

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.04.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.10.17 Bulletin 17/41.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : DASSAULT AVIATION Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BARRAL JEROME et DARSEZ PATRICK.

73 Titulaire(s) : DASSAULT AVIATION Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX Société par actions simplifiée.

54 PROCÉDE D'ASSISTANCE AU PILOTAGE D'UN AERONEF AVEC RESTRICTION DES POSSIBILITES DE REGLAGE DES PARAMETRES DE PILOTAGE EN FONCTION DU CONTEXTE, ET DISPOSITIF CORRESPONDANT.

57 Ce procédé (200) d'assistance au pilotage d'un aéronef comprend les étapes suivantes :

- paramétrage (230) d'au moins un mode de pilotage, le dit paramétrage (230) comprenant :

o la sélection (234) d'un mode de pilotage parmi au moins un mode de pilotage disponible et

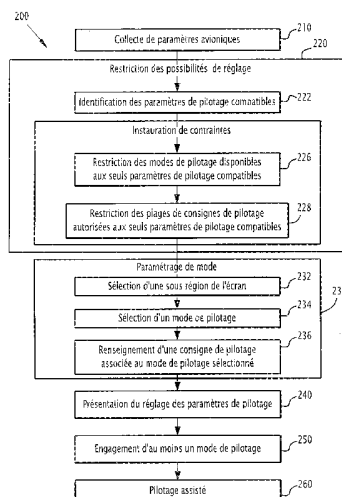
o le renseignement (236) d'au moins une consigne de pilotage associée au mode de pilotage sélectionné,

- présentation (240) du ou de chaque mode de pilotage paramétré,

- engagement (250) d'au moins un mode de pilotage paramétré, et

- pilotage (260) de l'aéronef par un système de pilotage automatique (104) de l'aéronef en fonction de la consigne de pilotage du ou de chaque mode de pilotage engagé.

Le procédé (200) comprend également une étape (210) de collecte d'au moins un paramètre avionique représentatif d'un contexte de pilotage, et une étape (220) de restriction des possibilités de paramétrage des modes de pilotage en fonction du ou de chaque paramètre avionique collecté.



**Procédé d'assistance au pilotage d'un aéronef avec restriction des possibilités de réglage des paramètres de pilotage en fonction du contexte, et dispositif correspondant**

La présente invention concerne un procédé d'assistance au pilotage d'un aéronef, du type comprenant un système de pilotage automatique avec une pluralité de modes de pilotage préprogrammés, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- paramétrage d'au moins un mode de pilotage de manière à former un mode de pilotage paramétré, ledit paramétrage comprenant :
  - o la sélection, par un utilisateur, d'un mode de pilotage sélectionné parmi au moins un mode de pilotage disponible pris parmi les modes de pilotage préprogrammés, et
  - o le renseignement d'au moins une consigne de pilotage associée audit mode de pilotage sélectionné,
- présentation à l'utilisateur du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée,
- engagement d'au moins un mode de pilotage paramétré, ledit mode de pilotage paramétré devenant un mode de pilotage engagé, et
- pilotage de l'aéronef par le système de pilotage automatique en fonction de la consigne de pilotage du ou de chaque mode de pilotage engagé,

L'invention concerne également un dispositif d'assistance au pilotage d'un aéronef, du type comprenant :

- une mémoire dans laquelle est enregistrée une pluralité de modes de pilotage préprogrammés,
- un système de paramétrage de mode pour le paramétrage d'au moins un mode de pilotage, de manière à former un mode de pilotage paramétré, ladite interface de commande comprenant :
  - o un sélecteur de mode de pilotage, pour la sélection, par un utilisateur, d'un mode de pilotage sélectionné parmi au moins un mode de pilotage disponible pris parmi les modes de pilotage préprogrammés, et
  - o un organe d'entrée de consigne pour le renseignement, par un utilisateur ou par un système avionique, d'au moins une consigne de pilotage associée audit mode de pilotage sélectionné,
- un organe de présentation pour la présentation à l'utilisateur du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée,

- un système d'engagement de mode pour engager au moins un mode de pilotage paramétré, ledit mode de pilotage paramétré devenant un mode de pilotage engagé, et
- un système de pilotage automatique de l'aéronef, configuré pour piloter l'aéronef en fonction de la consigne de pilotage du ou de chaque mode de pilotage engagé.

Il est connu de piloter un aéronef avec l'assistance d'un système de pilotage automatique de l'aéronef. Ce système de pilotage automatique se décompose généralement en un premier module, appelé « autopilote », destiné au pilotage de la trajectoire de l'aéronef, et un deuxième module, appelé « automanette », destiné au pilotage de la vitesse de l'aéronef.

Le système de pilotage automatique pilote l'aéronef en fonction de paramètres de pilotage, parmi lesquels des modes de pilotage sélectionnés par le pilote et des consignes de pilotage associées auxdits modes de pilotage. Les modes de pilotage sont généralement sélectionnés par le pilote au travers d'un boîtier de commande spécifique appelé « panneau de guidage » (« guidance panel » en anglais). Les consignes de pilotage sont quant à elles renseignées soit par le pilote, qui les saisit alors au moyen du panneau de guidage, soit par un système automatique tel que le « système global de gestion du vol » (ou FMS pour « Flight Management System » en anglais) qui élabore ces consignes lui-même avant de les transmettre au système de pilotage automatique ou fournit une consigne par défaut. Une fois qu'un mode de pilotage a été sélectionné par le pilote et que la consigne de pilotage associée a été renseignée, ce mode de pilotage est dit « paramétré ». Un mode de pilotage paramétré peut ensuite être engagé par le pilote, de manière à ce que le système de pilotage automatique pilote l'aéronef en fonction de la consigne de pilotage associée audit mode de pilotage. On distingue des modes de pilotage paramétrés dits « actifs », qui sont prêts à être engagés directement par le pilote, et des modes de pilotage paramétrés dits « armés », qui sont en attente que des conditions d'activation soient satisfaites pour pouvoir être activés.

On connaît des modes de pilotage à renseignement manuel, dits « modes basiques », ces modes de pilotage comprenant :

- un « mode roulis », un « mode cap » et un « mode route » (respectivement, « roll mode », « heading mode » et « track mode » en anglais) pour le pilotage de la trajectoire horizontale de l'aéronef,
- un « mode pente », un « mode vitesse verticale », un « mode montée », un « mode descente », un « mode capture d'altitude » et un « mode tenue d'altitude » (respectivement « Path mode », « VS mode », « CLB mode »,

« DESC mode », « ASEL mode » et « ALT mode » en anglais) pour le pilotage de la trajectoire verticale de l'aéronef (liste pouvant varier d'un aéronef à l'autre), et

- un « mode vitesse » et un « mode Mach » (respectivement « speed mode » et « Mach mode » en anglais) pour le pilotage de la vitesse de l'aéronef.

Les consignes de pilotage associées à ces modes de pilotage sont choisies par le pilote au moyen du panneau de guidage.

On connaît également des modes de pilotage dits « supérieurs » qui permettent le séquençement automatique de consignes de pilotage élaborées et renseignées automatiquement par le FMS : ces modes supérieurs comprennent un mode dit « Lateral Navigation » (ou LNAV) pour le pilotage de la trajectoire horizontale de l'aéronef, un mode dit « Vertical Navigation » (ou VNAV) pour le pilotage de la trajectoire verticale de l'aéronef, et un mode dit « Speed Navigation » (ou SNAV) pour le pilotage de la vitesse de l'aéronef.

On connaît enfin des modes de pilotage qui permettent le pilotage de l'aéronef à la fois en trajectoire et en vitesse. C'est le cas notamment du mode « Approche », qui permet de fixer des consignes de pilotage à la fois en trajectoire verticale et en trajectoire horizontale. Les consignes de pilotage associées à ce mode de pilotage sont généralement déterminées par le FMS.

Quels que soient les paramètres de pilotage (modes et consignes) entrés dans le système de pilotage automatique, le pilote peut choisir d'engager ou non le suivi automatique de ces paramètres en engageant l'autopilote et/ou l'automanette. S'il n'engage pas l'autopilote, il devra, au travers du manche, assurer la bonne tenue de la trajectoire. Et s'il n'engage pas l'automanette il devra, au travers des manettes de gaz, assurer la bonne tenue de la vitesse.

