

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 078 796**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **18 00204**

⑤① Int Cl⁸ : **G 06 F 3/048 (2018.01), G 08 G 5/00**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE ET DISPOSITIF ELECTRONIQUE DE GESTION DE L'AFFICHAGE D'UN PROFIL DE VOL D'UN AERONEF, PROGRAMME D'ORDINATEUR ET SYSTEME ELECTRONIQUE D'AFFICHAGE ASSOCIES.

②② Date de dépôt : 09.03.18.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.09.19 Bulletin 19/37.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 03.07.20 Bulletin 20/27.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *THALES Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : CAZAUX PATRICK, DUPONT SARAH et DIETRICH CHARLOTTE.

⑦③ Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

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

FR 3 078 796 - B1



Procédé et dispositif électronique de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, programme d'ordinateur et système électronique d'affichage associés

La présente invention concerne un procédé de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, le procédé étant mis en œuvre par un dispositif électronique de gestion de l'affichage.

Le procédé de gestion de l'affichage comprend le calcul d'une altitude de référence pour l'affichage d'un profil vertical de vol, et la détermination d'une plage d'altitudes pour l'affichage dudit profil vertical, la plage d'altitudes étant déterminée en fonction de l'altitude de référence calculée.

L'invention concerne également un programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre un tel procédé de gestion de l'affichage.

L'invention concerne aussi un dispositif électronique de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef.

L'invention concerne également un système électronique d'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, comprenant un écran d'affichage et un tel dispositif électronique de gestion de l'affichage configuré pour gérer l'affichage du profil de vol sur l'écran d'affichage.

L'invention concerne alors le domaine des interfaces homme-machine, également appelées IHM ou MMI (de l'anglais *Man-Machine Interface*) pour le pilotage d'un aéronef, de préférence destinées à être implantées dans un cockpit d'aéronef.

L'invention concerne en particulier l'affichage d'un profil de vol de l'aéronef sur un écran d'affichage. L'affichage du profil de vol est généralement séparé en 2 zones distinctes, à savoir une première zone pour l'affichage d'un profil horizontal de vol, également appelée affichage de navigation et notée ND (de l'anglais *Navigation Display*), et une deuxième zone pour l'affichage d'un profil vertical de vol, également appelée affichage vertical et notée VD (de l'anglais *Vertical Display*).

Le profil horizontal de vol est une projection du profil de vol dans un plan horizontal, et le profil vertical de vol est une projection du profil de vol dans un plan vertical, perpendiculaire au plan horizontal.

Classiquement, lors de l'utilisation d'un dispositif de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, un utilisateur, tel qu'un pilote de l'aéronef, a la possibilité de sélectionner l'affichage du profil de vol parmi au moins deux modes d'affichage, notamment un mode de suivi et un mode plan de vol.

Lorsque le mode sélectionné pour l'affichage du profil de vol est le mode suivi, un axe horizontal appartenant audit plan horizontal est une droite passant par la position de l'aéronef et s'étendant selon une direction de déplacement de l'aéronef, ou selon une direction d'extension du fuselage de l'aéronef, ou selon une direction d'un radar météo, ou encore selon une direction spécifique désignée par l'utilisateur.

Lorsque le mode sélectionné pour l'affichage du profil de vol est le mode plan de vol, un axe horizontal est défini en suivant les segments du plan de vol (rectilignes et curvilignes).

Quel que soit le mode sélectionné parmi le mode suivi et le mode plan de vol, l'axe vertical de référence est défini suivant l'axe des altitudes en référence barométrique standard ou en référence baro-correctée, correspondant au code aéronautique QNH.

On connaît du document US 5,997,901 un système de gestion de vol comprenant une unité d'affichage pour afficher des informations de plan de vol à l'intérieur d'une zone de visualisation sur un écran d'affichage, dans laquelle la résolution d'un profil vertical du plan de vol est automatiquement ajustée en fonction d'informations d'altitude du plan de vol à afficher. La résolution de l'échelle verticale est ajustée automatiquement de telle sorte qu'elle varie inversement avec l'altitude maximale de la trajectoire de vol à afficher.

Toutefois, plus l'altitude maximale de la trajectoire de vol à afficher est élevée, plus la résolution de l'échelle verticale est faible et moins le profil vertical affiché sera lisible. Une moindre résolution empêche en effet d'observer certains détails du profil vertical. Une telle gestion de l'affichage du profil vertical du plan de vol n'est alors pas optimale.

