

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 852 684

②1 N° d'enregistrement national : 03 03334

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 C 21/00, B 64 D 43/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.03.03.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.09.04 Bulletin 04/39.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AIRBUS FRANCE Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ROUQUETTE PATRICE et COUSSAT OLIVIER.

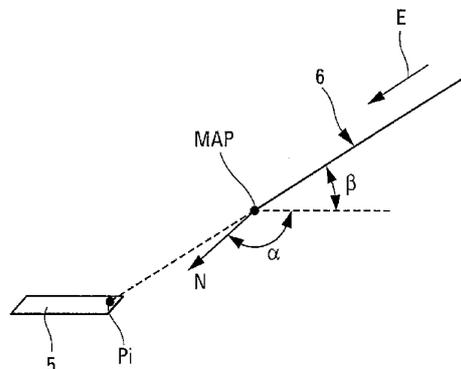
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BONNETAT.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR DÉTERMINER UN AXE D'APPROCHE FINALE D'UN AÉRONEF POUR UNE APPROCHE DE NON PRÉCISION EN VUE D'UN ATERRISSAGE DE L'AÉRONEF.

⑤7 - Procédé et dispositif pour déterminer un axe d'approche finale d'un aéronef pour une approche de non précision en vue d'un atterrissage de l'aéronef.

- Le procédé prévoit de déterminer un mode d'approche qui a été sélectionné par le pilote de l'aéronef, parmi une pluralité de modes d'approche prédéterminés, de sélectionner un segment caractéristique (6) d'une trajectoire d'arrivée qui est relative au mode d'approche sélectionné ainsi déterminé, de déterminer l'orientation de la projection au sol dudit segment caractéristique (6), par rapport à l'axe de ladite piste d'atterrissage (5), et, en fonction de cette orientation, de déterminer un point d'ancrage dudit axe d'approche finale, l'orientation ( $\alpha$ ) dans un plan horizontal dudit axe d'approche finale, et la pente ( $\beta$ ) dudit axe d'approche finale.



FR 2 852 684 - A1



La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour déterminer un axe d'approche finale d'un aéronef pour une approche de non précision, en vue d'un atterrissage de l'aéronef sur une piste d'atterrissage.

5 Dans le cadre de la présente invention, on entend par "approche de non précision" (en anglais "non precision approach") une approche qui n'est pas une approche de précision aux instruments, telle que par exemple une approche de type ILS ("Instrument Landing System"). On sait que, pour mettre en œuvre une approche de précision aux instruments, on uti-  
10 lise des stations sol qui sont situées en bordure de piste et au moins un récepteur radio spécialisé monté à bord de l'aéronef, qui fournit un guidage horizontal et vertical avant et pendant l'atterrissage en présentant au pilote la déviation latérale par rapport à un axe d'approche et la déviation verticale par rapport à un plan de descente. Une telle approche de pré-  
15 cision aux instruments apporte une assistance importante et efficace à l'atterrissage (par un guidage latéral et un guidage vertical), en particulier par mauvaise visibilité (brouillard, ...) ou en absence de visibilité.

Une approche de non précision, telle que considérée dans la présente invention, existe donc lorsque les informations précédentes ne sont  
20 pas disponibles, tout au moins en partie, de sorte qu'une approche de précision usuelle ne peut pas être mise en œuvre.

Pour mettre en œuvre une approche de non précision, il est nécessaire de déterminer une trajectoire virtuelle, correspondant au trajet théorique que doit suivre l'aéronef pendant cette approche. Le guidage de  
25 l'aéronef consiste alors à essayer d'annuler les éventuels écarts entre la

position effective de l'aéronef et la position qu'il aurait s'il était sur cette trajectoire virtuelle.

Bien entendu, la précision de cette dernière est essentielle, au moins à proximité immédiate de la piste d'atterrissage, pour la réussite en  
5 toute sécurité de l'atterrissage.

La présente invention a pour objet de déterminer le dernier tronçon d'une telle trajectoire virtuelle. Plus précisément, elle concerne un procédé pour déterminer un axe d'approche finale d'un aéronef pour une approche de non précision, en vue d'un atterrissage de l'aéronef sur une piste d'at-  
10 terrissage.

Selon l'invention, ledit procédé est remarquable en ce que :

- a) on détermine un mode d'approche qui a été sélectionné par le pilote de l'aéronef, parmi une pluralité de modes d'approche prédéterminés ;
- b) on sélectionne un segment caractéristique d'une trajectoire d'arrivée qui  
15 est relative au mode d'approche sélectionné ainsi déterminé ;
- c) on détermine l'orientation de la projection au sol dudit segment caractéristique, par rapport à l'axe de ladite piste d'atterrissage ; et
- d) en fonction de cette orientation, on détermine :
  - un point d'ancrage dudit axe d'approche finale ;
  - l'orientation dans un plan horizontal dudit axe d'approche finale ; et  
20 – la pente dudit axe d'approche finale.

De plus, selon l'invention, à l'étape d), on détermine :

- comme orientation dudit axe d'approche finale, l'orientation dudit segment caractéristique ; et
- comme pente dudit axe d'approche finale, la pente dudit segment  
25 caractéristique.

Par ailleurs, avantageusement, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique est alignée avec l'axe de la piste d'atterrissage, on réalise à l'étape d) les opérations suivantes :

d1) on détermine un point caractéristique correspondant au point limite auquel le pilote doit remettre les gaz lorsque l'approche est manquée ;

d2) on détermine la position relative entre la projection au sol dudit point caractéristique et le seuil de la piste d'atterrissage ; et

5 d3) on détermine, en fonction de cette position relative, ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale.

Dans ce cas, lorsque la projection au sol du point caractéristique est située sur le ou en aval du seuil de la piste d'atterrissage selon le sens d'approche de l'aéronef, à l'étape d3) on détermine comme point d'ancrage dudit axe d'approche finale, le point d'intersection dudit segment caractéristique avec un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée.

10 En revanche, lorsque la projection au sol du point caractéristique est située en amont du seuil de la piste d'atterrissage selon le sens d'approche de l'aéronef, à l'étape d3) on détermine comme point d'ancrage dudit axe d'approche finale, le point d'intersection de la prolongation vers le sol dudit segment caractéristique avec un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée.

A présent, on s'intéresse au cas où la projection au sol dudit segment caractéristique n'est pas alignée avec l'axe de la piste d'atterrissage.

20 Dans ce cas, premièrement dans un premier mode de réalisation particulier, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- on détermine un point de référence à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe de la piste d'atterrissage, selon une trajectoire de référence ;
- 25 – on détermine ladite trajectoire de référence ;
- on détermine une droite horizontale qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en

partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique ; et

- on détermine, comme point d'ancrage, le point qui est tel que :
  - d'une part, la projection verticale de l'axe d'approche finale sur ledit plan horizontal soit confondue en partie avec ladite droite horizontale ; et
  - d'autre part, la distance entre ledit point et le point de référence selon l'axe d'approche finale soit sensiblement égale à la distance entre ledit point de référence et le seuil de la piste d'atterrissage le long de ladite trajectoire de référence.