Un panneau de guidage 10 d'un dispositif d'assistance au pilotage d'un aéronef de l'état de la technique est représenté sur la Figure 1. Comme visible sur cette Figure, le panneau de guidage est divisé en trois zones 12, 14, 16 destinées chacune au réglage d'un axe de pilotage : une première zone 12 est ainsi destinée principalement à la sélection du mode de pilotage en vitesse et au réglage de la consigne de pilotage associée, une deuxième zone 14 est destinée principalement à la sélection du mode de pilotage en trajectoire horizontale et au réglage de la consigne de pilotage associée, et une troisième zone 16 est destinée principalement à la sélection du mode de pilotage en trajectoire verticale et au réglage de la consigne de pilotage associée.

La première zone 12 comprend un rotacteur double 20 pour la sélection d'un mode parmi les modes Vitesse et Mach, le choix de l'origine de la consigne entre une consigne

élaborée par le FMS et une consigne sélectionnée par le pilote, et le réglage de la consigne de pilotage associée, un afficheur 22 affichant la consigne réglée au moyen du rotacteur double 20, et un bouton 26 d'engagement/désengagement de l'automanette. La deuxième zone 14 comprend un rotacteur double 30 pour la sélection du mode cap ou route et le réglage de la consigne associée, un afficheur 32 affichant la consigne de pilotage réglée au moyen du rotacteur double 30, et un bouton 36 permettant la sélection/désélection du mode supérieur de pilotage en trajectoire horizontale (LNAV). La troisième zone 16 comprend un bouton 40 de sélection d'un mode parmi les modes pente et vitesse verticale, un bouton 42 permettant la sélection du mode « tenue d'altitude », un bouton 44 permettant la sélection du mode « montée », une molette 46 de réglage d'une consigne associée au mode sélectionné via le bouton 40 (mode VS ou Path), et un bouton 48 permettant la sélection du mode supérieur de pilotage en trajectoire verticale (VNAV). Cette zone 16 comprend également un rotacteur double 49 permettant la sélection de l'altitude de sécurité (ASEL).

Le panneau de guidage 10 comprend également une quatrième zone 18, intercalée entre les deuxième et troisième zones 14, 16. Cette quatrième zone 18 comprend un premier bouton 37 d'engagement/désengagement de l'autopilote, et un deuxième bouton 38 de sélection d'un axe de pilotage prioritaire dans le pilotage de l'aéronef entre, d'un côté, le pilotage en trajectoire verticale et, d'un autre côté, le pilotage en vitesse et en trajectoire horizontale.

Le réglage des paramètres de pilotage est généralement présenté sur un écran distinct du panneau de guidage et appelé « annonceur de mode de vol » (mieux connu sous l'acronyme anglais de FMA pour « Flight Mode Annunciation »).

La Figure 2 présente ainsi un FMA 50 appartenant au même dispositif d'assistance au pilotage que le panneau de guidage 10. Ce FMA présente une région 52 d'indication du statut engagé ou désengagé de l'automanette, enrichi du mode de pilotage actif pour le pilotage de l'aéronef en vitesse, une région 56 de présentation du mode de pilotage actif pour le pilotage de l'aéronef en trajectoire horizontale, une région 54 de présentation de la consigne associée à ce mode horizontal actif, une région 58 de présentation du mode de pilotage actif pour le pilotage de l'aéronef en trajectoire verticale, une région 59 de présentation de la consigne associée à ce mode vertical actif, une région 60 de présentation du statut engagé ou désengagé de l'autopilote, enrichi de l'information sur l'axe de pilotage prioritaire, et enfin des régions 62 et 64 de présentation respectivement du mode armé de pilotage de l'aéronef en trajectoire horizontale et du mode armé de pilotage de l'aéronef en trajectoire verticale. On peut ainsi constater que, dans l'exemple représenté, l'automanette et l'autopilote sont tous les deux engagés, et

que les modes de pilotage actifs sont les modes vitesse, cap et vitesse verticale, alors que les modes d'approche (le mode LOC capturant le faisceau électrique sur l'axe latéral et le mode GS capturant le faisceau électrique sur l'axe vertical) sont armés.

Les dispositifs d'assistance au pilotage connus présentent toutefois de nombreux  
5 inconvénients. Tout d'abord, la dissociation existant entre le réglage des paramètres de pilotage via le panneau de guidage et l'affichage de ce réglage sur le FMA. Ensuite, le fait que toutes les commandes de réglages des modes et consignes de pilotage sont accessibles à chaque instant. Ceci complique la tâche du pilote dans le réglage des paramètres de pilotage et facilite les erreurs humaines. Enfin, le dispositif qui permet de  
10 prévenir des erreurs humaines (par des annonces de type « CHECK ASEL » demandant au pilote de vérifier des consignes, par exemple celle de l'altitude de sécurité) est très limité et ne couvre pas le spectre des erreurs possibles, ce qui peut conduire le pilote dans des situations dangereuses dans lesquelles il lui sera difficile d'identifier l'erreur en cause et de la corriger.

Un objectif de l'invention est ainsi de réduire les erreurs des pilotes d'aéronefs. Un  
15 autre objectif est d'alléger leur charge de travail.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, comprenant également une étape de collecte d'au moins un paramètre avionique représentatif d'un  
20 contexte de pilotage, et une étape de restriction des possibilités de paramétrage des modes de pilotage en fonction du ou de chaque paramètre avionique collecté.

Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, le procédé d'assistance au pilotage présente également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s)  
isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- l'étape de restriction des possibilités de paramétrage comprend les sous-étapes  
25 suivantes :

- o identification d'au moins un paramètre de pilotage compatible ou incompatible avec le ou de chaque paramètre avionique collecté, et
- o instauration de contraintes pour empêcher la sélection d'un mode de pilotage et/ou le renseignement d'une consigne de pilotage qui n'est  
30 pas un paramètre de pilotage compatible ;

- l'instauration de contraintes comprend la restriction des modes de pilotage disponibles aux seuls paramètres de pilotage compatibles ;

- le renseignement de la ou chaque consigne de pilotage associée au mode de pilotage sélectionné comprend la sélection de ladite consigne de pilotage à l'intérieur  
35 d'une plage de consignes de pilotage autorisées, et l'instauration de contraintes

comprend la restriction de la plage de consignes de pilotage autorisées aux seuls paramètres de pilotage compatibles ;

- la présentation du ou de chaque mode de pilotage paramétré comprend l'affichage dudit mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée sur un écran ;

- pour sélectionner le mode de pilotage sélectionné, l'utilisateur interagit avec un système de paramétrage, ledit système de paramétrage étant formé par l'écran ou par un système d'interface dédié ;

- les modes de pilotage préprogrammés comprennent au moins un mode de pilotage parmi les modes suivants : mode « roulis », mode « cap », mode « route », mode « pente », mode « vitesse verticale », mode « de montée », mode « descente », mode « tenue d'altitude », mode « vitesse », mode « Mach », mode « approche », mode « LNAV », mode « VNAV » et mode « SNAV » ; et

- le ou les paramètre(s) avionique(s) collecté(s) comprend (comprendent) au moins un paramètre avionique parmi : une configuration de l'aéronef, un état de l'aéronef, un contexte de mission de l'aéronef, des données d'environnement de l'aéronef, une altitude courante de l'aéronef et une phase de vol courante de l'aéronef.

L'invention a également pour objet un dispositif d'assistance au pilotage d'un aéronef, du type précité, comprenant également un collecteur de paramètre avionique pour collecter au moins un paramètre avionique de l'aéronef, et un limiteur de commande pour restreindre les possibilités de paramétrage de modes de pilotage en fonction du ou de chaque paramètre avionique collecté.

Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, le dispositif d'assistance au pilotage présente également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- le limiteur de commande comprend un vérificateur de compatibilité pour identifier au moins un paramètre de pilotage compatible ou incompatible avec le ou chaque paramètre avionique collecté, et un instaurateur de contraintes configuré pour instaurer des contraintes adaptées pour empêcher la sélection d'un mode de pilotage et/ou le renseignement d'une consigne de pilotage qui n'est pas un paramètre de pilotage compatible ;

- l'instaurateur de contraintes est configuré pour restreindre les modes de pilotage disponibles aux seuls paramètres de pilotage compatibles ;

- l'organe d'entrée est adapté pour permettre la sélection de la consigne de pilotage associée au mode de pilotage sélectionné à l'intérieur d'une plage de consignes

de pilotage autorisées, et l'instaurateur de contraintes est configuré pour restreindre la plage de consignes de pilotage autorisées aux seuls paramètres de pilotage compatibles ;

- l'organe de présentation comprend un écran et un module de commande configuré pour commander l'affichage, sur l'écran, du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée ;

- le système de paramétrage de mode est formé par l'écran ou par un système d'interface dédié ;

- les modes de pilotage préprogrammés comprennent au moins un mode de pilotage parmi les modes suivants : mode « roulis », mode « cap », mode « route », mode « pente », mode « vitesse verticale », mode « de montée », mode « descente », mode « tenue d'altitude », mode « vitesse », mode « Mach », mode « approche », mode « LNAV », mode « VNAV » et mode « SNAV » ; et

- le ou les paramètre(s) avionique(s) collecté(s) comprend (comprendent) au moins un paramètre avionique parmi : une configuration de l'aéronef, un état de l'aéronef, un contexte de mission de l'aéronef, des données d'environnement de l'aéronef, une altitude courante de l'aéronef et une phase de vol courante de l'aéronef.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la Figure 1 est une vue de face d'un panneau de guidage d'un dispositif d'assistance au pilotage de l'état de la technique,
- la Figure 2 est une vue de face d'un annonceur de mode de vol du dispositif d'assistance au pilotage de la Figure 1,
- la Figure 3 est une vue schématique d'un dispositif d'assistance au pilotage selon l'invention,
- la Figure 4 est une illustration d'un vérificateur de compatibilité du dispositif d'assistance au pilotage de la Figure 3, et
- la Figure 5 est un diagramme illustrant un procédé mis en œuvre par le dispositif d'assistance au pilotage de la Figure 3.