Le but de l'invention est alors de proposer un procédé et un dispositif électronique de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, permettant d'offrir une meilleure lisibilité du profil vertical de vol affiché.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de gestion de l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, le procédé étant mis en œuvre par un dispositif électronique de gestion de l'affichage et comprenant les étapes suivantes :

- calcul d'une altitude de référence pour l'affichage d'un profil vertical de vol,
- détermination d'une plage d'altitudes pour l'affichage dudit profil vertical, la plage d'altitudes étant déterminée en fonction de l'altitude de référence calculée,

l'altitude de référence étant calculée en fonction d'une altitude courante, d'un intervalle d'altitude à afficher et d'au moins une grandeur relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef à partir de ladite altitude courante.

Ainsi, le procédé de gestion de l'affichage selon l'invention permet d'adapter la plage d'altitudes affichée du profil vertical, en particulier l'altitude de référence prise en compte pour déterminer cette plage d'altitudes, en fonction d'une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef à partir de l'altitude courante prise en compte.

5 A titre d'exemple, lorsqu'un mode sélectionné pour l'affichage du profil de vol est un mode suivi, l'altitude courante est une altitude instantanée de l'aéronef et l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef est une variation estimée d'altitude de l'aéronef au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude instantanée.

10 Lorsque le mode sélectionné pour l'affichage du profil de vol est un mode plan de vol pour l'affichage du profil d'un plan de vol, l'altitude courante est l'altitude du prochain élément à afficher dans la plage d'altitudes parmi l'altitude de l'aéronef et l'altitude du prochain point du plan de vol. La variation estimée d'altitude de l'aéronef est alors définie à partir d'une altitude maximale parmi les prochains points du plan de vol et/ou d'une altitude minimale parmi les prochains points du plan de vol.

15 L'homme du métier comprendra en outre que l'altitude de l'aéronef dans le plan de vol est l'altitude à laquelle se trouve l'aéronef au sein du plan de vol, compte tenu d'une éventuelle interaction de l'utilisateur. En effet, lorsque l'utilisateur interagit avec le dispositif de gestion de l'affichage du profil de vol en mode plan de vol, il a la possibilité de visualiser les prochains points d'une trajectoire prédite de l'aéronef le long du plan de vol. Lorsque cette position varie le long du plan de vol prédit, i.e. estimé, alors l'altitude associée dans le plan de vol est également susceptible de varier.

20 L'homme du métier observera alors que l'altitude courante en mode plan de vol ne correspond pas nécessairement à une altitude instantanée de l'aéronef. Par altitude instantanée, on entend l'altitude mesurée à l'instant temporel, c'est-à-dire au moment, où l'utilisateur interagit avec le dispositif de gestion de l'affichage.

25 Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le procédé de gestion de l'affichage comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

30 - au moins une grandeur relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef est choisie parmi le groupe consistant en : une variation estimée d'altitude de l'aéronef au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude courante, une altitude maximale de l'aéronef parmi les prochains points d'un plan de vol et une altitude minimale de l'aéronef parmi les prochains points du plan de vol ;

35 - le procédé comprend en outre une étape d'acquisition d'un mode sélectionné d'affichage du profil de vol parmi un mode de suivi et un mode plan de vol, et

lorsque le mode d'affichage acquis est le mode suivi, l'altitude courante est une altitude instantanée de l'aéronef et la grandeur relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef est une variation estimée d'altitude de l'aéronef au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude instantanée ;

- 5 - le procédé comprend en outre une étape d'acquisition d'un mode sélectionné d'affichage du profil de vol parmi un mode de suivi et un mode plan de vol, et

lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol, l'altitude courante est l'altitude du prochain élément à afficher dans la plage d'altitudes parmi l'altitude de l'aéronef et l'altitude du prochain point du plan de vol, et au moins une grandeur relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef dépend d'une altitude parmi une altitude maximale de l'aéronef parmi les prochains points du plan de vol et une altitude minimale de l'aéronef parmi les prochains points du plan de vol ;

- le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

15 + calcul d'une position de référence pour l'affichage du profil vertical, la position de référence calculée en fonction d'une position courante de l'aéronef, et

+ détermination d'une plage de positions pour l'affichage dudit profil vertical, la plage de positions étant déterminée en fonction de la position de référence calculée et d'un intervalle de position à afficher ;

- l'intervalle d'altitude à afficher dépend de l'intervalle de position à afficher ; et

20 - le procédé comprend en outre une étape d'affichage du profil vertical de l'aéronef.