Deuxièmement, dans un deuxième mode de réalisation particulier, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- on détermine un point de référence à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe de la piste d'atterrissage, selon une trajectoire de référence ;
- on détermine ladite trajectoire de référence ; et
- on détermine, comme point d'ancrage, le point qui est tel que la distance entre ce dernier et la projection verticale dudit point de référence sur un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée est sensiblement égale à la distance entre les projections verticales sur ledit plan horizontal dudit point de référence et du seuil de la piste d'atterrissage, selon la projection verticale de ladite trajectoire de référence sur ledit plan horizontal.

En outre, troisièmement, dans une variante de réalisation, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- on détermine un point de référence à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical conte-

nant l'axe de la piste d'atterrissage, selon une trajectoire de référence ;  
et

- on détermine, comme point d'ancrage, le point qui est tel que la distance entre ce dernier et ledit point de référence est sensiblement égale  
5 à la distance entre ledit point de référence et le seuil de la piste d'atterrissage.

Par ailleurs, quatrièmement, dans un mode de réalisation préféré, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- 10 – on détermine une droite horizontale qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique ;
- on détermine un point intermédiaire qui correspond à l'intersection de  
15 ladite droite horizontale avec la projection verticale sur ledit plan horizontal de l'axe de la piste d'atterrissage ;
- on détermine un cercle ayant comme centre ledit point intermédiaire et comme rayon la distance entre ce point intermédiaire et la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil de la piste d'atterrissage ; et
- 20 – on détermine, comme point d'ancrage, l'intersection entre ledit cercle et ladite droite horizontale.

Cinquièmement, dans un dernier mode de réalisation particulier :

- dans une première variante, à l'étape d), on utilise comme point d'ancrage dudit axe d'approche finale un point final prédéterminé, qui est  
25 caractéristique dudit mode d'approche sélectionné par le pilote de l'aéronef ; et
- dans une seconde variante, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- . on détermine un point final prédéterminé, qui est caractéristique dudit mode d'approche sélectionné par le pilote ; et
  - . on détermine, comme point d'ancrage, le point ayant :
    - \* comme longitude et latitude, la longitude et la latitude dudit point
- 5                    final ; et
- \* comme altitude, une altitude prédéterminée.

A présent, on s'intéresse au cas où la projection au sol dudit segment caractéristique est parallèle à l'axe de la piste d'atterrissage, sans être alignée avec ce dernier.

10                  Dans ce cas, premièrement, dans un mode de réalisation particulier, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- on détermine un point de référence à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe de la piste d'atterrissage, selon une trajectoire de référence ;
- 15                    – on détermine ladite trajectoire de référence ; et
- on détermine, comme point d'ancrage, le point qui est tel que la distance entre ce dernier et ledit point de référence est sensiblement égale à la distance, le long de ladite trajectoire de référence, entre ledit point
- 20                    de référence et la projection verticale du seuil de la piste d'atterrissage sur ladite trajectoire de référence.

Deuxièmement, dans un mode de réalisation préféré, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- on détermine un point de référence à partir duquel le pilote est censé
- 25                    engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe de la piste d'atterrissage, selon une trajectoire de référence ;
- on détermine une droite horizontale qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en

partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique ;

- on détermine un cercle ayant comme centre ledit point de référence et comme rayon la distance entre ce point de référence et la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil de la piste d'atterrissage ; et
- 5 – on détermine, comme point d'ancrage, le point d'intersection entre ledit cercle et ladite droite horizontale.

En outre, troisièmement, dans un autre mode de réalisation, pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage dudit axe d'approche finale :

- 10 – on détermine une droite horizontale qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique ;
- on détermine un point intermédiaire correspondant à la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil de ladite piste d'atterrissage ; et
- 15 – on détermine, comme point d'ancrage, le point correspondant à la projection orthogonale dudit point intermédiaire sur ladite droite horizontale.

Dans le cadre de la présente invention, ladite altitude prédéterminée précitée correspond :

- 20 – à l'altitude du seuil de la piste d'atterrissage ; ou
- à l'altitude du seuil de la piste d'atterrissage, augmentée d'une valeur prédéterminée ; ou
- à l'altitude du sol à l'emplacement dudit point d'ancrage.

25 Par ailleurs, concernant ledit segment caractéristique :

- dans un mode de réalisation simplifié, ledit segment caractéristique correspond au dernier segment de ladite trajectoire d'arrivée (qui est relative au mode d'approche sélectionné par le pilote, comme indiqué précédemment) ; et

– dans un autre mode de réalisation, ledit segment caractéristique correspond au segment de ladite trajectoire d'arrivée, qui franchit une altitude MDA qui est caractéristique du mode d'approche sélectionné par le pilote de l'aéronef. Ceci permet au pilote d'avoir une trajectoire stabilisée dès lors qu'il franchit (en descente) ladite altitude MDA.

La présente invention concerne également un dispositif pour mettre en œuvre le procédé précité.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est le schéma synoptique d'un dispositif conforme à l'invention.

Les figures 2 et 3 sont deux graphiques permettant de bien comprendre l'objet de la présente invention.

Les figures 4 à 8 illustrent différents modes de mise en œuvre de la présente invention.

Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est embarqué à bord d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport civil, et est destiné à une approche de non précision, en vue de l'atterrissage de l'aéronef sur une piste d'atterrissage 5.

Une approche de non précision peut être mise en œuvre par l'intermédiaire de l'un d'une pluralité de modes d'approche possibles, qui est sélectionné par le pilote, et pour lequel :

- on détermine un axe d'approche virtuel, notamment à partir d'informations contenues dans une base de données (non représentée) embarquée à bord de l'aéronef ; et
- on calcule les déviations latérale et verticale de la position de l'aéronef par rapport à cet axe d'approche virtuel.

L'aéronef est alors piloté de manière à annuler ces déviations.

Le dispositif 1 a notamment pour objet de déterminer la dernière partie de cet axe d'approche virtuel à proximité immédiate de la piste d'atterrissage 5, dernière partie qui est appelée axe d'approche finale Aa.

A cet effet, ledit dispositif 1 comporte :

- 5 – des sources d'informations 2 comprenant, par exemple, au moins un calculateur de gestion de vol, de préférence de type FMS ("Flight Management System") ; et
- des moyens 3 de traitement d'informations, par exemple un récepteur multimode d'aide à l'atterrissage, de type MMR ("Multi Mode Receiver"), qui sont reliés auxdites sources d'informations 2 et qui dé-
- 10 terminent ledit axe d'approche finale Aa.

Le dispositif 1 comporte également un système utilisateur 4, par exemple un pilote automatique de l'aéronef, qui utilise les informations fournies par lesdits moyens 3 de traitement d'informations, en particulier

15 pour guider l'aéronef jusqu'à son atterrissage sur la piste d'atterrissage 5.

