un aéronef d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien, dans le cadre des procédures IFBP et TIBA, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de réception, sur une fréquence dédiée, de messages de diffusion aveugle,
- des moyens de saisie, au moyen d'un clavier, de données pertinentes du message de diffusion aveugle émis par au moins un aéronef dans le voisinage,
- des moyens de calcul de la position courante estimée, de la trajectoire suivie, et du sens de vol sur cette trajectoire de l'aéronef dans le voisinage, extrapolés à partir des données du message de diffusion aveugle,
- des moyens d'affichage concomitant de la position

et de la trajectoire extrapolées de l'aéronef dans le voisinage, et de la position courante de l'aéronef équipé dudit dispositif.

**[0023]** Grâce au dispositif de l'invention, le pilote dispose non seulement des données relatives à l'aéronef dans le voisinage au moment de l'émission du message de diffusion aveugle, mais aussi en des moments intermédiaires, lorsque l'aéronef dans le voisinage occupe des positions intermédiaires entre celles qui ont été annoncées. Les positions intermédiaires sont certes des positions estimées par calcul et non des positions exactes réelles, mais permettent néanmoins une très bonne estimation d'un risque de conflit. Elles permettent également d'évaluer ce risque bien avant son occurrence. En l'absence d'un nouveau message de diffusion aveugle, les positions estimées peuvent éventuellement être extrapolées au-delà de la deuxième position du dernier message reçu.

**[0024]** Les moyens de calcul, qui sont, par exemple, un ordinateur de bord, peuvent être conçus pour calculer une ou plusieurs positions intermédiaires extrapolées ou même, de préférence, pour calculer continuellement la position intermédiaire extrapolée d'un ou de plusieurs aéronefs dans le voisinage.

**[0025]** Par ailleurs, l'affichage concomitant de la position de l'aéronef dans le voisinage et de l'aéronef équipé du dispositif de l'invention permet au pilote de mesurer un éventuel risque de conflit, sans avoir à l'esprit les données transmises lors de la communication de la dernière diffusion aveugle.

**[0026]** La position de l'aéronef équipé du dispositif de l'invention est obtenue par des équipements de positionnement connus en soi, tels que GPS ("Global Positioning System"), IRS ("Inertial Reference System" ou navigation d'après information des centrales à inertie), FMS ("Flight management system"), GPIR (navigation d'après synthèse des informations GPS et IRS (beaucoup plus précis), radio-navigation...

**[0027]** Les moyens d'affichage peuvent comporter avantageusement une unité de saisie de données et d'affichage de type MCDU (Multipurpose Control Display Unit), et, concomitamment, une unité d'affichage de navigation ("Navigation Display" ou ND), principalement dévolu à l'affichage de la position et de la trajectoire courante de l'aéronef.

**[0028]** Très souvent les aéronefs sont déjà équipés d'une telle unité MCDU, utilisée pour afficher différentes données, dont justement les données de vol et de position de l'aéronef qui en est équipé.

**[0029]** Les moyens de saisie des données des messages de diffusion aveugle peuvent être équipés d'un clavier manuel, tel que, par exemple le clavier alphanumérique généralement associé aux unités MCDU connues.

**[0030]** Le fait que ce soit le pilote qui puisse saisir les données des messages de diffusion aveugle lui donne la liberté de filtrer ces données et ne retenir que celles

concernant des aéronefs dont la route ou la direction générale risquent réellement d'interférer avec sa propre route.

**[0031]** Selon un perfectionnement du dispositif, celui-ci peut en outre être équipé d'un avertisseur piloté par les moyens de calcul, pour signaler un risque de conflit entre l'aéronef dans le voisinage et l'aéronef équipé du dispositif de l'invention.

**[0032]** L'avertisseur peut être un avertisseur sonore ou visuel, avec un seuil de déclenchement réglable.

**[0033]** Avantageusement le dispositif de l'invention comprend en outre des moyens d'assistance à la saisie de la trajectoire d'un aéronef dans le voisinage et/ou des moyens d'assistance à la mise à jour des données d'un aéronef dans le voisinage.