L'invention a également pour objet un programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre un procédé de gestion de l'affichage, tel que défini ci-dessus.

25 L'invention a également pour objet un dispositif électronique de gestion de l'affichage configuré pour gérer l'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, comprenant :

- un module de calcul configuré pour calculer une altitude de référence pour l'affichage d'un profil vertical de vol,

30 - un module de détermination configuré pour déterminer une plage d'altitudes pour l'affichage dudit profil vertical, la plage d'altitudes étant déterminée en fonction de l'altitude de référence calculée,

le module de calcul étant configuré pour calculer l'altitude de référence en fonction d'une altitude courante, d'un intervalle d'altitude à afficher et d'au moins une grandeur relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef à partir de ladite altitude courante.

35

L'invention a également pour objet un système électronique d'affichage d'un profil de vol d'un aéronef, le système comprenant un écran d'affichage et un dispositif électronique de gestion de l'affichage configuré pour gérer l'affichage du profil de vol sur l'écran d'affichage, le dispositif électronique de gestion de l'affichage étant tel que défini ci-dessus.

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 10 - la figure 1 est une vue schématique d'un système électronique d'affichage selon l'invention, configuré pour afficher un profil de vol d'un aéronef ;
- la figure 2 est une représentation schématique d'une plage d'altitudes associée à une altitude de référence, ainsi que d'une plage de positions associée à une position de référence, pour l'affichage du profil vertical par le système d'affichage de la figure 1,
- 15 - la figure 3 est une vue illustrant l'affichage du profil de vol sur l'écran du système d'affichage, l'affichage étant séparé en deux zones distinctes avec une première zone pour l'affichage d'un profil horizontal de vol, également appelée affichage de navigation et notée ND, et une deuxième zone pour l'affichage d'un profil vertical de vol, également appelée affichage vertical et notée VD,
- 20 - la figure 4 est une vue du profil vertical de vol, affichée sur l'affichage vertical VD, lorsqu'un mode d'affichage sélectionné est un mode de suivi,
- la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 4, lorsque le mode d'affichage sélectionné est un mode plan de vol,
- la figure 6 est un organigramme d'un procédé, selon l'invention, de gestion de l'affichage du profil de vol de l'aéronef,
- 25 - la figure 7 est un diagramme d'états illustrant un calcul de l'altitude de référence pour l'affichage du profil vertical de vol lorsque le mode d'affichage sélectionné est le mode de suivi,
- la figure 8 est une vue analogue à celle de la figure 7 lorsque le mode d'affichage sélectionné est le mode plan de vol,
- 30 - la figure 9 est un schéma associé au calcul de l'altitude de référence en mode plan de vol, illustrant le cas où la première altitude prise en compte est celle de l'aéronef avec une altitude de l'aéronef ensuite comprise entre une altitude maximale et une altitude minimale parmi les prochains points du plan de vol,

- la figure 10 est une vue analogue à celle de la figure 9, illustrant le cas où la première altitude est un prochain point du plan de vol avec la représentation en outre des altitudes maximale et minimale de l'aéronef parmi les prochains points du plan de vol,

5 - la figure 11 est une vue schématique du profil vertical de vol en mode plan de vol, illustrant un premier état du diagramme de la figure 8,

- la figure 12 est une vue analogue à celle de la figure 11, illustrant un deuxième état du diagramme de la figure 8,

- la figure 13 est une vue analogue à celle de la figure 11, illustrant un troisième état du diagramme de la figure 8, et

10 - la figure 14 est une vue analogue à celle de la figure 11, illustrant un quatrième et dernier état du diagramme de la figure 8.

Sur la figure 1, un système électronique d'affichage 10 est configuré pour afficher au moins un profil de vol d'un aéronef 12, à savoir un profil vertical de vol 14 et/ou un profil horizontal de vol 16.

15 Le système électronique d'affichage 10 comprend un écran d'affichage 18 et un dispositif électronique de gestion 20 configuré pour gérer l'affichage d'au moins un profil de vol 14, 16 sur l'écran d'affichage 18, le dispositif de gestion 20 étant relié à l'écran d'affichage 18.