On caractérise ledit axe d'approche finale Aa au moyen des paramètres suivants (figure 2) :

- la position (latitude, longitude, altitude) d'un point d'ancrage P de cet axe d'approche (finale) Aa ;
- 20 – l'orientation de cet axe d'approche (finale) Aa, caractérisée par un angle  $\alpha$ , dans un plan horizontal, entre une direction prédéterminée N correspondant par exemple au Nord et la projection Pa de cet axe d'approche Aa sur ce plan horizontal ; et
- la pente de cet axe d'approche Aa, caractérisée par un angle  $\beta$ , dans un
- 25 plan vertical, entre ladite projection Pa de l'axe d'approche Aa sur le plan horizontal et ledit axe d'approche Aa.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, l'altitude du point P est égale à l'altitude du seuil S de la piste d'atterrissage 5, augmentée d'une valeur prédéterminée, de préférence égale à une valeur

"TCH" ("Threshold Crossing Height" en anglais, c'est-à-dire hauteur du franchissement du seuil en français) correspondant à la hauteur de passage de l'aéronef au-dessus du seuil S de la piste 5. Cette valeur "TCH" est généralement publiée sur les cartes d'approche et codée dans une base de données (non représentée) de l'aéronef. Elle est souvent égale à 50 pieds (environ 15 mètres). Si aucune hauteur TCH n'est publiée, l'altitude du point P peut être choisie égale à l'altitude du seuil de piste S, augmentée d'une valeur prédéterminée, de préférence égale à 50 pieds.

En revanche, dans une première variante de réalisation de l'invention, cette altitude du point P est égale à l'altitude du seuil S de la piste d'atterrissage 5 et, dans une seconde variante, elle est égale à l'altitude du sol à l'emplacement (latitude, longitude) du point P.

Dans la description ci-après, on parle d'altitude prédéterminée, pour l'altitude obtenue par l'une quelconque des manières précédentes.

Pour déterminer ledit axe d'approche (finale) Aa, on utilise les paramètres connus suivants, qui sont caractéristiques du mode d'approche sélectionné par le pilote pour mettre en œuvre l'approche de non précision, et qui sont représentés sur la figure 3 :

- un point caractéristique MAP ("Missed Approach Point" en anglais, c'est-à-dire point d'approche interrompue en français) qui est publié et qui correspond au point limite auquel le pilote doit remettre les gaz au plus tard lorsque l'approche correspondante est manquée (ce qui est notamment le cas lorsqu'il ne voit pas la piste 5 avant d'arriver à ce point MAP). Généralement, le point MAP est le dernier point du plan de vol entré dans le système de gestion de vol FMS de l'aéronef ; et
- une altitude caractéristique MDA ("Minimum Descent Altitude" en anglais, c'est-à-dire altitude minimale de descente en français) qui est également publiée.

On sait que la manière de piloter l'approche, de façon usuelle, hors les modes d'approche prévus dans la présente invention, dépend de la position du point MAP et de l'altitude MDA :

- si l'aéronef atteint le point MAP avant d'atteindre l'altitude MDA, le pilote décide soit de continuer l'approche s'il a des références visuelles, soit de remettre les gaz dès le point MAP s'il ne voit pas la piste 5 ;
- si l'aéronef atteint (en descente) l'altitude MDA avant d'atteindre le point MAP (trajectoire TA de la figure 3), le pilote décide soit de continuer l'approche s'il a des références visuelles, soit de voler en palier à l'altitude MDA (trajectoire TB) et, s'il n'a pas de références visuelles avant d'atteindre le point MAP, il remet les gaz lorsqu'il arrive audit point MAP (trajectoire TC).

10 On notera que le procédé objet de la présente invention est avantageux en ce qu'il permet de guider l'aéronef jusqu'au point P et donc potentiellement jusqu'au sol, à partir des déviations éventuelles entre la position effective de l'aéronef et la position qu'il a (aurait) s'il est (était) sur l'axe d'approche Aa, déviations qui sont déterminées par lesdits moyens  
15 de traitement d'informations 3 ou par ledit système utilisateur 4.

Dans le cadre de la présente invention, on distingue plusieurs façons de déterminer ledit axe d'approche Aa selon la position du point MAP relativement au seuil S de la piste d'atterrissage 5 et selon l'orientation d'un segment caractéristique 6 d'une trajectoire d'arrivée (qui est caractéristique du mode d'approche sélectionné par le pilote), relativement à l'axe  
20 Ap de la piste 5. Dans la description ci-après, on prend en compte le dernier segment de la trajectoire d'arrivée comme segment caractéristique 6.

On considère à présent une première situation dans laquelle l'axe Ap de la piste d'atterrissage 5 est aligné avec la projection au sol dudit  
25 dernier segment 6 de la trajectoire d'arrivée.

Premièrement, selon l'invention, lorsque la projection verticale au sol du point MAP correspondant au mode d'approche sélectionné par le pilote, est située sur le ou en aval du seuil de piste S par rapport au sens

d'approche E de l'aéronef, on détermine cet axe d'approche Aa de la façon indiquée ci-après.

Pour chaque mode d'approche publié, on dispose, dans une base de données, d'éléments permettant de caractériser les différents segments de ce mode d'approche publié (ces éléments sont aussi imprimés sur les cartes d'approche). A partir desdits éléments, l'axe d'approche Aa peut être caractérisé comme suit :

- le point d'ancrage P est le point d'intersection du dernier segment 6 du mode d'approche publié (c'est-à-dire de la trajectoire d'arrivée) avec le plan horizontal dont l'altitude correspond à l'altitude prédéterminée, précisée ci-dessus ;
- les angles d'orientation  $\alpha$  et de pente  $\beta$  de cet axe d'approche Aa sont ceux qui caractérisent ledit dernier segment 6 du mode d'approche publié sélectionné, de telle façon que ledit dernier segment 6 est confondu avec une partie de l'axe d'approche Aa.

Par ailleurs, lorsque la projection verticale au sol du point MAP correspondant au mode d'approche sélectionné par le pilote, est située en amont du seuil de piste S par rapport au sens d'approche E de l'aéronef, on détermine cet axe d'approche Aa de la façon indiquée ci-après (figure 4) :

- on considère le dernier segment 6 de la trajectoire d'arrivée, dont les caractéristiques sont publiées et intégrées dans une base de données de l'aéronef de la même façon que dans le cas précédent. Ce dernier segment 6 se termine généralement au point MAP. Ce point est alors situé à une altitude positive non nulle relativement à l'altitude de la piste 5. On choisit comme angles d'orientation  $\alpha$  et de pente  $\beta$  de l'axe d'approche Aa ceux qui caractérisent ledit dernier segment 6 ;
- on prolonge ce dernier segment 6 en ligne droite vers le sol et on détermine son point d'intersection  $P_i$  avec le plan horizontal dont l'altitude

correspond à ladite altitude prédéterminée. Le point d'ancrage P de l'axe d'approche Aa est choisi confondu avec ledit point d'intersection Pi.