Le dispositif d'assistance au pilotage 100 représenté sur la Figure 3 est embarqué à bord d'un aéronef (non représenté). Ce dispositif 100 comprend un système 104 de pilotage automatique de l'aéronef, configuré pour piloter automatiquement l'aéronef en fonction de paramètres de pilotage communiqués audit système de pilotage 104, une interface de commande 102 pour le réglage par un pilote de l'aéronef desdits paramètres de pilotage, un système 103 de gestion de vol, mieux connu sous l'acronyme anglais de FMS (pour « Flight Management System »), pour le calcul automatique de paramètres de



pilotage variables dans le temps adaptés au suivi d'un plan de vol paramétré par le pilote, et un organe de présentation 105 pour la présentation au pilote du réglage des paramètres de pilotage.

Le système de pilotage automatique 104 est adapté pour piloter l'aéronef suivant trois axes de pilotage, lesdits axes de pilotage étant constitués par : la trajectoire horizontale de l'aéronef, la trajectoire verticale de l'aéronef, et la vitesse de l'aéronef. A cet effet, le système de pilotage automatique 104 comprend, de façon connue, une automanette 106, pour le pilotage de l'aéronef en vitesse, et un autopilote 108, pour le pilotage de l'aéronef en trajectoire horizontale et verticale. Les paramètres de pilotage en fonction desquels le système de pilotage automatique 104 pilote l'aéronef comprennent des modes de pilotage actifs, sélectionnés parmi des modes de pilotage préprogrammés et stockés dans une mémoire 110 du dispositif d'assistance au pilotage 100, et des consignes de pilotage associées auxdits modes de pilotage actifs et sélectionnées à l'intérieur de plages de variation de ces consignes.

Les modes de pilotage préprogrammés comprennent typiquement les modes de pilotage connus suivants :

- les modes « roulis », « cap », « route » et « LNAV », destinés exclusivement au pilotage de la trajectoire horizontale de l'aéronef,
- les modes « pente », « vitesse verticale », « montée », « descente », « capture d'altitude », « tenue d'altitude » et « VNAV », destinés exclusivement au pilotage de la trajectoire verticale de l'aéronef, (liste non exhaustive)
- les modes « vitesse », « Mach » et « SNAV », destinés exclusivement au pilotage de la vitesse de l'aéronef, et
- le mode « approche », destiné au pilotage de l'aéronef suivant les axes de pilotage en trajectoire horizontale et en trajectoire verticale

Les consignes de pilotage associées auxdits modes de pilotage sont, pour les modes basiques « roulis », « cap », « route », « pente », « vitesse verticale », « montée », « descente », « capture d'altitude », « tenue d'altitude », « vitesse » et « Mach », renseignées soit manuellement par le pilote à travers l'interface de commande 102, soit automatiquement par un autre système avionique, par exemple le système de communication de données contrôle-pilote (mieux connu sous l'acronyme anglais CPDLC pour « Controller-Pilot Data Link Communication »). Pour les modes « LNAV », « VNAV » et « SNAV », qui constituent des modes de pilotage supérieurs, les consignes de pilotage sont renseignées automatiquement par le FMS.

L'organe de présentation 105 est configuré pour présenter au pilote d'une part des modes de pilotage paramétrés, que ceux-ci soient actifs ou simplement armés, ainsi que

les consignes de pilotage associées auxdits modes de pilotage paramétrés, et d'autre part l'état d'engagement ou non de l'autopilote 108 et de l'automanette 106. À cet effet, l'organe de présentation 105 comprend, dans l'exemple représenté, un écran 112, en particulier un écran tactile, et un module d'affichage 114 pour commander l'affichage sur l'écran 112 des modes de pilotage paramétrés, des consignes de pilotage associées auxdits modes, et d'une information représentative de l'état engagé ou désengagé de l'autopilote 108 et de l'automanette 106.

Le module d'affichage 114 est en particulier configuré pour commander l'affichage :

- 10 - du statut engagé ou désengagé de l'automanette 106 dans une première région 116 de l'écran 112, le statut engagé étant symbolisé par l'affichage de la mention « AT » sur un fond d'une première couleur, par exemple vert, et le statut désengagé étant symbolisé par l'affichage de la même mention « AT » sur un fond d'une deuxième couleur, par exemple noir,
- 15 - du statut engagé ou désengagé de l'autopilote 108 dans une deuxième région 118 de l'écran 112, le statut engagé étant symbolisé par l'affichage de la mention « AP » sur un fond d'une première couleur, par exemple vert, et le statut désengagé étant symbolisé par l'affichage de la même mention « AP » sur un fond d'une deuxième couleur, par exemple noir,
- 20 - dans une troisième région 120 de l'écran 112, des modes de pilotage paramétrés destinés exclusivement au pilotage de la trajectoire horizontale de l'aéronef, avec leurs consignes de pilotage respectives,
- dans une quatrième région 122 de l'écran 112, des modes de pilotage paramétrés destinés exclusivement au pilotage de la trajectoire verticale de l'aéronef, avec leurs consignes de pilotage respectives, et
- 25 - dans une cinquième région 124 de l'écran 112, des modes de pilotage paramétrés destinés exclusivement au pilotage de la vitesse de l'aéronef, avec leurs consignes de pilotage respectives,

Chacune des troisième, quatrième et cinquième régions 120, 122, 124 est divisée en deux sous-régions 126, 127. Le module d'affichage 114 est configuré pour afficher :

- 30 - dans une première 126 desdites sous-régions, un premier mode de pilotage paramétré par le pilote, actif, avec la consigne de pilotage associée, et
  - dans une deuxième 127 desdites sous-régions, un éventuel deuxième mode de pilotage, paramétré par le pilote, armé, avec la consigne de pilotage associée.
- 35

La quatrième région 122 comprend en outre une troisième sous-région 129. Le module de pilotage 114 est configuré pour afficher dans ladite troisième sous-région 129 une altitude de sécurité de l'aéronef, renseignée par le pilote ou par un système avionique de l'aéronef, cette altitude de sécurité constituant une consigne de pilotage applicable à chacun des modes de pilotage paramétrés destinés au pilotage de la vitesse de la trajectoire verticale de l'aéronef.

Le module d'affichage 114 est également configuré pour changer la couleur du fond sur lequel les modes de pilotage sont affichés en fonction du statut armé, activé et désengagé ou activé et engagé desdits modes de pilotage.

Le module d'affichage 114 est de préférence réalisé sous forme d'un logiciel stocké dans une mémoire (non représentée) et apte à être exécuté par un processeur (non représenté), associé à ladite mémoire, le processeur et la mémoire formant ensemble une unité de traitement d'informations incluse dans l'organe de présentation 105. En variante, le module d'affichage 114, est réalisé au moins partiellement sous forme d'un composant logique programmable, ou encore sous forme d'un circuit intégré dédié, inclus dans l'organe de présentation 105.

L'organe de présentation 105 donne ainsi au pilote un retour clair sur l'état (engagé ou désengagé) du pilote automatique et de l'automanette, et sur l'état des modes actifs et armés ainsi que sur les consignes de pilotage associées à ces modes.

L'interface de commande 102 comprend un système 130 de paramétrage de mode, pour le paramétrage par le pilote, pour chaque axe de pilotage de l'aéronef (trajectoire horizontale, trajectoire verticale et vitesse), de modes de pilotage, pris parmi les modes de pilotage préprogrammés, destinés au pilotage de l'aéronef suivant ledit axe de pilotage. L'interface de commande 102 comprend également un système 131 d'activation de mode, pour l'activation des modes de pilotage armés, un système 132 d'engagement de mode, pour l'engagement des modes de pilotage actifs, et un système 134 d'engagement/désengagement du système de pilotage automatique 104.