20 L'aéronef 12 est par exemple un avion, comme représenté sur les figures 4 et 5, où un symbole 22 de représentation de l'aéronef 12 est en forme d'un avion. En variante, l'aéronef 12 est un hélicoptère, comme dans l'exemple de la figure 3 ou des figures 11 à 14 pour lesquelles le symbole 22 de représentation de l'aéronef est en forme d'un hélicoptère. En variante encore, l'aéronef 12 est un drone piloté à distance par un pilote.

25 Le profil de vol de l'aéronef 12 est connu en soi, et correspond à une estimation de la trajectoire que va suivre l'aéronef 12 durant la suite de son vol.

30 Le profil vertical de vol 14 est connu en soi, et est une projection du profil de vol de l'aéronef dans un plan vertical contenant un axe vertical de référence et un axe horizontal de référence. L'axe vertical de référence est défini suivant l'axe des altitudes en référence barométrique standard ou en référence baro-corrigée, correspondant au code aéronautique QNH.

Le profil horizontal 16 est également connu en soi, et est une projection du profil de vol de l'aéronef 12 dans un plan horizontal perpendiculaire au plan vertical.

35 Comme connu en soi, lors de l'utilisation du dispositif de gestion 20, l'utilisateur tel qu'un pilote de l'aéronef 12, a la possibilité de sélectionner l'affichage du profil de vol

parmi au moins deux modes d'affichage, notamment un mode de suivi et un mode de plan de vol.

5 Lorsque le mode sélectionné pour l'affichage du profil de vol est le mode suivi, le plan horizontal utilisé pour la projection du profil horizontal 16 comprend l'axe horizontal de référence qui est une droite passant par la position de l'aéronef 12 et s'étendant selon une direction caractéristique de l'aéronef 12, telle que sa direction de déplacement, la direction d'extension de son fuselage, la direction d'un radar météo de l'aéronef 12, ou encore une direction spécifique désignée par l'utilisateur.

10 Lorsque le mode d'affichage sélectionné est le mode plan de vol, l'axe horizontal de référence est défini en suivant les segments du plan de vol, rectilignes et curvilignes.

Le dispositif électronique de gestion 20 comprend un premier module de calcul 24 configuré pour calculer une altitude de référence Alt_{ref} pour l'affichage du profil vertical de vol 14, et un premier module de détermination 26 configuré pour déterminer une plage d'altitudes Alt_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14, la plage d'altitudes Alt_{range} étant déterminée en fonction de l'altitude de référence Alt_{ref} calculée.

La plage d'altitudes Alt_{range} ainsi déterminée est alors la plage des altitudes visibles lorsque le profil vertical 14 est affiché. Autrement, lors de l'affichage dudit profil vertical 14, la portion affichée du profil vertical 14 est celle pour les altitudes appartenant à la plage d'altitudes Alt_{range} ainsi déterminée.

20 L'homme du métier comprendra que ladite plage d'altitudes Alt_{range} est alors une plage de valeurs selon l'axe vertical de référence, correspondant à l'ensemble des valeurs susceptibles d'être affichées selon cet axe vertical à l'instant temporel considéré.

25 Un intervalle d'altitude Alt_{int} correspond à la différence entre les valeurs maximale et minimale de cet ensemble de valeurs formant la plage d'altitudes Alt_{range} , ou encore à l'écart maximal susceptible d'être affiché selon cet axe vertical. Autrement dit, l'intervalle d'altitude Alt_{int} est égal à l'écart entre les valeurs minimale et maximale de la plage d'altitudes Alt_{range} .

30 En complément, le dispositif électronique de gestion 20 comprend un deuxième module de calcul 28 configuré pour calculer une position de référence Pos_{ref} pour l'affichage du profil vertical 14, la position de référence Pos_{ref} étant calculée en fonction d'une position courante Pos_c de l'aéronef 12, et un deuxième module de détermination 30 configuré pour calculer une plage de positions Pos_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14, la plage de positions Pos_{range} étant déterminée en fonction de la position de référence Pos_{ref} calculée et d'un intervalle de position Pos_{int} à afficher.

35 La plage de positions Pos_{range} ainsi déterminée est alors la plage des positions visibles lorsque le profil vertical 14 est affiché. Autrement, lors de l'affichage dudit profil

vertical 14, la portion affichée du profil vertical 14 est celle pour les positions appartenant à la plage de positions Pos_{range} ainsi déterminée.

L'homme du métier comprendra de manière analogue que ladite plage de positions Pos_{range} est alors une plage de valeurs selon l'axe horizontal de référence, correspondant à l'ensemble des valeurs susceptibles d'être affichées selon cet axe horizontal à l'instant temporel considéré.