L'axe d'approche Aa déterminé selon l'invention correspond donc, dans ce cas, à une demi-droite aboutissant au point Pi, dont l'orientation et la pente sont définies par les angles  $\alpha$  et  $\beta$ . Les caractéristiques dudit dernier segment 6 sont telles que le point d'intersection Pi est généralement situé au-dessus du seuil de piste S.

On considère à présent une deuxième situation dans laquelle l'axe Ap de la piste d'atterrissage 5, n'est pas aligné avec la projection au sol du dernier segment 6 de la trajectoire d'arrivée.

La figure 5 représente, en vue de dessus, un exemple d'approche d'un aéronef sur une piste d'atterrissage 5 dans le cas où l'axe de piste Ap et la projection au sol du dernier segment 6 de la trajectoire d'arrivée relative au mode d'approche sélectionné, ne sont pas alignés. La droite D représentée sur cette figure 5 est une droite d'un plan horizontal dont une partie est confondue avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit dernier segment 6. L'altitude de ce plan horizontal est de préférence choisie égale à ladite altitude prédéterminée, définie précédemment. Toutefois, sans sortir du cadre de la présente invention, on peut également raisonner en termes de projection verticale sur un plan horizontal correspondant à une autre altitude, par exemple l'altitude du seuil de piste S. Le point I correspond à l'intersection de ladite droite D avec la projection verticale sur ce plan horizontal de l'axe de piste Ap. Le point S correspond au point de l'axe de piste Ap situé sur le seuil de piste. Le point R peut être défini comme le point à partir duquel le pilote est censé engager (en pilotage manuel) une rotation de l'aéronef en l'écartant de sa position théorique sur l'axe d'approche Aa, en suivant une trajectoire T, pour rejoindre progressivement un plan vertical contenant l'axe Ap de la piste d'atterris-

sage 5 et poser l'aéronef sur ladite piste d'atterrissage 5 sensiblement audit point S. Le point R et la trajectoire T peuvent, par exemple, être déterminés par un système de gestion de vol FMS de l'aéronef, qui comporte généralement des fonctionnalités lui permettant de calculer une trajectoire théorique de transition entre deux segments consécutifs d'un plan de vol.

On choisit comme angles d'orientation  $\alpha$  et de pente  $\beta$  de l'axe d'approche Aa ceux qui caractérisent ledit dernier segment 6.

En outre, le point d'ancrage P de l'axe d'approche Aa est choisi de façon à ce que, d'une part, la projection verticale de cet axe Aa sur ledit plan horizontal soit confondue avec une partie de la droite D (l'axe Aa est donc dans le même plan vertical que ledit dernier segment 6) et, d'autre part, la distance entre le point R et le point d'ancrage P selon l'axe d'approche Aa soit sensiblement égale à la distance entre le point R et la projection verticale du point S sur la trajectoire T, le long de cette trajectoire T (considérée dans l'espace tridimensionnel).

Sans sortir du cadre de la présente invention, on peut aussi déterminer le point d'ancrage P en raisonnant sur des projections verticales sur ledit plan horizontal : on choisit alors le point d'ancrage P de façon à ce que la distance entre ce point d'ancrage P et la projection verticale du point R sur ce plan horizontal soit sensiblement égale à la distance entre ladite projection verticale du point R sur ce plan horizontal et la projection verticale du point S sur ce plan horizontal, selon la projection verticale de la trajectoire T sur ce plan horizontal.

Ce mode de détermination de l'axe d'approche Aa est avantageux par le fait que le dernier segment 6 est sensiblement confondu avec une partie de cet axe Aa, ce qui permet de conserver sur la trajectoire T la même pente  $\beta$  que celle de cet axe d'approche Aa, même pour des valeurs élevées de l'angle  $\varphi$  entre la droite D et l'axe de piste Ap. Il existe des ap-

proches publiées pour lesquelles la valeur de cet angle  $\varphi$  peut aller jusqu'à environ 90° ou 100°.

De façon avantageuse, le rayon de courbure  $R_c$  de la trajectoire T, calculée par exemple par le système FMS, dépend de la vitesse de l'aéro-  
5 nef. Ce rayon de courbure  $R_c$  peut, notamment, être calculée selon la formule suivante :

$$R_c = V_s \cdot \frac{V_s}{\tan(R_{\max}) \cdot g}$$

dans laquelle :

- $V_s$  est la vitesse d'approche soumise aux conditions de vent ("Ground  
10 speed") ;
- $\tan$  est la tangente ;
- $R_{\max}$  est l'angle de roulis maximum dans cette phase, généralement 30° ("Maximum Roll angle") ; et
- $g$  est l'accélération de la pesanteur.

15 Dans un mode de réalisation simplifié de l'invention, on choisit un point d'ancrage P tel que la distance du point R audit point d'ancrage P est sensiblement égale à la distance, en ligne droite, du point R au point S.

20 Par ailleurs, dans un mode de réalisation préféré de l'invention, concernant le cas considéré (axe de piste  $A_p$  non aligné avec la projection au sol du dernier segment 6), le point P est déterminé en faisant une approximation par excès de ladite distance entre le point R et ce point P, comme indiqué ci-après.

25 La figure 6 représente, en vue de dessus, un exemple d'approche d'un aéronef sur une piste d'atterrissage 5, similaire à l'exemple d'approche de la figure 5. Le point I correspond à l'intersection de la droite D avec la projection verticale sur ledit plan horizontal de l'axe de piste  $A_p$ . On considère dans ce plan horizontal un cercle de centre I, passant par la

projection verticale du point S sur ledit plan horizontal, dont un arc de cercle C est représenté sur la figure 6. Le point d'ancrage P de l'axe d'approche Aa est celui des points d'intersection de ce cercle et de la droite D qui est situé en aval du point I, sur cette droite D, par rapport au sens d'ap-  
5 proche E de l'aéronef.

En raisonnant dans ledit plan horizontal, on constate que la distance entre le point P et la projection verticale du point R sur ce plan horizontal est égale à la somme, d'une part, de la distance entre le point I et la projection verticale du point R sur ce plan horizontal et, d'autre part, de  
10 la distance entre le point I et la projection verticale du point S sur ce plan horizontal (puisque la distance entre le point I et le point P est égale à la distance entre le point I et la projection verticale du point S sur ce plan horizontal, le point P et la projection verticale du point S sur ce plan horizontal étant sur le même cercle de centre I). La somme desdites distances  
15 est légèrement supérieure à la distance du point R au point S le long de la projection verticale de la trajectoire T sur ledit plan horizontal, tout en constituant une bonne approximation de cette dernière distance. Il en résulte que l'axe d'approche Aa correspondant à ce mode préféré de réalisation se situe dans le même plan vertical que l'axe Aa défini pour l'exemple  
20 de la figure 5, légèrement au-dessus de celui-ci. Cela ne pose pas de problème puisque les marges d'altitude de sécurité de l'aéronef par rapport au relief sont respectées, étant donné qu'une partie de l'axe Aa pour l'exemple de la figure 5 est sensiblement confondue avec le dernier segment 6 du mode d'approche publié sélectionné.