**[0034]** L'invention concerne également un procédé d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien comprenant les étapes suivantes opérées dans un aéronef :

- la réception radio d'au moins un message de diffusion aveugle sur une fréquence dédiée,
- le filtrage des messages de diffusion aveugle des aéronefs qui ne risquent pas de croiser la route dudit aéronef, ou qui en sont séparés par une distance trop importante pour qu'une estimation plus précise du risque de conflit ne soit justifiée,
- la saisie sur un clavier de données d'au moins un message de diffusion aveugle émis par au moins un aéronef dans le voisinage, le message de diffusion aveugle comprenant au moins une donnée de route de vol, une donnée d'une première position de vol, une première donnée temporelle relative à l'instant auquel la première position de vol est atteinte, une donnée d'une deuxième position de vol, future, et d'une deuxième donnée temporelle estimée, relative à un instant auquel la deuxième position de vol est atteinte,
- le calcul d'au moins une position extrapolée de l'aéronef dans le voisinage, à partir des données du message de diffusion aveugle,
- l'affichage concomitant de la position extrapolée de l'aéronef dans le voisinage et de la position de l'aéronef dans lequel le procédé est mis en oeuvre.

Comme indiqué précédemment, la position extrapolée peut être une position intermédiaire entre les première et deuxième positions.

Dans ce procédé on peut calculer, par exemple, la vitesse sol de l'aéronef dans le voisinage. La vitesse sol peut être obtenue à partir d'une distance séparant les première et deuxième positions de vol de l'aéronef dans le voisinage le long de la route de vol, et d'une durée séparant les première et deuxième données temporelles. On calcule ensuite une position de l'aéronef dans le voisinage sur sa route de vol, en fonction de la première position de vol, de la vitesse sol de vol et d'une indication temporelle courante. L'indication temporelle courante est, par exemple, l'heure courante ou le temps écoulé

depuis la première indication temporelle.

Le calcul de la position extrapolée peut être un calcul discret et ponctuel. Il peut aussi être effectué de façon continue, par exemple pour un affichage dynamique de l'évolution de la position des aéronefs dans le voisinage.

Dans une mise en oeuvre particulière du procédé de l'invention, on peut en outre comparer la position extrapolée actuelle de l'aéronef dans le voisinage à une position actuelle de l'aéronef dans lequel le procédé est mis en oeuvre. Ceci permet de déclencher une signalisation lorsque la composante verticale et la composante horizontale de la distance entre ces positions sont respectivement inférieures à des consignes déterminées.

Il s'agit là d'une disposition permettant de signaler l'approche d'un risque de conflit.

Dans le calcul des composantes verticale et horizontale de la distance entre les positions des aéronefs, une donnée de leur altitude peut également être prise en compte.

#### Breve description des dessins

**[0035]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, en référence à la figure du dessin annexé. Cette description est donnée à titre purement illustratif et non limitatif.

- La figure unique résume de façon très schématique les principaux équipements et étapes intervenant dans la mise en oeuvre d'un procédé d'aide au pilotage conforme à l'invention.

#### Description détaillée de modes de mise en oeuvre de l'invention

**[0036]** L'aéronef 10 illustré sur la figure est un aéronef dans le voisinage de l'aéronef dans lequel est situé le dispositif de l'invention. Cet aéronef 10 se déplace selon une route aérienne et, dans son déplacement, franchit des points de passage référencés. Ces points de passage sont les "way-points".

**[0037]** Le pilote de l'aéronef dans le voisinage 10 émet sur une fréquence dédiée, par exemple 126,9 MHz, des messages d'information. Il s'agit des messages de diffusion aveugle. Comme évoqué précédemment ces messages sont diffusés lors d'événements précis comme par exemple le passage par un "way-point" ou, par défaut, toutes les 20 minutes.