L'intervalle de position Pos_{int} correspond à la différence entre les valeurs maximale et minimale de cet ensemble de valeurs formant la plage de positions Pos_{range} , ou encore à l'écart maximal susceptible d'être affiché selon cet axe horizontal. Autrement dit, l'intervalle de position Pos_{int} est égal à l'écart entre les valeurs minimale et maximale de la plage de positions Pos_{range} .

En complément facultatif, le dispositif de gestion 20 comprend également un module d'acquisition 32 configuré pour acquérir un mode sélectionné d'affichage du profil de vol parmi le mode de suivi et le mode de plan de vol. La sélection du mode d'affichage est, par exemple, effectuée par l'utilisateur, ou encore par un autre dispositif électronique, relié au dispositif électronique de gestion 20.

Le dispositif de gestion 20 comprend un module d'affichage 34 configuré pour commander l'affichage du profil de vol, en particulier du profil vertical 14, sur l'écran d'affichage 18.

Dans l'exemple de la figure 1, le dispositif électronique de gestion 20 comprend une unité de traitement d'informations 36 formée par exemple d'une mémoire 38 et d'un processeur 40 associé à la mémoire 38.

Dans l'exemple de la figure 1, le premier module de calcul 24, et le premier module de détermination 26, ainsi qu'en complément facultatif le deuxième module de calcul 28, le deuxième module de détermination 30, le module d'acquisition 32 et le module d'affichage 34, sont réalisés chacun sous forme d'un logiciel, ou d'une brique logicielle, exécutables par le processeur 40. La mémoire 38 du dispositif électronique de gestion 20 est alors apte à stocker un premier logiciel de calcul configuré pour calculer l'altitude de référence Alt_{ref} pour l'affichage du profil vertical de vol 14, un premier logiciel de détermination configuré pour déterminer la plage d'altitudes Alt_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14. En complément facultatif, la mémoire 38 du dispositif électronique de gestion 20 est apte à stocker un deuxième logiciel de calcul configuré pour calculer la position de référence Pos_{ref} pour l'affichage du profil vertical 14 et un deuxième logiciel de détermination configuré pour déterminer la plage de positions Pos_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14. En complément facultatif encore, la mémoire 38 du dispositif électronique de gestion 20 est apte à stocker un logiciel d'acquisition configuré pour

acquérir le mode sélectionné d'affichage du profil de vol parmi le mode de suivi et le mode de plan de vol, et un logiciel d'affichage configuré pour commander l'affichage du profil de vol, en particulier du profil vertical 14, sur l'écran d'affichage 18. Le processeur 40 est alors apte à exécuter chacun des logiciels parmi le premier logiciel de calcul, le premier
 5 logiciel de détermination, ainsi qu'en complément facultatif le deuxième logiciel de calcul, le deuxième logiciel de détermination, le logiciel d'acquisition et le logiciel d'affichage.

En variante non représentée, le premier module de calcul 24, le premier module de détermination 26, ainsi qu'en complément facultatif le deuxième module de calcul 28, le deuxième module de détermination 30, le module d'acquisition 32 et le module
 10 d'affichage 36, sont réalisés chacun sous forme d'un composant logique programmable, tel qu'un FPGA (de l'anglais *Field Programmable Gate Array*), ou encore sous forme d'un circuit intégré dédié, tel qu'un ASIC (de l'anglais *Application Specific Integrated Circuit*).

Lorsque le dispositif électronique de gestion 20 est réalisé sous forme d'un ou plusieurs logiciels, c'est-à-dire sous forme d'un programme d'ordinateur, il est en outre
 15 apte à être enregistré sur un support, non représenté, lisible par ordinateur. Le support lisible par ordinateur est par exemple, un médium apte à mémoriser des instructions électroniques et à être couplé à un bus d'un système informatique. A titre d'exemple, le support lisible est un disque optique, un disque magnéto-optique, une mémoire ROM, une mémoire RAM, tout type de mémoire non volatile (par exemple EPROM, EEPROM, FLASH, NVRAM), une carte magnétique ou une carte optique. Sur le support lisible est
 20 alors mémorisé un programme d'ordinateur comprenant des instructions logicielles.