25 Ce mode de réalisation préféré de l'invention présente l'avantage de permettre une détermination très simple du point P.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention correspondant au cas considéré (axe de piste Ap non aligné avec la projection au sol du dernier segment 6), si un point final FEP ("Final End Point") est défini pour le

mode d'approche publié sélectionné par le pilote, on choisit ce point FEP comme point d'ancrage P de l'axe d'approche Aa.

On sait que le point FEP est défini par la norme "ARINC 424", issue 15. La projection verticale de ce point FEP sur un plan horizontal contenant le point S correspond à la projection orthogonale du point S sur la projection du dernier segment 6 du mode d'approche publié sélectionné, sur ledit plan horizontal contenant le point S (figure 7). Pour une approche publiée, un point FEP n'est valablement défini que si la projection verticale du point MAP sur ledit plan horizontal se situe en aval de ce point FEP (dans le sens d'approche E de l'aéronef) sur une droite D, dont une partie est confondue avec la projection dudit dernier segment 6.

Ce mode de réalisation est avantageux en ce qu'il permet une détermination très simple du point P (aucun calcul n'est nécessaire, puisque les coordonnées du point FEP sont publiées et codées dans une base de données de l'aéronef lorsque ce point existe).

On notera que les coordonnées publiées du point FEP comportent sa latitude et sa longitude, mais aussi son altitude. Il n'est donc pas nécessaire de définir l'altitude du point P de la façon envisagée précédemment. Toutefois, dans une variante de ce mode de réalisation, on peut aussi choisir un point P dont la latitude et la longitude correspondent à celles du point FEP, mais dont l'altitude est définie comme indiqué précédemment.

On considère à présent une troisième situation dans laquelle l'axe de piste Ap est parallèle à la projection au sol du dernier segment 6 du mode d'approche sélectionné, et est distinct de cette projection au sol dudit dernier segment 6.

Dans cette troisième situation, il n'existe pas de point d'intersection entre une droite D et la projection verticale de l'axe de piste Ap dans le plan horizontal contenant cette droite D (figure 8).

De la même façon que pour le point R précédent, on définit, dans un mode de réalisation particulier, un point R1 et une trajectoire théorique T1 suivie par l'aéronef pour rejoindre la piste d'atterrissage 5 depuis le dernier segment 6. A la différence du cas précédent, cette trajectoire T1  
5 doit comporter au moins deux zones de courbure de centres distincts. De façon similaire, on définit alors l'axe d'approche Aa dans le même plan vertical que le dernier segment 6, de mêmes angles d'orientation  $\alpha$  et de pente  $\beta$  que celui-ci, et le point d'ancrage P de cet axe Aa est choisi confondu avec un point P2 qui est tel que la distance entre le point R1 et  
10 ce point P2 soit sensiblement égale à la distance du point R1 à la projection verticale du point S sur la trajectoire T1, le long de cette trajectoire T1.

En outre, dans un mode de réalisation préféré, on considère un cercle de centre R1 dans le plan horizontal dont l'altitude correspond à  
15 ladite altitude prédéterminée. Ce cercle, dont un arc C1 est représenté sur la figure 8, passe par la projection verticale du point S sur ce plan horizontal. Le point d'ancrage P de l'axe Aa est alors choisi confondu avec un point P1, qui est celui des points d'intersection de ce cercle et de la droite D qui est situé en aval du point R1, sur cette droite D, par rapport au sens  
20 d'approche E de l'aéronef.

Par ailleurs, dans un autre mode de réalisation de l'invention, le point d'ancrage P de l'axe d'approche finale Aa est choisi confondu avec un point P3 correspondant à la projection orthogonale, sur le plan horizontal de même altitude que ladite altitude prédéterminée, du point correspondant à la projection verticale du point S sur ce plan horizontal.  
25

Dans la description précédente, pour déterminer l'axe d'approche Aa, on a pris en considération le dernier segment 6 de la trajectoire d'arrivée correspondant au mode d'approche publié sélectionné. Dans une variante de réalisation de l'invention, plutôt que ledit dernier segment 6, on

prend en considération le segment de cette trajectoire d'arrivée qui franchit en descente l'altitude MDA. On utilise alors le procédé de détermination de l'axe Aa décrit dans les modes de réalisation précédents en prenant en compte le segment ainsi déterminé plutôt que ledit dernier segment 6.

Cette variante de réalisation présente l'avantage de permettre au pilote d'avoir une trajectoire stabilisée dès lors qu'il franchit en descente l'altitude MDA, c'est-à-dire qu'il n'a alors plus besoin d'effectuer des trajectoires en virage pour rejoindre des segments d'approche consécutifs, mais il doit seulement effectuer un dernier virage pour aligner à vue l'aéronef avec la piste d'atterrissage 5.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour déterminer un axe d'approche finale (Aa) d'un aéronef pour une approche de non précision en vue d'un atterrissage de l'aéronef sur une piste d'atterrissage (5),

5 caractérisé en ce que :

a) on détermine un mode d'approche qui a été sélectionné par le pilote de l'aéronef, parmi une pluralité de modes d'approche prédéterminés ;

b) on sélectionne un segment caractéristique (6) d'une trajectoire d'arrivée qui est relative au mode d'approche sélectionné ainsi déterminé ;

10 c) on détermine l'orientation de la projection au sol dudit segment caractéristique (6), par rapport à l'axe (Ap) de ladite piste d'atterrissage (5) ; et

d) en fonction de cette orientation, on détermine :

– un point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) ;

15 – l'orientation ( $\alpha$ ) dans un plan horizontal dudit axe d'approche finale (Aa) ; et

– la pente ( $\beta$ ) dudit axe d'approche finale (Aa).

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce qu'à l'étape d), on détermine :

20 – comme orientation ( $\alpha$ ) dudit axe d'approche finale (Aa), l'orientation dudit segment caractéristique (6) ; et

– comme pente ( $\beta$ ) dudit axe d'approche finale (Aa), la pente dudit segment caractéristique (6).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,

25 caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) est alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), on réalise à l'étape d) les opérations suivantes :

d1) on détermine un point caractéristique (MAP) correspondant au point limite auquel le pilote doit remettre les gaz lorsque l'approche est manquée ;

d2) on détermine la position relative entre la projection au sol dudit point caractéristique (MAP) et le seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) ; et

d3) on détermine, en fonction de cette position relative, ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa).

5 4. Procédé selon la revendication 3,

caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol du point caractéristique (MAP) est située sur le ou en aval du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) selon le sens d'approche (E) de l'aéronef, à l'étape d3) on détermine comme point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa), le point d'intersection dudit segment caractéristique (6) avec un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée.

15 5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol du point caractéristique (MAP) est située en amont du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) selon le sens d'approche (E) de l'aéronef, à l'étape d3) on détermine comme point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa), le point d'intersection (Pi) de la prolongation vers le sol dudit segment caractéristique (6) avec un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée.