Le système 130 comprend, pour chacun des axes de pilotage de l'aéronef :

- un sélecteur de sous-région 140, pour sélectionner la première ou la deuxième sous-région 126, 127 de la région 120, 122, 124 de l'écran 112 associée audit axe de pilotage,
- un sélecteur de mode 142, pour sélectionner un mode de pilotage parmi au moins un mode de pilotage disponible pris parmi les modes de pilotage préprogrammés destinés exclusivement au pilotage de l'aéronef suivant ledit axe de pilotage, et

- un organe d'entrée 144, pour le renseignement d'une consigne de pilotage associée audit mode de pilotage sélectionné, cette consigne étant sélectionnée à l'intérieur d'une plage de consignes de pilotage autorisées.

5 Dans l'exemple représenté, le système 130 est formé par un système d'interface dédié 146 positionné en-dessous de l'écran 112. En variante, ce système d'interface dédié 146 est positionné à un autre emplacement du cockpit de l'aéronef. En variante encore, le système 130 est formé au moins pour partie par l'écran 112, ou par un système à commande vocale.

10 Le système d'interface dédié 146 comprend, pour chaque axe de pilotage de l'aéronef, un premier bouton 150, constituant le sélecteur de sous-région 140, un deuxième bouton 152, constituant le sélecteur de mode 142, et une molette 154, constituant l'organe d'entrée 144. Ces boutons 150, 152 et molette 154 sont, dans l'exemple représenté, disposés en-dessous de la région 120, 122, 124 de l'écran 112 associée audit axe de pilotage de l'aéronef.

15 Le premier bouton 150 est adapté pour que chaque pression sur celui-ci change la sélection des première et deuxième sous-régions 126, 127 de la région 120, 122, 124 de l'écran 112 associée à l'axe de pilotage.

20 Le deuxième bouton 152 est adapté pour que chaque pression sur celui-ci provoque la sélection d'un mode de pilotage sélectionné parmi le ou chaque mode de pilotage disponible pour l'axe de pilotage.

La molette 154 est adaptée pour que la rotation de celle-ci provoque la sélection d'une consigne de pilotage sélectionnée à l'intérieur de la plage de consignes de pilotage autorisées associée au mode de pilotage sélectionné.

25 De manière à présenter au pilote laquelle des première et deuxième sous-régions 126, 127 de chacune des régions 120, 122, 124 de l'écran 112 est sélectionnée, le module d'affichage 114 est de préférence configuré pour afficher sur l'écran 112 une information représentative de cette sélection ; cette information représentative consiste typiquement en un cadre, par exemple de couleur cyan, encadrant la sous-région 126 ou 127 sélectionnée.

30 Par ailleurs, de manière à indiquer au pilote quel mode de pilotage est en cours de sélection, le module d'affichage 114 est de préférence configuré pour afficher sur l'écran 112, dans la sous-région 126 ou 127 sélectionnée, un texte indiquant le mode de pilotage sélectionné. Ce texte est avantageusement affiché dans une première couleur, par exemple gris, tant que le mode de pilotage sélectionné n'a pas été paramétré, et dans  
35 une deuxième couleur, par exemple cyan ou vert, une fois que le mode de pilotage sélectionné a été paramétré.

Le système d'activation de mode 131 comprend un capteur tactile 160 pour détecter une zone de contact sur l'écran 112, et un organe de déduction 161 pour déduire de la zone de contact détectée par le capteur 160 une instruction d'activation de l'un des modes de pilotage armés.

5 Le capteur tactile 160 est configuré pour détecter tout contact du pilote sur l'écran 112 et pour identifier la zone de l'écran 112 touchée, en particulier pour identifier si la zone touchée appartient à la deuxième sous-région 127 de l'une des troisième, quatrième et cinquième régions 120, 122, 124 de l'écran 112. L'organe de déduction 161 est quant à lui configuré pour déduire une instruction d'activation du mode de pilotage armé affiché  
10 dans la sous-région touchée.

En variante, le système d'activation de mode 131 est constitué par un système à commande vocale.

Le système d'engagement de mode 132 comprend lui aussi un capteur tactile 162 pour détecter une zone de contact sur l'écran 112, ce capteur tactile 162 étant de  
15 préférence confondu avec le capteur tactile 160. Le système d'engagement de mode 132 comprend également un organe de déduction 163 pour déduire de la zone de contact détectée par le capteur 162 une instruction d'engagement ou de désengagement de l'un des modes de pilotage actifs.

Le capteur tactile 162 est configuré pour détecter tout contact du pilote sur l'écran  
20 112 et pour identifier la zone de l'écran 112 touchée, en particulier pour identifier si la zone touchée appartient à la première sous-région 126 de l'une des troisième, quatrième et cinquième régions 120, 122, 124 de l'écran 112. L'organe de déduction 163 est quant à lui configuré pour déduire une instruction d'engagement du mode de pilotage actif affiché dans la sous-région touchée.

25 En variante, le système d'engagement de mode 132 est constitué par un système à commande vocale.

Le système 134 d'engagement/désengagement du système de pilotage automatique 104 comprend lui aussi un capteur tactile 164 pour détecter une zone de contact sur l'écran 112, ce capteur tactile 164 étant de préférence confondu avec le  
30 capteur tactile 160. Le système d'engagement/désengagement 134 comprend également un organe de détermination 166 pour déterminer à partir de la zone de contact détectée par le capteur 164 une instruction d'engagement ou de désengagement de l'automanette 106 ou de l'autopilote 108.

Le capteur tactile 164 est configuré pour détecter tout contact du pilote sur l'écran  
35 112 et pour identifier la zone de l'écran 112 touchée, en particulier pour identifier si la zone touchée appartient à l'une des première et deuxième régions 116, 118 de l'écran

112 et à laquelle desdites régions 116, 118 la zone touchée appartient. L'organe de détermination 166 est quant à lui configuré pour déterminer une instruction d'engagement de l'automanette 106 lorsque l'automanette 106 est désengagée et que la première région 116 est touchée, une instruction de désengagement de l'automanette 106 lorsque l'automanette 106 est engagée et que la première région 116 est touchée, une instruction d'engagement de l'autopilote 108 lorsque l'autopilote 108 est désengagé et que la deuxième région 118 est touchée, et une instruction de désengagement de l'autopilote 108 lorsque l'autopilote 108 est engagé et que la deuxième région 118 est touchée.

En variante, le système d'engagement/désengagement 134 est constitué par un système à commande vocale.

Dans l'exemple de réalisation de l'invention, les organes de déduction 161, 163 et l'organe de détermination 166 sont réalisés sous forme de logiciels stockés dans une mémoire 170 et aptes à être exécutés par un processeur 172, associé à la mémoire 170, le processeur 172 et la mémoire 170 formant ensemble une unité de traitement d'informations 174 incluse dans l'interface de commande 102. En variante, les organes de déduction 161, 163 et l'organe de détermination 166 sont réalisés au moins partiellement sous forme de composants logiques programmables, ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés, inclus dans l'interface de commande 102.

Le dispositif 100 comprend également, selon l'invention, un collecteur 180 de paramètres avioniques et un limiteur de commande 182.

Le collecteur 180 est adapté pour collecter des paramètres avioniques de l'aéronef. Par « paramètres avioniques », on comprend les informations produites par les systèmes avioniques de l'aéronef et relatives notamment :

- à la configuration de l'aéronef, c'est-à-dire à l'état déployé ou rétracté d'une pluralité d'organes de l'aéronef tels que les becs, les trains d'atterrissage et/ou les volets,
- à l'état de l'aéronef, c'est-à-dire à l'état en fonctionnement ou en panne de chaque équipement de vol de l'aéronef,
- au contexte de mission, c'est-à-dire notamment au plan de vol programmé dans le système de gestion de vol 103,
- aux données d'environnement, c'est-à-dire aux conditions météorologiques rencontrées par l'aéronef, ainsi qu'aux consignes transmises à l'aéronef par les systèmes de contrôle aérien,
- à l'altitude courante de l'aéronef, et
- à la phase de vol courante de l'aéronef.

A cet effet, le collecteur 180 est en communication des systèmes avioniques de l'aéronef, tels que le système de gestion de vol 103, et est adapté pour recevoir de ces systèmes avioniques des paramètres avioniques. Le collecteur 180 est également configuré pour transmettre ces paramètres avioniques collectés au limiteur de commande 182.