Le premier module de calcul 24 est configuré pour calculer l'altitude de référence Alt_{ref} en fonction d'une altitude courante Alt_c , d'un intervalle d'altitude Alt_{int} à afficher et d'au moins une grandeur $Evol_Alt_{est}$ relative à une évolution estimée de l'altitude de
 25 l'aéronef 12 à partir de ladite altitude courante Alt_c .

Au moins une grandeur $Evol_Alt_{est}$ relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef 12 est choisie parmi le groupe consistant en : une variation estimée d'altitude Var_Alt_{est} de l'aéronef 12 au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude courante Alt_c , une altitude maximale $Alt_{PV_{MAX}}$ de l'aéronef 12 parmi les prochains points
 30 du plan de vol et une altitude minimale $Alt_{PV_{MIN}}$ de l'aéronef 12 parmi les prochains points du plan de vol.

Autrement dit, chaque grandeur $Evol_Alt_{est}$ est représentative d'une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef 12 à partir de ladite altitude courante Alt_c .

Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode de suivi, l'altitude courante Alt_c est
 35 une altitude instantanée de l'aéronef 12. En mode de suivi, la grandeur $Evol_Alt_{est}$ relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef 12 est une variation estimée d'altitude

Var_Alt_{est} de l'aéronef 12 au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude instantanée.

5 Pour le mode de suivi, des exemples de calcul de l'altitude de référence Alt_{ref} via le premier module de calcul 24 seront décrits plus en détail par la suite, en regard du diagramme 50 d'états E1_S, E2_S et E3_S de la figure 7.

10 Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol, l'altitude courante Alt_c est l'altitude du prochain élément à afficher Alt_PV₁ dans la plage d'altitudes parmi l'altitude de l'aéronef 12 (comme représenté sur la figure 9) et l'altitude du prochain point du plan de vol (comme représenté sur la figure 10). En mode plan de vol, au moins une grandeur Evol_Alt_{est} relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef 12 dépend d'une altitude parmi une altitude maximale Alt_PV_{MAX} de l'aéronef 12 parmi les prochains points du plan de vol et une altitude minimale Alt_PV_{MIN} de l'aéronef 12 parmi les prochains points du plan de vol.

15 Pour le mode plan de vol, des exemples de calcul de l'altitude de référence Alt_{ref} via le premier module de calcul 24 seront décrits plus en détail par la suite, en regard du diagramme 60 d'états E1_{PV}, E2_{PV}, E3_{PV} et E4_{PV} de la figure 8.

Le premier module de détermination 26 est configuré pour déterminer la plage d'altitudes Alt_{range} en fonction de l'altitude de référence Alt_{ref} calculée.

20 L'intervalle d'altitude à afficher Alt_{int} dépend de préférence de l'intervalle de position à afficher Pos_{int}. Le premier module de détermination 26 est par exemple configuré pour déterminer l'intervalle d'altitude Alt_{int} selon l'équation suivante :

$$Alt_{int} = \min(Alt_{int_MAX} ; AP_{ratio} \cdot Pos_{int}) \quad (1)$$

où Alt_{int_MAX} représente une valeur maximale prédéfinie de l'intervalle d'altitude ;

25 AP_{ratio} représente un ratio prédéfini d'intervalle d'altitude par rapport à l'intervalle de position ; et

Pos_{int} représente l'intervalle de position.

30 La valeur maximale prédéfinie de l'intervalle d'altitude Alt_{int_MAX} dépend typiquement du type de l'aéronef 12, et est par exemple égale à 20 000 pieds pour un hélicoptère, à 30 000 pieds pour un avion de transport régional, ou encore à 40 000 pieds pour un avion long-courrier.

Dans l'exemple de la figure 2, lorsque l'altitude de référence Alt_{ref} correspond à la valeur minimale de la plage d'altitudes Alt_{range}, c'est-à-dire au point bas de la plage d'altitudes Alt_{range}, le premier module de détermination 26 est alors configuré pour déterminer la plage d'altitudes Alt_{range} selon l'équation suivante :

$$35 \quad Alt_{range} = [Alt_{ref} ; Alt_{ref} + Alt_{int}] \quad (2)$$

En variante, non représentée, lorsque l'altitude de référence Alt_{ref} correspond à la valeur maximale de la plage d'altitudes Alt_{range} , c'est-à-dire au point haut de la plage d'altitudes Alt_{range} , le premier module de détermination 26 est alors configuré pour déterminer la plage d'altitudes Alt_{range} selon l'équation suivante :