20 6. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :

- on détermine un point de référence (R) à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), selon une trajectoire de référence (T) ;
- on détermine ladite trajectoire de référence (T) ;

- on détermine une droite horizontale (D) qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique (6) ; et
- 5 – on détermine, comme point d'ancrage (P), le point qui est tel que :
  - d'une part, la projection verticale de l'axe d'approche finale (Aa) sur ledit plan horizontal soit confondue en partie avec ladite droite horizontale (D) ; et
  - d'autre part, la distance entre ledit point et le point de référence (R) selon l'axe d'approche finale (Aa) soit sensiblement égale à la distance entre ledit point de référence (R) et le seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) le long de ladite trajectoire de référence (T).

7. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5),
- 15 pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :
- on détermine un point de référence (R) à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), selon une trajectoire
  - 20 de référence (T) ;
  - on détermine ladite trajectoire de référence (T) ; et
  - on détermine, comme point d'ancrage (P), le point qui est tel que la distance entre ce dernier et la projection verticale dudit point de référence (R) sur un plan horizontal situé à une altitude prédéterminée est sensiblement égale à la distance entre les projections verticales sur ledit plan horizontal dudit point de référence (R) et du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5), selon la projection verticale de ladite trajectoire de référence (T) sur ledit plan horizontal.
  - 25

8. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :
- 5
- on détermine un point de référence (R) à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), selon une trajectoire de référence (T) ; et
- 10
- on détermine, comme point d'ancrage (P), le point qui est tel que la distance entre ce dernier et ledit point de référence (R) est sensiblement égale à la distance entre ledit point de référence (R) et le seuil (S) de la piste d'atterrissage (5).

9. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :
- 15
- on détermine une droite horizontale (D) qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique (6) ;
- 20
- on détermine un point intermédiaire (I) qui correspond à l'intersection de ladite droite horizontale (D) avec la projection verticale sur ledit plan horizontal de l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5) ;
- 25
- on détermine un cercle (C) ayant comme centre ledit point intermédiaire (I) et comme rayon la distance entre ce point intermédiaire (I) et la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) ; et

- on détermine, comme point d'ancrage (P), l'intersection entre ledit cercle (C) et ladite droite horizontale (D).

10. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5),  
5 à l'étape d), on utilise comme point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) un point final prédéterminé, qui est caractéristique dudit mode d'approche sélectionné par le pilote de l'aéronef.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) n'est pas alignée avec l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5),  
10 pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :

- on détermine un point final prédéterminé, qui est caractéristique dudit mode d'approche sélectionné par le pilote ; et  
15
- on détermine, comme point d'ancrage (P), le point ayant :
  - . comme longitude et latitude, la longitude et la latitude dudit point final ; et
  - . comme altitude, une altitude prédéterminée.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) est parallèle à l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :

- on détermine un point de référence (R1) à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), selon une trajectoire de référence (T1) ;  
25
- on détermine ladite trajectoire de référence (T1) ; et

- on détermine, comme point d'ancrage (P), le point (P2) qui est tel que la distance entre ce dernier et ledit point de référence (R1) est sensiblement égale à la distance, le long de ladite trajectoire de référence (T1), entre ledit point de référence (R1) et la projection verticale du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) sur ladite trajectoire de référence (T1).

5  
13. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) est parallèle à l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :

- on détermine un point de référence (R1) à partir duquel le pilote est censé engager une rotation de l'aéronef pour rejoindre un plan vertical contenant l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), selon une trajectoire de référence (T1) ;
- 15 – on détermine une droite horizontale (D) qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique (6) ;
- on détermine un cercle (C1) ayant comme centre ledit point de référence (R1) et comme rayon la distance entre ce point de référence (R1) et la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5) ; et
- 20 – on détermine, comme point d'ancrage (P), le point d'intersection (P1) entre ledit cercle (C1) et ladite droite horizontale (D).

25  
14. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsque la projection au sol dudit segment caractéristique (6) est parallèle à l'axe (Ap) de la piste d'atterrissage (5), pour déterminer, à l'étape d), ledit point d'ancrage (P) dudit axe d'approche finale (Aa) :

- on détermine une droite horizontale (D) qui est située dans un plan horizontal se trouvant à une altitude prédéterminée et qui est confondue en partie avec la projection verticale sur ledit plan horizontal dudit segment caractéristique (6) ;
- 5 – on détermine un point intermédiaire correspondant à la projection verticale sur ledit plan horizontal du seuil (S) de ladite piste d'atterrissage (5) ; et
- on détermine, comme point d'ancrage (P), le point (P3) correspondant à la projection orthogonale dudit point intermédiaire sur ladite droite horizontale (D).

10

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, 9 et 11 à 14, caractérisé en ce que ladite altitude prédéterminée correspond à l'altitude du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5).

15

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, 9 et 11 à 14, caractérisé en ce que ladite altitude prédéterminée correspond à l'altitude du seuil (S) de la piste d'atterrissage (5), augmentée d'une valeur prédéterminée.

20

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, 9 et 11 à 14, caractérisé en ce que ladite altitude prédéterminée correspond à l'altitude du sol à l'emplacement dudit point d'ancrage (P).

25

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que ledit segment caractéristique (6) correspond au dernier segment de ladite trajectoire d'arrivée.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que ledit segment caractéristique (6) correspond au segment de ladite trajectoire d'arrivée qui franchit une altitude qui est caractéristique du mode d'approche sélectionné par le pilote de l'aéronef.

5           20. Dispositif pour déterminer un axe d'approche finale (Aa) d'un aéronef pour une approche de non précision en vue d'un atterrissage de l'aéronef sur une piste d'atterrissage (5), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (2, 3) pour mettre en œuvre le procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 19.

10           21. Aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif susceptible de mettre en œuvre le procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 19.