**[0038]** Ci-après un exemple d'un tel message, (émis en langue anglaise) est reproduit.

"All Stations" (Message à toutes les stations)

"This is AIR AFRICA 001", (Nom de la compagnie et numéro de vol)

"Flight Level 310" (niveau de vol 310, soit 3100 pieds d'altitude)

"EAST BOUND" (direction générale)

"from Luanda to Nairobi via UG450" (lieu de départ et de destination + numéro de route)

"UVAGO at 1944" (dernier "waypoint" passé à 19h44min)

"Estimating UNIRI 2025" (prochain "waypoint" et heure estimée pour ce "waypoint")

"AIR AFRICA 001, FL310" (répétition de certaines données)

"EAST BOUND".

**[0039]** La réception de ce message par un aéronef est indiquée comme une étape 12 sur la figure. Le pilote de cet aéronef reçoit de tels messages par radio, sur cette fréquence dédiée, provenant d'un grand nombre d'aéronefs qui évoluent dans la limite de portée de transmission des messages de diffusion.

**[0040]** La prise en compte de ces messages comprend une étape de filtrage 14, effectuée par le pilote, qui consiste à ignorer les messages de diffusion aveugle des aéronefs qui ne risquent pas de croiser la route de l'aéronef dans lequel se trouve le pilote, ou qui en sont séparés par une distance trop importante pour qu'une estimation plus précise du risque de conflit ne soit justifiée.

**[0041]** Après ce premier filtrage, ou en cas de doute, le pilote effectue une saisie des données pertinentes sur un clavier 16, par exemple une unité MCDU, relié à un ordinateur de bord 18. Les données saisies peuvent comporter toutes les données du message de diffusion aveugle, ou peuvent ne comporter que les données des première et deuxième positions de vol, assorties de leurs données temporelles respectives. Il s'agit, par exemple, des "waypoints" et des indications temporelles de passage réelles ou estimées par ces "waypoints".

**[0042]** Cet ordinateur de bord 18 est prévu pour calculer, par exemple en temps réel, la position de chaque aéronef dans le voisinage pour lequel les données ont été saisies, c'est-à-dire l'état du trafic environnant.

**[0043]** Cet ordinateur de bord 18 reçoit, également, en entrée les informations de position (latitude, longitude, niveau de vol) provenant de calculateurs de navigation.

**[0044]** Cet ordinateur de bord 18 détermine donc, par exemple de façon cyclique, la position de chaque aéronef du trafic environnant par interpolation des informations saisies préalablement par le pilote, puis il présente les positions calculées des différents aéronefs dans le voisinage et leurs trajectoires prévisionnelles sur un écran du cockpit.

**[0045]** Tous les aéronefs équipés déjà de MCDU sont équipés de FMS comportant, en base de données, les "waypoints" et les "airways" de la région survolée avec leurs caractéristiques et en particulier les positions géographiques (latitude, longitude).

**[0046]** Le calcul de la position courante d'un aéronef dans le voisinage peut être effectué par la mise en oeuvre des étapes de calcul suivantes :

a) le calcul de la distance D, le long de la trajectoire,

séparant les deux positions dont les données ont été saisies.

Il s'agit par exemple de la distance séparant les deux "waypoints", pris sur la route de l'aéronef dans le voisinage. La route de l'aéronef dans le voisinage peut être saisie. Elle peut également être enregistrée préalablement dans l'ordinateur de bord, qui est alors capable de la restituer à partir de la simple donnée de deux "waypoints".

b) Le calcul de la durée  $\Delta t$  séparant les données temporelles associées aux données de position. Il s'agit, par exemple, des données temporelles réelles ou estimées communiquées avec les "waypoints".

c) Le calcul de la vitesse sol  $V_s$  de l'aéronef dans le voisinage en divisant la distance D par la durée  $\Delta t$ .