Le limiteur de commande 182 est configuré pour restreindre les possibilités de réglage des paramètres de pilotage, en particulier de paramétrage des modes de pilotage, en fonction des paramètres avioniques collectés par le collecteur 180.

A cet effet, le limiteur de commande 182 comprend un vérificateur de compatibilité 186 pour identifier des paramètres de pilotage compatibles avec les paramètres avioniques collectés, et un instaurateur de contraintes 188 configuré pour instaurer des contraintes adaptées pour empêcher l'utilisateur ou un système avionique de l'aéronef de renseigner un paramètre de pilotage qui n'est pas un paramètre compatible.

En référence à la Figure 4, le vérificateur de compatibilité 186 comprend typiquement une base de données 190 indiquant, pour chaque combinaison de paramètres avioniques possible,  $E_1, \dots, E_i, \dots, E_n$ , les paramètres de pilotage compatibles  $M_1, \dots, M_p, \dots, [P_1 \dots P_q], \dots, [P'_1 \dots P'_m]$  associés, lesdits paramètres de pilotage compatibles comprenant des modes de pilotage compatibles  $M_1, \dots, M_p$  et des plages de consignes de pilotage compatibles  $[P_1 \dots P_q], \dots, [P'_1 \dots P'_m]$ . Ainsi, dans l'exemple représenté, la base de données 190 indique que, pour une combinaison de paramètres avioniques  $E_1, \dots, E_i, \dots, E_n$ , les paramètres de pilotage compatibles associés sont les modes de pilotage  $M_1, \dots, M_p$ , et les plages de consignes de pilotage  $[P_1 \dots P_q], \dots, [P'_1 \dots P'_m]$  et que, dans le cas où le paramètre avionique  $E'_n$  s'est substitué au paramètre avionique  $E_n$ , le mode de pilotage  $M_p$  n'est plus compatible. La base de données 190 indique également que, dans le cas où le paramètre avionique  $E'_i$  s'est substitué au paramètre avionique  $E_i$ , la plage de consignes de pilotage compatibles  $[P_1 \dots P_q]$  a été restreinte à  $[P_1 \dots P_q]$  et que, dans le cas où à la fois le paramètre avionique  $E'_n$  s'est substitué au paramètre avionique  $E_n$  et le paramètre avionique  $E'_i$  s'est substitué au paramètre avionique  $E_i$ , non seulement le mode de pilotage  $M_p$  n'est plus compatible et la plage de consignes de pilotage compatibles  $[P_1 \dots P_q]$  a été restreinte à  $[P_1 \dots P_q]$ , mais en plus la plage de consignes de pilotage compatibles  $[P'_1 \dots P'_m]$  a été restreinte à  $[P'_1 \dots P'_m]$ .

Le vérificateur de compatibilité 186 est configuré pour identifier les paramètres de pilotage compatibles avec les paramètres avioniques collectés comme étant constitué par les paramètres compatibles associés par la base de données 190 à la combinaison de paramètres avioniques constituée par lesdits paramètres avioniques collectés.

De retour à la Figure 3, l'instaurateur de contraintes 188 est adapté pour recevoir les paramètres de pilotage compatibles identifiés par le vérificateur de compatibilité 186. Il est également configuré pour restreindre les modes de pilotage disponibles sélectionnables par le pilote via l'interface 102 au(x) seul(s) mode(s) de pilotage compatible(s)  $M_1, \dots, M_p$  identifié(s) par le vérificateur de compatibilité 186, et pour restreindre les plages de consignes de pilotage autorisées aux plages de consignes de pilotage compatibles  $[P_1 \dots P_q], \dots, [P'_1 \dots P'_m]$  identifiées par le vérificateur de compatibilité 186.

Dans l'exemple de réalisation de l'invention, le collecteur 180 et le limiteur de commande 182 sont réalisés sous forme de logiciels stockés dans une mémoire 192 et aptes à être exécutés par un processeur 194, associé à la mémoire 192, le processeur 194 et la mémoire 192 formant ensemble une unité de traitement d'informations 196 incluse dans le dispositif d'assistance 100. En variante, le collecteur 180 et le limiteur de commande 182 sont réalisés au moins partiellement sous forme de composants logiques programmables, ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés, inclus dans le dispositif d'assistance 100.

Un procédé d'assistance au pilotage 200 mis en œuvre par le dispositif d'assistance 100 va maintenant être décrit, en référence à la Figure 5.

Le procédé 200 débute par une première étape 210 de collecte des paramètres avioniques par le collecteur 180. Au cours de cette étape, le collecteur 180 reçoit des systèmes avioniques des paramètres avioniques, parmi lesquels, par exemple, l'altitude de sécurité et l'altitude courante de l'aéronef, cette altitude courante étant ici inférieure à l'altitude de sécurité.

Cette première étape 210 est suivie d'une étape 220 de restriction des possibilités de réglage des paramètres de pilotage.

L'étape de restriction des possibilités de réglage 220 commence par une sous-étape 222 d'identification des paramètres de pilotage compatibles par le vérificateur de compatibilité 186. A cet effet, le vérificateur de compatibilité 186 reçoit les paramètres avioniques collectés par le collecteur 180 et en déduit les paramètres de pilotage compatibles. Dans l'exemple décrit ici, l'altitude courante étant inférieure à l'altitude de sécurité, le vérificateur de compatibilité 186 identifie que, pour le pilotage de l'aéronef en trajectoire verticale, seuls les modes de pilotage « pente », « vitesse verticale », « montée » et « tenue d'altitude » sont compatibles avec les paramètres avioniques collectés et que, pour les modes « pente », « vitesse verticale », seules les consignes de pilotage ayant des valeurs positives sont compatibles avec les paramètres avioniques collectés.



La sous-étape 222 est suivie d'une sous-étape 224 d'instauration de contraintes adaptées pour empêcher l'utilisateur ou un système avionique de l'aéronef de renseigner un paramètre de pilotage qui n'est pas un paramètre compatible.

5 Cette étape 224 comprend dans l'exemple décrit une première sous-étape 226 de restriction des modes de pilotage disponibles aux seuls paramètres de pilotage compatibles, au cours de laquelle l'instaurateur de contraintes 188 restreint les modes de pilotage disponibles aux seuls modes de pilotage compatibles, de sorte que le pilote ne puisse pas sélectionner un mode de pilotage incompatible. Cette première sous-étape 226 est suivie d'une sous-étape 228 de restriction des plages de consignes autorisées  
10 aux seuls paramètres de pilotage compatibles, au cours de laquelle l'instaurateur de contraintes 188 restreint les plages de consignes autorisés aux seules plages de consignes compatibles, de sorte que le pilote et les systèmes avioniques de l'aéronef ne puisse pas sélectionner une consigne de pilotage incompatible.

Dans l'exemple décrit ici, les modes de pilotage disponibles pour le pilotage de  
15 l'aéronef en trajectoire verticale sont ainsi restreints aux seuls modes de pilotage « pente », « vitesse verticale », « montée » et « tenue d'altitude », et les plages de consignes autorisées associées aux modes de pilotage « pente » et « vitesse verticale » sont restreintes aux seules valeurs positives.

L'étape de restriction 220 est suivie d'une étape 230 de paramétrage de mode.  
20 Cette étape de paramétrage 230 comprend une première sous-étape 232 de sélection par le pilote, au moyen de l'un des sélecteurs de sous-région 140, de la première ou de la deuxième sous-région 126, 127 de l'une des régions 120, 122, 124 de l'écran 112, suivie d'une deuxième sous-étape 234 de sélection, toujours par le pilote, au moyen de l'un des sélecteurs de mode 142, d'un mode de pilotage sélectionné parmi les modes de pilotage  
25 disponibles, elle-même suivie d'une troisième sous-étape 236 de renseignement d'une consigne de pilotage associée au mode de pilotage sélectionné.

Au cours de la première sous-étape 232, le pilote sélectionne la première ou la deuxième sous-région 126, 127 de l'une des régions 120, 122, 124 de l'écran 112, la sous-région 126 ou 127 ainsi sélectionnée déterminant si le mode de pilotage paramétré  
30 sera un mode de pilotage actif ou un mode de pilotage armé. Dans l'exemple décrit ici, le pilote choisit la première sous-région 126 de la quatrième région 122, de sorte que le mode de pilotage paramétré sera un mode de pilotage actif destiné au pilotage de l'aéronef suivant la trajectoire verticale.

Au cours de la deuxième sous-étape 234, le pilote choisit un mode de pilotage  
35 parmi les modes de pilotage disponibles. Dans l'exemple décrit ici, les seuls modes de pilotage disponibles pour le pilotage de l'aéronef en trajectoire verticale étant les modes

« pente », « vitesse verticale », « montée » et « tenue d'altitude », le pilote choisit l'un de ces modes, par exemple le mode « vitesse verticale ».