1/4

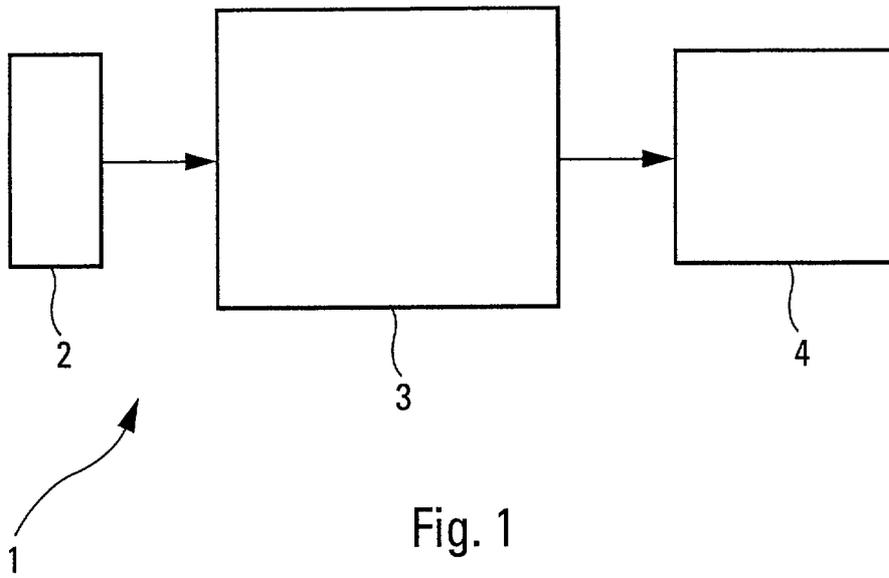


Fig. 1

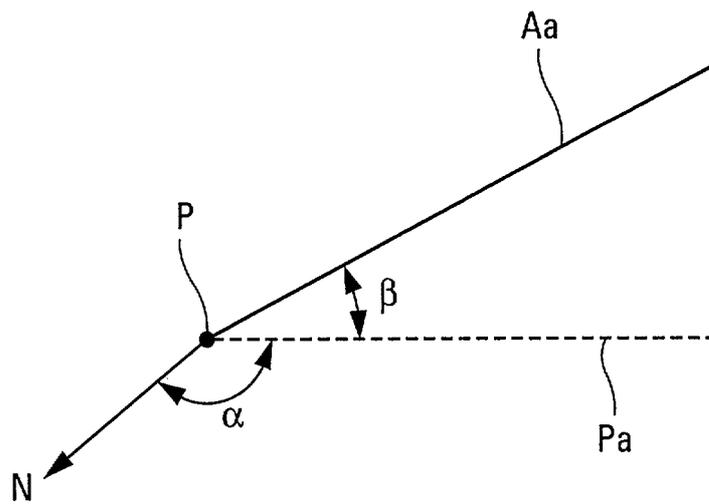


Fig. 2

2/4

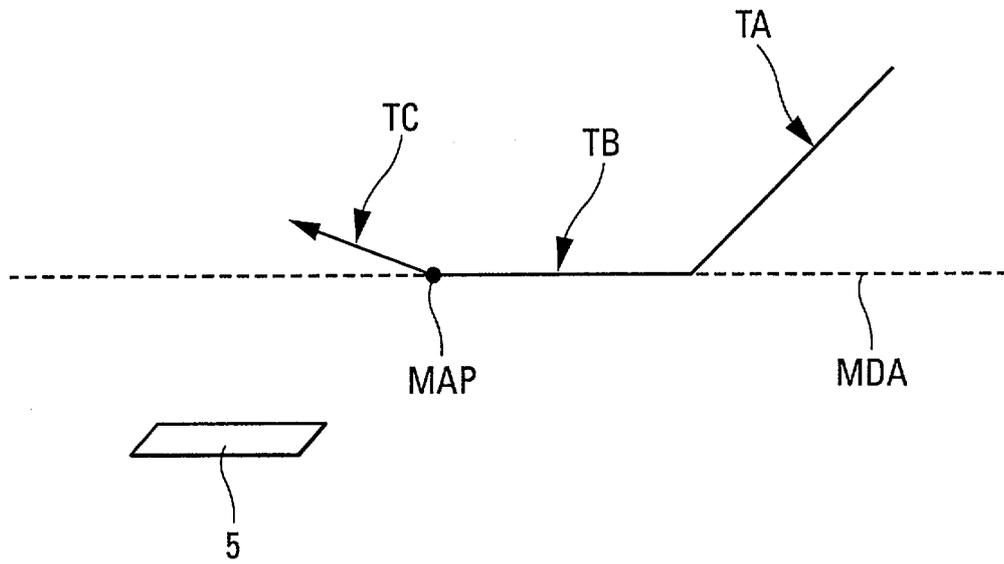


Fig. 3

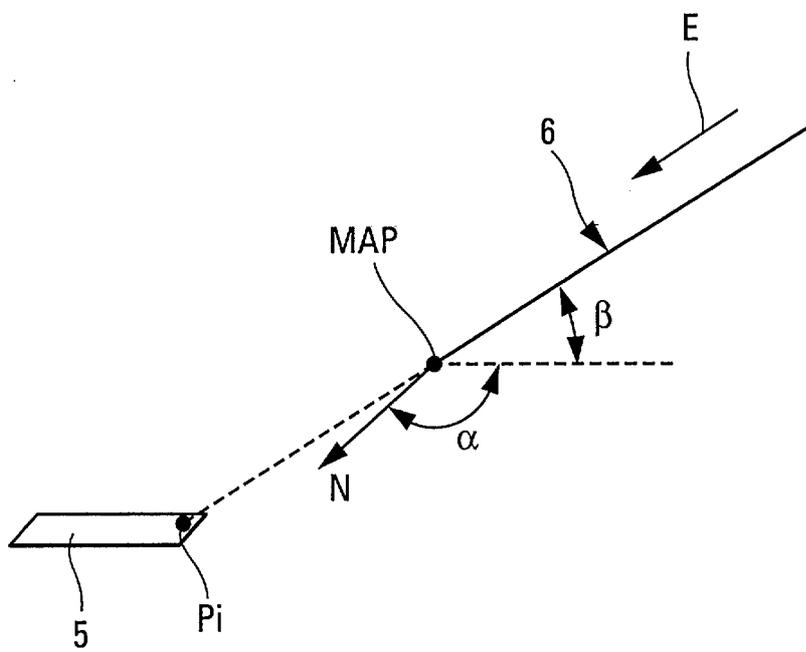


Fig. 4

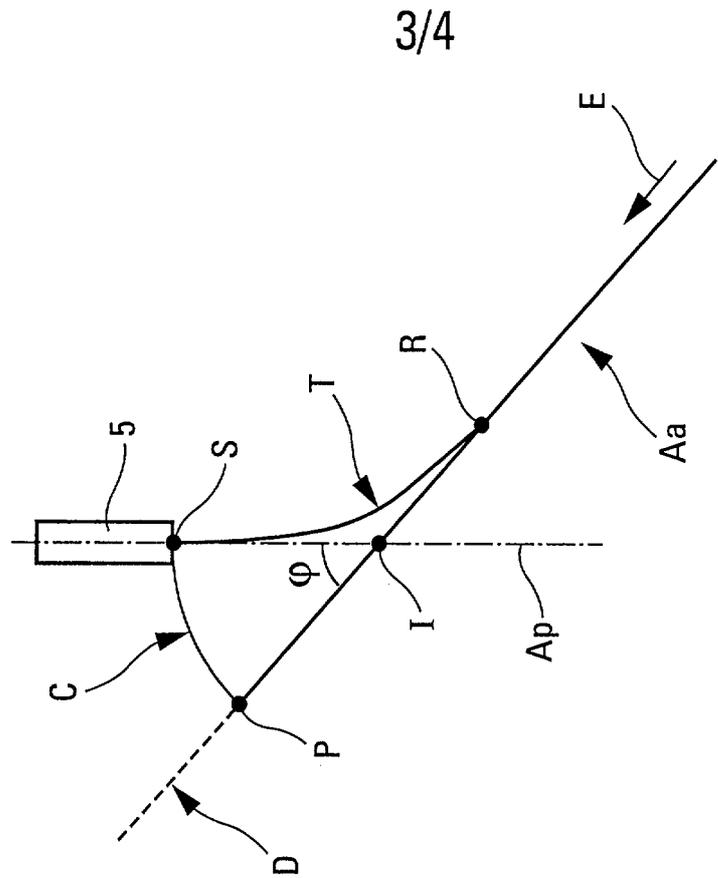


Fig. 6

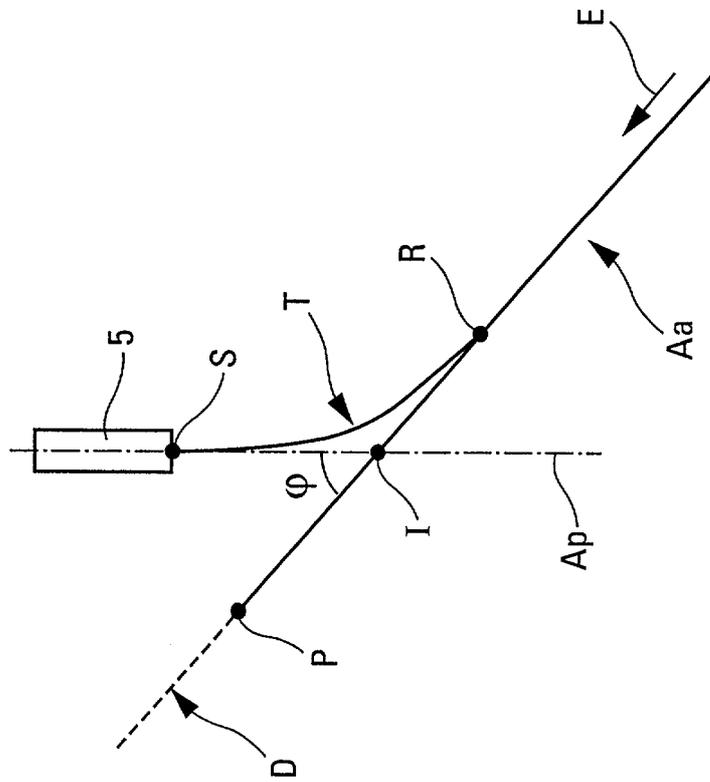


Fig. 5

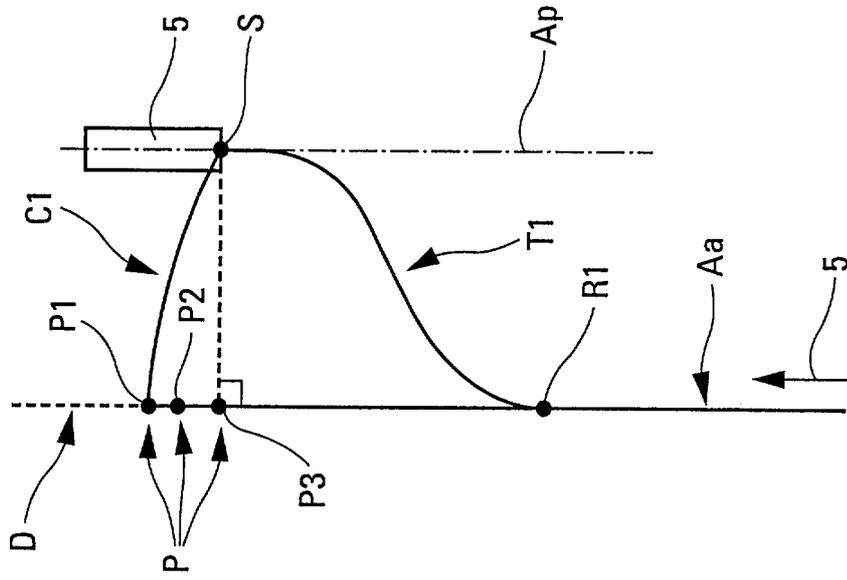


Fig. 8

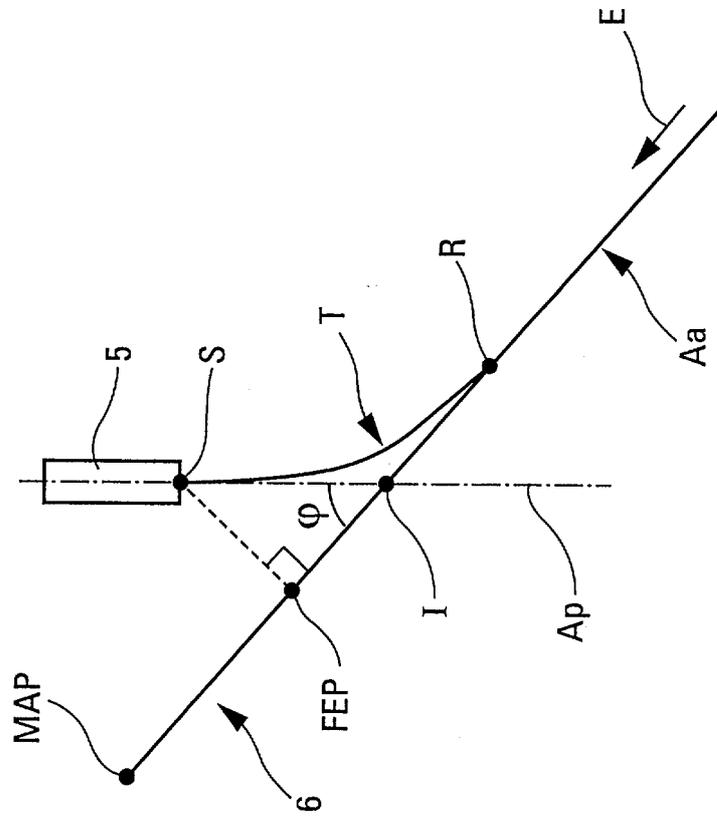


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 633967  
FR 0303334

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 3 666 929 A (MENN BRUCE E) 30 mai 1972 (1972-05-30) * colonne 1, ligne 6-56 * * colonne 3, ligne 11 - colonne 5, ligne 68 * * figures 1-3,5 * ---	1,20,21	B64C45/04 G01C21/00
A	US 3 169 730 A (TRIBKEN EVERETT R ET AL) 16 février 1965 (1965-02-16) * colonne 1, ligne 9-63 * * colonne 2, ligne 56 - colonne 3, ligne 65 * * figures 1,2,4,5,8-10 * ---	1,20,21	
A	US 5 739 770 A (LIDEN SAM P) 14 avril 1998 (1998-04-14) * colonne 1, ligne 6-54 * * colonne 2, ligne 62 - colonne 4, ligne 60 * * figures 1-3 * -----	1,20,21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B64D G05D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		1 décembre 2003	Weber, C
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0303334 FA 633967**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 01-12-2003

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3666929      A	30-05-1972	AUCUN	
-----			
US 3169730      A	16-02-1965	AUCUN	
-----			
US 5739770      A	14-04-1998	AUCUN	
-----			