d) Le calcul d'une position estimée extrapolée de l'aéronef dans le voisinage, sur sa route. Ce calcul est effectué en ajoutant à une précédente position connue, par exemple la position correspondant à la première donnée de position, une distance d parcourue à l'instant courant t, depuis l'instant  $t_0$  de passage à la position connue. Cette distance d le long de la trajectoire, en l'occurrence de l'"airway" (ligne brisée), est telle que :

$$d = V_s * (t - t_0).$$

**[0047]** Lorsque l'aéronef dans le voisinage ne change pas de niveau de vol entre un premier et un deuxième "waypoints" WP1 et WP2, diffusés, sa vitesse sol peut être considérée comme constante. En revanche, une correction peut être prise en compte lorsque l'aéronef dans le voisinage change de niveau.

**[0048]** Si  $V_{s1}$  et  $V_{s2}$  sont les vitesses sol de vol estimé aux positions WP1 et WP2, et  $\Delta t_1$  le temps écoulé depuis le passage en WP1, on peut utiliser pour le calcul, une vitesse sol  $V_s$  telle que, par exemple :

$$V_s = V_{s1} + \Delta t_1 / \Delta t * (V_{s2} - V_{s1}).$$

**[0049]** Un écran d'affichage 20, piloté par l'ordinateur de bord 18 est prévu pour afficher, sous une forme quelconque, la position de l'aéronef dans le voisinage obtenue par calcul. La position de cet aéronef dans le voisinage est affichée de façon concomitante avec celle de l'aéronef équipé du dispositif de l'invention, pour permettre au pilote d'effectuer visuellement une estimation du risque de conflit. D'autres données telles que les routes des aéronefs, les "waypoints" etc. peuvent éventuellement être affichées sur le même écran.

**[0050]** Dans un mode préféré de réalisation du dispositif de l'invention, étant donné l'imprécision potentielle des informations transmises verbalement par les pilotes, la position de chaque aéronef est affichée sous la forme d'une zone 21 à l'intérieur de laquelle la présence de cet aéronef est considérée probable. Par exemple, cette zone 21 peut être représentée sur l'écran 20 sous

la forme d'un cercle dont le diamètre peut dépendre de l'ancienneté des informations saisies dans l'ordinateur. Le diamètre de ce cercle peut notamment être d'autant plus élevé que ces informations sont anciennes afin de tenir compte de l'erreur d'interpolation (croissante avec le temps) de la position courante de l'aéronef à partir de sa position à l'instant de réception desdites informations et de sa trajectoire prévue.

**[0051]** Le rayon d'un tel cercle est donc proportionnel à une incertitude de sa position estimée. L'incertitude comprend une composante fixe (environ 20 miles nautiques) liée à l'erreur sur les données de position, et une composante qui dépend du temps (environ 2 miles nautiques par heure), et qui correspond à une dérive pessimiste de position.

**[0052]** Dans un mode de réalisation de l'invention, lorsque des aéronefs sont munis d'un équipement ADS-B (procédé selon lequel les aéronefs échangent automatiquement entre eux leurs positions de façon cyclique), l'affichage sur ledit écran est réalisé de façon à prendre en compte de manière complémentaire les informations fournies par cet équipement ADS-B et lesdites informations saisies par le pilote, ces dernières étant alors moins nombreuses, ce qui permet un gain de temps. De façon préférée, cet affichage permet de distinguer les aéronefs dont la position est reçue par cet équipement et ceux dont la position est déterminée selon l'invention.

**[0053]** Par exemple, pour les trafics connus par cet équipement, les aéronefs sont symbolisés par une maquette positionnée précisément et orientée par son cap relatif.