5 Au cours de la troisième sous-étape 236, le pilote sélectionne, à l'intérieur de la plage de consignes autorisées associée au mode de pilotage choisi, au moyen de l'organe d'entrée 144, une consigne de pilotage. Dans l'exemple représenté ici, la plage de consignes autorisées associée au mode « vitesse verticale » étant restreinte aux seuls consignes ayant une valeur positive, le pilote choisit comme consigne une valeur de vitesse positive. En variante, la sélection de la consigne de pilotage à l'intérieur de la plage de consignes autorisées est effectuée par un système avionique de l'aéronef, par  
10 exemple le CPDLC.

L'étape 230 est suivie d'une étape 240 de présentation au pilote du réglage des paramètres de pilotage, c'est-à-dire des modes de pilotage paramétrés et de leurs paramétrages. Au cours de cette étape 240, les modes de pilotage paramétrés sont affichés dans les troisième, quatrième et cinquième régions 120, 122, 124 de l'écran 112,  
15 ainsi que leurs consignes de pilotage respectives.

L'étape de présentation 240 est suivie d'une étape 250 d'engagement d'au moins un des modes de pilotage actifs. Au cours de cette étape 250, le pilote engage au moins un mode de pilotage actif au moyen du système d'engagement de mode 132 et du système 134 d'engagement/désengagement du système de pilotage 104.  
20

L'étape d'engagement 250 est suivie d'une étape 260 de pilotage assisté. Au cours de cette étape 260, l'aéronef est guidé par le système de pilotage automatique 104 en fonction des consignes de pilotage associées aux modes de pilotage engagés.

Grâce à l'invention décrite ci-dessus, les risques d'erreur de pilotage sont réduits puisque ni le pilote ni les systèmes avioniques ne peuvent entrer de paramètre de pilotage incompatible avec les paramètres avioniques de l'aéronef.  
25

En outre, la charge de travail du pilote est allégée puisque celui-ci a une vision synthétique du réglage des paramètres de pilotage. Il en résulte là aussi une diminution des risques d'erreur de pilotage.

Dans l'exemple donné ci-dessus, il a été décrit que le vérificateur de compatibilité 186 identifiait les paramètres de pilotage compatibles avec les paramètres avioniques collectés. On notera toutefois que l'invention ne se limite pas à ce seul mode de réalisation et que, en variante (non représentée), le vérificateur de compatibilité 186 identifie non pas les paramètres de pilotage compatibles avec les paramètres avioniques collectés mais les paramètres de pilotage incompatibles avec les paramètres avioniques collectés.  
30  
35

REVENDEICATIONS

1.- Procédé (200) d'assistance au pilotage d'un aéronef, l'aéronef comprenant un système de pilotage automatique (104) avec une pluralité de modes de pilotage préprogrammés, le procédé (200) comprenant les étapes suivantes :

- paramétrage (230) d'au moins un mode de pilotage de manière à former un mode de pilotage paramétré, ledit paramétrage (230) comprenant :
  - o la sélection (234), par un utilisateur, d'un mode de pilotage sélectionné parmi au moins un mode de pilotage disponible pris parmi les modes de pilotage préprogrammés, et
  - o le renseignement (236) d'au moins une consigne de pilotage associée audit mode de pilotage sélectionné,
- présentation (240) à l'utilisateur du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée,
- engagement (250) d'au moins un mode de pilotage paramétré, ledit mode de pilotage paramétré devenant un mode de pilotage engagé, et
- pilotage (260) de l'aéronef par le système de pilotage automatique (104) en fonction de la consigne de pilotage du ou de chaque mode de pilotage engagé,

caractérisé en ce que le procédé d'assistance (200) comprend également une étape (210) de collecte d'au moins un paramètre avionique représentatif d'un contexte de pilotage, et une étape (220) de restriction des possibilités de paramétrage des modes de pilotage en fonction du ou de chaque paramètre avionique collecté.

2.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon la revendication 1, dans lequel l'étape de restriction des possibilités de paramétrage (220) comprend les sous-étapes suivantes :

- identification (222) d'au moins un paramètre de pilotage compatible ou incompatible avec le ou de chaque paramètre avionique collecté, et
- instauration (224) de contraintes pour empêcher la sélection d'un mode de pilotage et/ou le renseignement d'une consigne de pilotage qui n'est pas un paramètre de pilotage compatible.

3.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'instauration de contraintes (224) comprend la restriction (226) des modes de pilotage disponibles aux seuls paramètres de pilotage compatibles.

4.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le renseignement de la ou chaque consigne de

pilotage associée au mode de pilotage sélectionné comprend la sélection de ladite consigne de pilotage à l'intérieur d'une plage de consignes de pilotage autorisées, et l'instauration de contraintes (224) comprend la restriction (228) de la plage de consignes de pilotage autorisées aux seuls paramètres de pilotage compatibles.

5           5.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la présentation du ou de chaque mode de pilotage paramétré comprend l'affichage dudit mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée sur un écran (112).

10           6.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon la revendication 5, dans lequel, pour sélectionner le mode de pilotage sélectionné, l'utilisateur interagit avec un système de paramétrage (130), ledit système de paramétrage (130) étant formé par l'écran (112) ou par un système d'interface dédié (146).

15           7.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les modes de pilotage préprogrammés comprennent au moins un mode de pilotage parmi les modes suivants : mode « roulis », mode « cap », mode « route », mode « pente », mode « vitesse verticale », mode « de montée », mode « descente », mode « tenue d'altitude », mode « vitesse », mode « Mach », mode « approche », mode « LNAV », mode « VNAV » et mode « SNAV ».

20           8.- Procédé d'assistance au pilotage (200) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le ou les paramètre(s) avionique(s) collecté(s) comprend (comprennent) au moins un paramètre avionique parmi : une configuration de l'aéronef, un état de l'aéronef, un contexte de mission de l'aéronef, des données d'environnement de l'aéronef, une altitude courante de l'aéronef et une phase de vol courante de l'aéronef.

25           9.- Dispositif (100) d'assistance au pilotage d'un aéronef, comprenant :

- une mémoire (110) dans laquelle est enregistrée une pluralité de modes de pilotage préprogrammés,
- un système de paramétrage de mode (130) pour le paramétrage d'au moins un mode de pilotage, de manière à former un mode de pilotage paramétré, ladite interface de commande comprenant :

30           o un sélecteur de mode de pilotage (142), pour la sélection, par un utilisateur, d'un mode de pilotage sélectionné parmi au moins un mode de pilotage disponible pris parmi les modes de pilotage préprogrammés, et

20

- o un organe d'entrée de consigne (144) pour le renseignement, par un utilisateur ou par un système avionique, d'au moins une consigne de pilotage associée audit mode de pilotage sélectionné,
- un organe de présentation (105) pour la présentation à l'utilisateur du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée,
- un système d'engagement de mode (132) pour engager au moins un mode de pilotage paramétré, ledit mode de pilotage paramétré devenant un mode de pilotage engagé, et
- un système (104) de pilotage automatique de l'aéronef, configuré pour piloter l'aéronef en fonction de la consigne de pilotage du ou de chaque mode de pilotage engagé,

caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (100) comprend également un collecteur de paramètre avionique (180) pour collecter au moins un paramètre avionique de l'aéronef, et un limiteur de commande (182) pour restreindre les possibilités de paramétrage de modes de pilotage en fonction du ou de chaque paramètre avionique collecté.

10.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon la revendication 9, dans lequel le limiteur de commande (182) comprend un vérificateur de compatibilité (186) pour identifier au moins un paramètre de pilotage compatible ou incompatible avec le ou chaque paramètre avionique collecté, et un instaurateur de contraintes (188) configuré pour instaurer des contraintes adaptées pour empêcher la sélection d'un mode de pilotage et/ou le renseignement d'une consigne de pilotage qui n'est pas un paramètre de pilotage compatible.

11.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel l'instaurateur de contraintes (188) est configuré pour restreindre les modes de pilotage disponibles aux seuls paramètres de pilotage compatibles.

12.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel l'organe d'entrée (144) est adapté pour permettre la sélection de la consigne de pilotage associée au mode de pilotage sélectionné à l'intérieur d'une plage de consignes de pilotage autorisées, et l'instaurateur de contraintes (188) est configuré pour restreindre la plage de consignes de pilotage autorisées aux seuls paramètres de pilotage compatibles.