**[0054]** Pour les trafics connus grâce au dispositif de l'invention, les aéronefs ne sont pas symbolisés en position. En effet, la source de l'information conduit à prendre en compte une marge d'imprécision sur la position et sur la trajectoire du trafic. Ainsi, ces aéronefs sont symbolisés par une surface de probabilité de présence. Cette surface circulaire a un diamètre initial de 20 NM ("nautical miles"). Afin de mettre en valeur "l'ancienneté" de l'information (impliquant une augmentation de l'incertitude sur la position), la surface est agrandie dans le temps par des cercles concentriques. Chaque cercle représente un agrandissement par exemple de 5 NM par rapport au précédent. Une étiquette est associée à chaque symbole de trafic. L'information présentée est l'identification du trafic ("call sign"), les informations verticales de sa trajectoire (niveau seul ou niveaux de départ et ciblé), et la route ATC en cours. L'étiquette suit le symbole dans son déplacement.

**[0055]** Avantagusement, le procédé et le dispositif selon l'invention permettent aussi de détecter un conflit entre la trajectoire de l'aéronef et la trajectoire d'un autre aéronef déterminée tant à partir desdites informations saisies par le pilote qu'à partir des données obtenues avec l'équipement ADS-B. Un tel conflit potentiel de trajectoires est signalé au pilote, par exemple en modifiant la couleur d'affichage sur l'écran de l'aéronef concerné

de façon à le différencier des autres aéronefs (par exemple affichage en ambre du symbole représentant cet aéronef).

**[0056]** L'estimation d'un risque de conflit peut être faite par le pilote, mais peut aussi, dans une certaine mesure, résulter du calcul effectué par un ordinateur de bord 18. La référence 22 désigne à cet effet un avertisseur d'urgence qui n'est actionné que si un risque de conflit est détecté par cet ordinateur 18.

**[0057]** Le signal de l'avertisseur est déclenché seulement lorsqu'un certain nombre de conditions paramétrées sont respectées.

**[0058]** A titre d'illustration, un risque de conflit peut être signalé si : [(les niveaux des aéronefs se croisent au sens large) **OU** (Les aéronefs évoluent sur le même niveau à X ft près)] **ET** [(les aéronefs sont sur la même route aérienne) **OU** (les routes aériennes des aéronefs se croisent) **OU** (la route aérienne de l'aéronef proche est inconnue) **ET** (La distance horizontale directe entre les deux aéronefs est inférieure à Y NM)].

**[0059]** X et Y sont des seuils à ajuster après la mise au point.

**[0060]** La condition "les niveaux des aéronefs se croisent" signifie que l'aéronef dans le voisinage change de niveau d'un niveau actuel à un niveau ultérieur et que ces deux niveaux encadrent le niveau de l'aéronef équipé du dispositif de l'invention.

**[0061]** Le dispositif de l'invention peut comprendre, en outre, deux autres équipements accessoires :

- un équipement d'assistance à la saisie de la trajectoire d'un aéronef dans le voisinage,
- un équipement d'assistance à la mise à jour des données d'un aéronef dans le voisinage

**[0062]** Ces deux équipements sont décrits ci-dessous.

#### . Equipement d'assistance à la saisie de la trajectoire d'un aéronef dans le voisinage

**[0063]** Afin de fournir une assistance au pilote, une liste des routes aériennes ("airways") disponibles lui est proposée. Les routes affichées en première page doivent contenir les routes des aéronefs dans le voisinage à enregistrer dans la grande majorité des cas.

**[0064]** En fonction de la position courante de l'aéronef, le dispositif de l'invention présélectionne les routes des aéronefs dans le voisinage contenues dans un cercle de Z NM (quelques centaines de nautiques). Le dispositif de l'invention classe les routes entre celles qui ont un "waypoint" commun et celles qui ont une intersection avec la route de l'aéronef dans lequel il se trouve. Il affiche en priorité les routes concourantes, dont l'intersection est la plus proche de sa position, dans le sens de la marche de son aéronef. Un tel affichage sur un dispositif de saisie, permettant la désignation directe (sans frappe) de la route concernée, représente un

avantage certain dans la mesure où :

- le pilote n'est pas obligé de frapper les caractères du nom de l'"airway",
- le pilote peut avoir oublié le nom de l'"airway" entendu sur la fréquence dédiée, ou ne pas l'avoir bien entendu, ou avoir un doute sur son orthographe.

**[0065]** Une fois la route de l'aéronef dans le voisinage à enregistrer connue, le pilote doit sélectionner le "waypoint" de la route qui l'intéresse. Le dispositif de l'invention propose une liste de "waypoints" sur ladite route. Pour faciliter la sélection, la liste part d'un point dit de référence choisi selon différents critères, énumérés ci-dessous. On présente par défaut au pilote les points situés d'un côté et de l'autre du point de référence, sans préjuger du sens de défilement de la route.

**[0066]** Les critères de sélection peuvent être les suivants :

- 1) Si l'aéronef dans le voisinage à enregistrer est sur la même route TS que celle de l'aéronef dans lequel est situé le dispositif de l'invention, le "waypoint" de référence est le prochain "waypoint" que va survoler l'aéronef dans lequel est situé le dispositif de l'invention.
- 2) S'il existe un "waypoint commun" entre les routes, le dispositif de l'invention affiche le "waypoint" commun comme référence. Il affiche ensuite deux listes : la liste des "waypoints" suivant la référence dans un sens, et la liste des "waypoints" dans l'autre sens.
- 3) S'il n'existe pas de "waypoint" commun mais une intersection X, le dispositif de l'invention nomme ce point X avec la règle : X puis nom de la route de l'aéronef dans le voisinage à enregistrer. Le dispositif de l'invention affiche ensuite ce point comme référence. On peut également choisir le "waypoint" sur la route connue le plus proche de l'intersection. Mais dans la procédure, on demande aux pilotes de faire un report 5 minutes avant l'intersection ou la jonction avec une route ("CROSSING UA607 AT...") C'est alors le seul moyen qu'a le pilote pour prendre en compte cette estimée.

**[0067]** S'il n'existe aucun "waypoint" commun ou intersection, la référence choisie est le "waypoint" de la route en question le plus proche de la position courante de l'aéronef dans lequel se trouve le dispositif de l'invention.

**[0068]** Là encore, un tel affichage sur un dispositif de saisie représente un avantage certain dans la mesure où :

- Le pilote n'est pas obligé de frapper les caractères du nom du "waypoint".
- Le pilote peut avoir oublié le nom du "waypoint" entendu sur la fréquence dédiée, ou ne pas l'avoir bien

entendu, ou avoir un doute sur son orthographe.

Comme pour le report de position, le pilote doit renseigner trois données définissant la position estimée. Considérant qu'il y a une forte probabilité que cette estimée soit sur la même route que le report, la fonction préjuge de la route et renseigne par défaut le champ "airway" par celle du report. Le pilote n'a alors plus qu'à sélectionner le point de route qui l'intéresse. Le dispositif de l'invention propose, comme précédemment, une liste de "waypoints" sur cette route. Pour faciliter la sélection, la liste part du point de report. On présente par défaut au pilote les points situés d'un côté et de l'autre du point de report, sans préjuger du sens de défilement de la route.

#### . Equipement d'assistance à la mise à jour des données d'un aéronef dans le voisinage

**[0069]** Lorsqu'un trafic connu grâce au dispositif de l'invention atteint son point estimé (extrapolé par calcul), le symbole continue à évoluer sur l'écran de navigation (par exemple ND). En fait, un séquençement automatique est effectué en considérant que l'aéronef poursuit son vol sur sa dernière route renseignée, de "waypoint" en "waypoint", à une vitesse constante et égale à la dernière vitesse extrapolée.

**[0070]** Le pilote a accès à ces données sur des champs particuliers de révision de trafic, dans le dispositif de saisie. Les champs décrivant les points de report et d'estimée sont remplacés par les données extrapolées.

**[0071]** Si après réception d'un message provenant de l'aéronef dans le voisinage, le pilote a des informations mises à jour, il a la possibilité soit de corriger les informations extrapolées, soit de confirmer les données extrapolées (une confirmation de l'heure de passage confirme automatiquement le point associé).