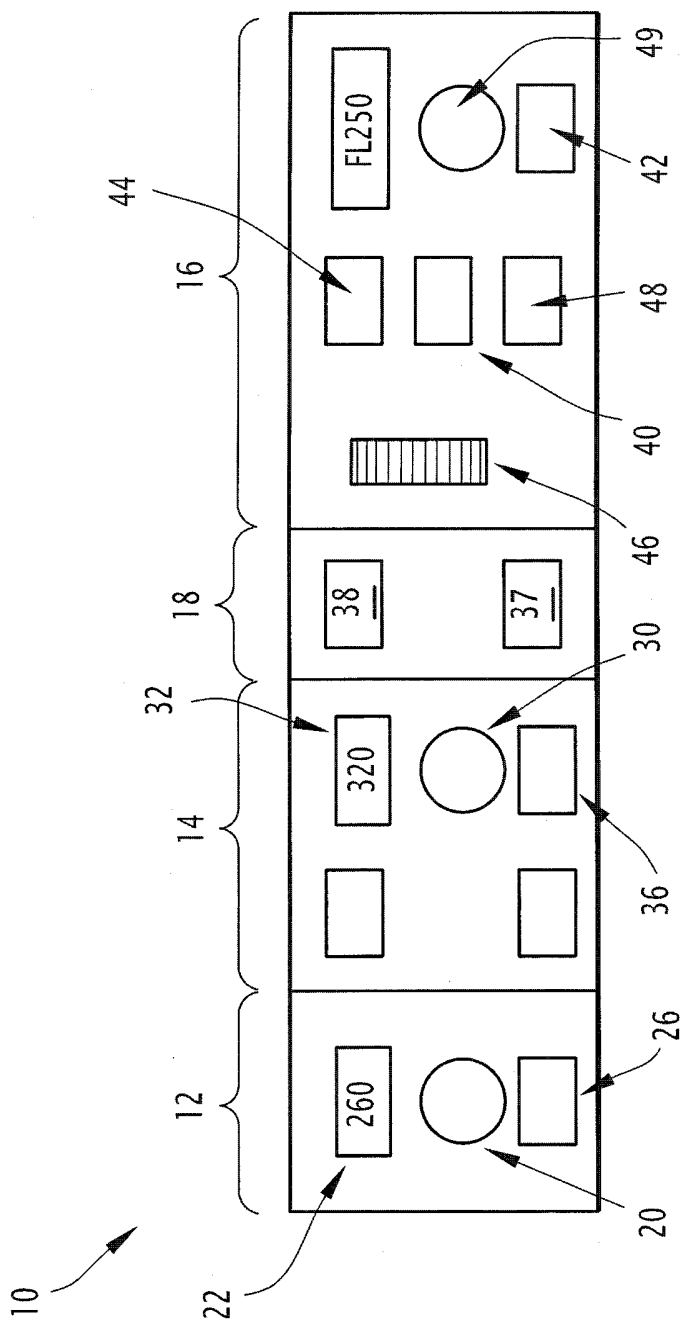
13.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel l'organe de présentation (105) comprend un écran (112) et un module de commande (114) configuré pour commander l'affichage, sur l'écran

(112), du ou de chaque mode de pilotage paramétré et de la consigne de pilotage associée.

5 14.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon la revendication 13, dans lequel le système de paramétrage de mode (130) est formé par l'écran (112) ou par un système d'interface dédié (146).

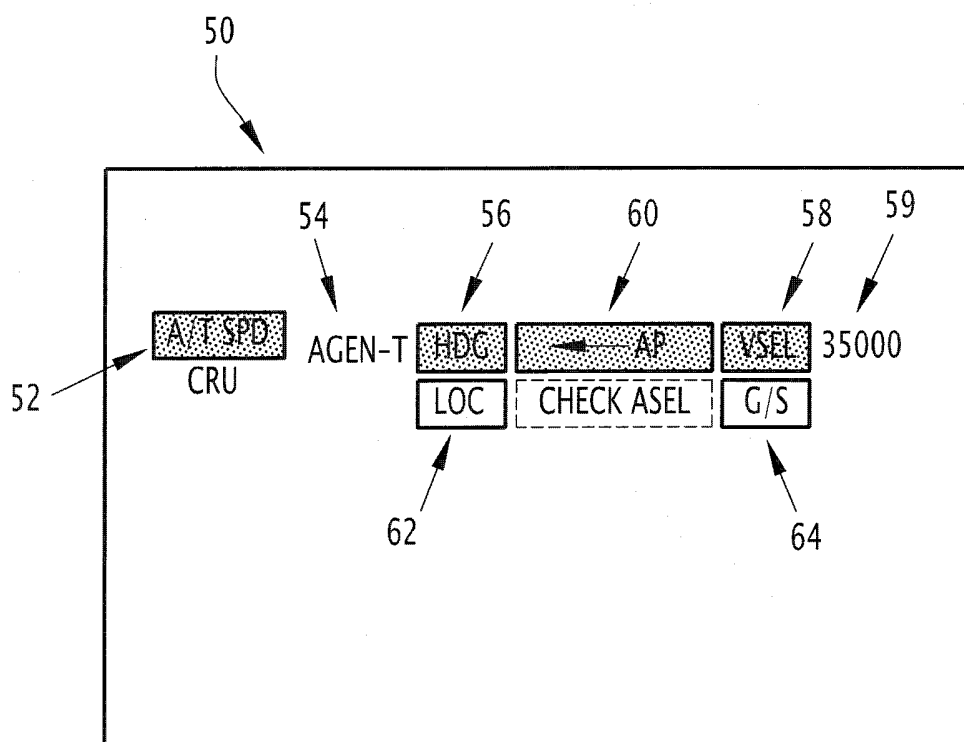
10 15.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, dans lequel les modes de pilotage préprogrammés comprennent au moins un mode de pilotage parmi les modes suivants : mode « roulis », mode « cap », mode « route », mode « pente », mode « vitesse verticale », mode « de montée », mode « descente », mode « tenue d'altitude », mode « vitesse », mode « Mach », mode « approche », mode « LNAV », mode « VNAV » et mode « SNAV ».

15 16.- Dispositif d'assistance au pilotage (100) selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, dans lequel le ou les paramètre(s) avionique(s) collecté(s) comprend (comprennent) au moins un paramètre avionique parmi : une configuration de l'aéronef, un état de l'aéronef, un contexte de mission de l'aéronef, des données d'environnement de l'aéronef, une altitude courante de l'aéronef et une phase de vol courante de l'aéronef.



**FIG.1**

2/5

FIG.2



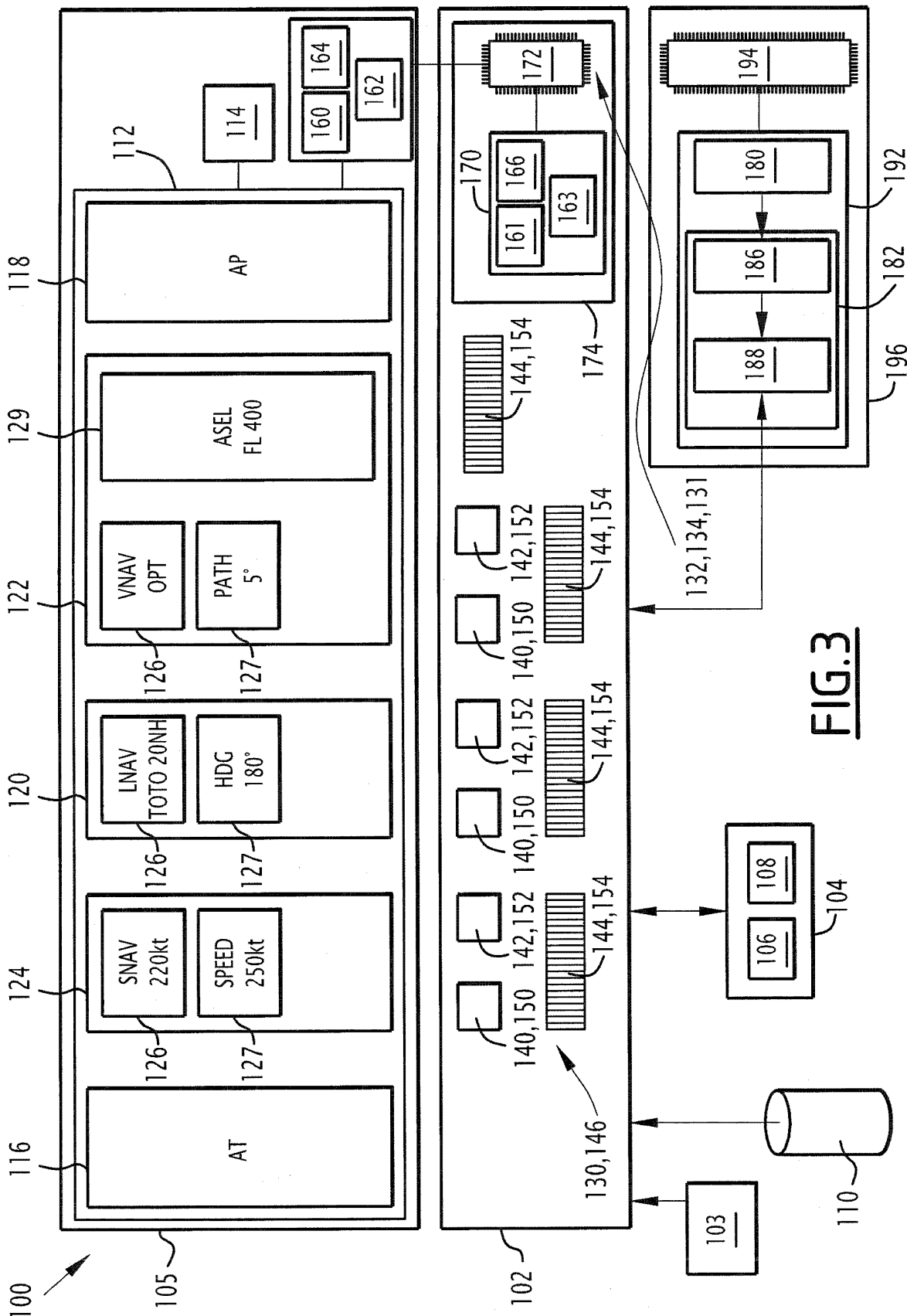


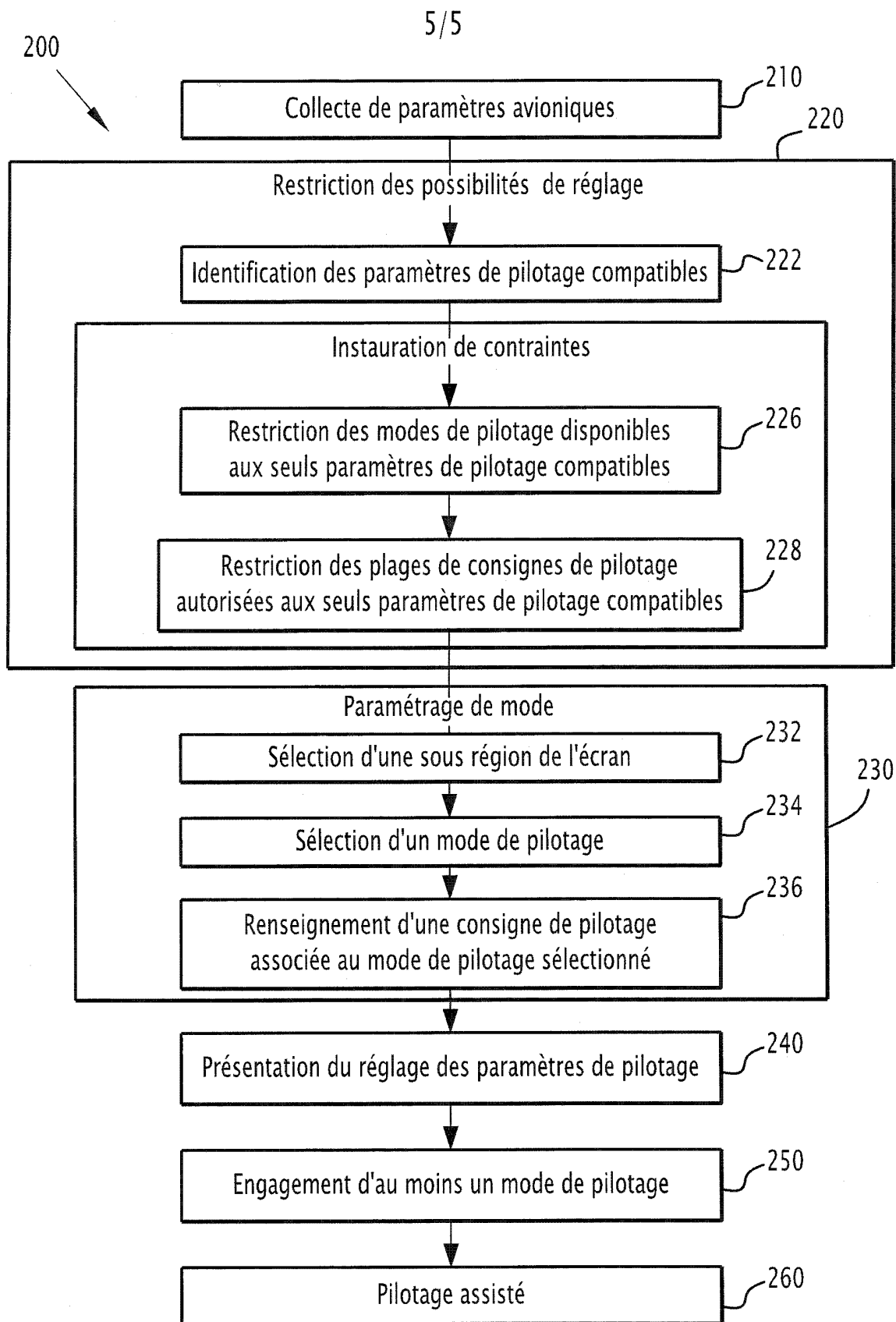
FIG. 3

186

Paramètres avioniques	Paramètres de pilotage compatibles
$E_1, \dots, E_p, \dots, E_n$	$M_1, \dots, M_p, [P_1, \dots, P_q], \dots [P'_1, \dots, P'_m]$
$E_1, \dots, E_p, \dots, E'_n$	$M_1, \dots, M_{p-1}, [P_1, \dots, P_q], \dots [P'_1, \dots, P'_m]$
...	...
$E_1, \dots, E'_p, \dots, E_n$	$M_1, \dots, M_p, [P_1, \dots, P_q], \dots [P'_1, \dots, P'_m]$
$E_1, \dots, E'_p, \dots, E'_n$	$M_1, \dots, M_{p-1}, [P_1, \dots, P_q], \dots [P'_1, \dots, P'_m]$

190

**FIG.4**

**FIG.5**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 827867  
FR 1600620

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, des parties pertinentes		
X	EP 2 717 019 A1 (AIRBUS OPERATIONS) 9 avril 2014 (2014-04-09) * alinéas [0068] - [0072]; figures 6-10 *	1-16	G01C21/20 G05D1/00 G06F3/048
X	WO 2016/035002 A1 (UNIV MALTA [MT]; QUAERO LTD [MT]) 10 mars 2016 (2016-03-10) * alinéas [0080] - [0104]; figures 4-11 *	1-16	
A	US 5 978 715 A (BRIFFE MICHEL [FR] ET AL) 2 novembre 1999 (1999-11-02)  * colonne 24, ligne 11 - colonne 29, ligne 50; figure 20 *	1,2, 7-10,15, 16	
A	EP 2 600 107 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS [FR]) 5 juin 2013 (2013-06-05)  * le document en entier *	1,2, 7-10,15, 16	
A	WO 03/079129 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 25 septembre 2003 (2003-09-25) * page 1, lignes 25-32; figures 1, 2 * * page 25, lignes 16-21 *	1,2, 8-10,16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	FR 2 987 675 A1 (THALES SA [FR]) 6 septembre 2013 (2013-09-06) * le document en entier *	1,7,9,15	B64D G01C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 février 2017		Dorpema, Huijb	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1600620 FA 827867**

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 22-02-2017

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
EP 2717019	A1	09-04-2014	CN 103708039 A	09-04-2014
			EP 2717019 A1	09-04-2014
			FR 2996635 A1	11-04-2014
			US 2014100722 A1	10-04-2014
-----				
WO 2016035002	A1	10-03-2016	US 2016179327 A1	23-06-2016
			WO 2016035002 A1	10-03-2016
-----				
US 5978715	A	02-11-1999	AUCUN	
-----				
EP 2600107	A1	05-06-2013	CN 103135555 A	05-06-2013
			EP 2600107 A1	05-06-2013
			FR 2983177 A1	31-05-2013
			US 2013138272 A1	30-05-2013
-----				
WO 03079129	A1	25-09-2003	AU 2003214161 A1	29-09-2003
			US 2003206119 A1	06-11-2003
			WO 03079129 A1	25-09-2003
-----				
FR 2987675	A1	06-09-2013	FR 2987675 A1	06-09-2013
			US 2013231804 A1	05-09-2013
-----				