**[0072]** Le symbole affiché sur l'écran de navigation, représentant l'aéronef dans le voisinage, est différencié selon que la position de cet aéronef est une position issue d'informations extrapolées ou une position confirmée par un message du pilote de cet aéronef.

#### 45 REFERENCES

(1)

**[0073]** "The 3FMS concept for Airborne Separation assurance Systems" de Daniel Ferro et Gérard Saint Huile (Conférence Human Computer Interaction (HCI) -AERO 2000, Toulouse, octobre 2000)

#### 55 Revendications

1. Dispositif embarqué dans un aéronef d'aide au pilotage en l'absence de contrôle aérien, dans le ca-

dre des procédures IFBP et TIBA, **caractérisé en ce qu'il comporte** :

- des moyens de réception, sur une fréquence dédiée, de messages de diffusion aveugle, 5
  - des moyens de saisie (16), au moyen d'un clavier, de données pertinentes du message de diffusion aveugle émis par au moins un aéronef dans le voisinage (10) , 10
  - des moyens de calcul (18) de la position courante estimée, de la trajectoire suivie, et du sens de vol sur cette trajectoire de l'aéronef dans le voisinage, extrapolés à partir des données du message de diffusion aveugle, 15
  - des moyens d'affichage concomitant (20) de la position et de la trajectoire extrapolées de l'aéronef dans le voisinage, et de la position courante de l'aéronef équipé dudit dispositif. 15
2. Dispositif selon la revendication 1, comprenant en outre un avertisseur (22) piloté par les moyens de calcul (18), pour signaler un risque de conflit entre l'aéronef équipé dudit dispositif et l'aéronef dans le voisinage. 20
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel les moyens de saisie (16) comprennent un clavier manuel d'entrée de données de messages de diffusion aveugle. 25
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'affichage (20) comportent une unité d'affichage multi-usage de type MCDU. 30
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant des moyens d'assistance à la saisie de la trajectoire d'un aéronef dans le voisinage. 35
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant des moyens d'assistance à la mise à jour des données d'un aéronef dans le voisinage. 40
7. Aéronef, qui est équipé du dispositif tel que revendiqué selon l'une quelconque des revendications précédentes. 45
8. Procédé d'aide au pilotage en absence de contrôle aérien comprenant les étapes suivantes opérées dans un aéronef : 50
- la réception radio d'au moins un message de diffusion aveugle sur une fréquence dédiée, 55
  - le filtrage des messages de diffusion aveugle des aéronefs qui ne risquent pas de croiser la route dudit aéronef, ou qui en sont séparés par
- une distance trop importante pour qu'une estimation plus précise du risque de conflit ne soit justifiée,
- la saisie sur un clavier (16) de données d'au moins un message de diffusion aveugle émis par au moins un aéronef dans le voisinage (10), le message de diffusion aveugle comprenant au moins une donnée de route de vol, une donnée d'une première position de vol, une première donnée temporelle relative à l'instant auquel la première position de vol est atteinte, une donnée d'une deuxième position de vol, future, et d'une deuxième donnée temporelle estimée, relative à un instant auquel la deuxième position de vol est atteinte,
  - le calcul d'au moins une position extrapolée de l'aéronef dans le voisinage, à partir des données du message de diffusion aveugle,
  - l'affichage concomitant de la position extrapolée de l'aéronef dans le voisinage et de la position de l'aéronef dans lequel le procédé est mis en oeuvre.
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel on calcule une position courante extrapolée qui est une position intermédiaire entre les première et deuxième positions du dernier message de diffusion aveugle.
10. Procédé selon l'une des revendications 8 et 9, dans lequel on calcule une vitesse sol de l'aéronef en fonction d'une distance séparant les première et deuxième positions de vol de l'aéronef dans le voisinage, sur sa route de vol, et en fonction d'une durée séparant les première et deuxième données temporelles, et dans lequel on calcule ensuite une position de l'aéronef dans le voisinage sur sa route de vol, en fonction de la première position de vol, de la vitesse sol de vol et en fonction d'une indication temporelle courante.
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel on calcule continûment une position extrapolée actuelle de l'aéronef dans le voisinage.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans lequel on compare une position extrapolée actuelle de l'aéronef dans le voisinage à une position actuelle de l'aéronef dans lequel le procédé est mis en oeuvre, et on déclenche une signalisation lorsque la composante verticale et la composante horizontale de la distance entre ces positions sont respectivement inférieures à des consignes déterminées.
13. Procédé selon la revendication 12, mis en oeuvre avec des première et deuxième positions de l'aéronef dans le voisinage, comportant respectivement

une donnée d'altitude et dans lequel la donnée d'altitude est prise en compte pour calculer les composantes verticale et horizontale de la distance entre les positions des aéronefs.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 6 278 396 B1 (TRAN MY) 21 août 2001 (2001-08-21)	1-9,12, 13	G08G5/04
A	* colonne 3, ligne 66 - colonne 5, ligne 23; figure 2 * * colonne 6, ligne 6 - ligne 27 * * colonne 7, ligne 30 - ligne 47 * * colonne 8, ligne 11 - ligne 17 * ---	10,11	
X	US 2002/032528 A1 (LAI CHIH) 14 mars 2002 (2002-03-14)	1,2,4-13	
A	* page 2, alinéa 19 - page 3, alinéa 21; figure 1 * * page 3, alinéa 23 - page 3, colonne de droite, ligne 1 * * page 3, alinéa 25 - page 4, colonne de gauche, ligne 1 * ---	3	
X	US 2003/004642 A1 (AN DONG ET AL) 2 janvier 2003 (2003-01-02)	1,2,4-9, 12,13	
A	* abrégé * * page 2, alinéa 32 - alinéa 42; figure 3 * * page 3, alinéa 46 - alinéa 57; figure 4 * ---	3,10,11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
X	FR 2 756 960 A (DASSAULT ELECTRONIQUE) 12 juin 1998 (1998-06-12)	1,2,4-9, 12,13	G08G G01S
A	* abrégé * * page 11, ligne 21 - page 15, ligne 13; figure 1 * * page 18, ligne 26 - ligne 34 * * page 20, ligne 6 - ligne 16 * ---	3,10,11	
X	US 6 252 525 B1 (PHILIBEN SCOTT) 26 juin 2001 (2001-06-26)	1,2,4-9, 12,13	
A	* colonne 3, ligne 42 - colonne 4, ligne 28; figures 1-3 * -----	3,10,11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>7 mai 2004</b>	Examineur <b>Heß, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 10 1302

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-05-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6278396	B1	21-08-2001	US 6262679	B1 17-07-2001
			US 2003122701	A1 03-07-2003
			US 2002080059	A1 27-06-2002
			AU 751278	B2 08-08-2002
			AU 6604400	A 10-11-2000
			CA 2367794	A1 02-11-2000
			JP 2003522990	T 29-07-2003
			WO 0065373	A2 02-11-2000
-----				
US 2002032528	A1	14-03-2002	AU 7327801	A 21-01-2002
			CA 2414467	A1 17-01-2002
			CA 2415949	A1 17-01-2002
			CN 1457477	T 19-11-2003
			EP 1299871	A2 09-04-2003
			EP 1299742	A2 09-04-2003
			JP 2004503033	T 29-01-2004
			JP 2004503843	T 05-02-2004
			WO 0205245	A2 17-01-2002
			WO 0204973	A2 17-01-2002
			US 6469660	B1 22-10-2002
-----				
US 2003004642	A1	02-01-2003	AUCUN	
-----				
FR 2756960	A	12-06-1998	FR 2756960	A1 12-06-1998
-----				
US 6252525	B1	26-06-2001	AUCUN	
-----				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82