$$5 \quad Alt_{range} = [Alt_{ref} - Alt_{int}; Alt_{ref}] \quad (3)$$

En variante encore, lorsque l'altitude de référence Alt_{ref} correspond à la valeur médiane de la plage d'altitudes Alt_{range} , c'est-à-dire au point milieu de la plage d'altitudes Alt_{range} , le premier module de détermination 26 est alors configuré pour déterminer la plage d'altitudes Alt_{range} selon l'équation suivante :

$$10 \quad Alt_{range} = \left[Alt_{ref} - \frac{Alt_{int}}{2}; Alt_{ref} + \frac{Alt_{int}}{2} \right] \quad (4)$$

Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode de suivi et l'altitude de référence Alt_{ref} est la valeur minimale de la plage d'altitudes Alt_{range} , le premier module de calcul 24 est par exemple configuré pour calculer l'altitude de référence Alt_{ref} selon les équations suivantes :

$$15 \quad si \ Var_Alt_{est} \geq \frac{Alt_{int}}{2} \quad \text{alors} \quad Alt_{ref} = Alt_c - Alt_{int} \times VLM_{ratio} \quad (5)$$

$$si \ Var_Alt_{est} \leq -\frac{Alt_{int}}{2} \quad \text{alors} \quad Alt_{ref} = Alt_c - Alt_{int} \times (1 - VUM_{ratio}) \quad (6)$$

$$si \ -\frac{Alt_{int}}{2} < Var_Alt_{est} < \frac{Alt_{int}}{2} \quad \text{alors} \quad Alt_{ref} = Alt_c + Var_Alt_{est} - \frac{Alt_{int}}{2} \quad (7)$$

où Var_Alt_{est} est la variation estimée d'altitude de l'aéronef 12 au cours du prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude instantanée,

20 Alt_{int} est l'intervalle d'altitude,

Alt_c est l'altitude courante, c'est-à-dire en mode de suivi l'altitude instantanée de l'aéronef 12,

VLM_{ratio} est un ratio d'une marge inférieure VLM de la plage d'altitudes Alt_{range} , visible sur la figure 2, divisée par l'intervalle d'altitude Alt_{int} , et

25 VUM_{ratio} est un ratio d'une marge supérieure VUM de la plage d'altitudes Alt_{range} , visible sur la figure 2, divisée par l'intervalle d'altitude Alt_{int} .

Le prochain intervalle temporel est par exemple une période temporelle de durée prédéfinie calculée à partir de l'instant temporel considéré, c'est-à-dire au moment, où l'utilisateur interagit avec le dispositif de gestion 20. La durée prédéfinie est par exemple 30 égale à 1 minute.

Dans l'exemple de la figure 6, la marge inférieure VLM représente un sixième de l'intervalle d'altitude Alt_{int} , et $VLM_{ratio} = 1/6$. La marge supérieure VUM représente également un sixième de l'intervalle d'altitude Alt_{int} , et $VUM_{ratio} = 1/6$.

L'équation (5) ci-dessus correspond à un premier état E1_s en mode de suivi, visible sur la figure 7, dans lequel le symbole 22 de représentation de l'aéronef doit être affiché en partie inférieure de la plage d'altitudes Alt_{range}, en prévision d'une variation d'altitude importante en montée au cours du prochain intervalle temporel. Dans l'exemple de l'équation (5), la variation d'altitude à venir en montée est considérée comme importante si elle représente plus de la moitié de l'intervalle d'altitude Alt_{int}.

L'équation (6) ci-dessus correspond à un deuxième état E2_s en mode de suivi, dans lequel le symbole 22 de représentation de l'aéronef doit être affiché en partie supérieure de la plage d'altitudes Alt_{range}, en prévision d'une variation d'altitude importante en descente au cours du prochain intervalle temporel. Dans l'exemple de l'équation (6), la variation d'altitude à venir en descente est considérée comme importante si elle représente, en valeur absolue, plus de la moitié de l'intervalle d'altitude Alt_{int}.

L'équation (7) ci-dessus correspond à un troisième état E3_s en mode de suivi, dans lequel le symbole 22 de représentation de l'aéronef doit être affiché dans une zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range}, en prévision d'une variation d'altitude relativement faible au cours du prochain intervalle temporel. Dans l'exemple de l'équation (7), la variation d'altitude à venir est considérée comme relativement faible si elle représente, en valeur absolue, moins de la moitié de l'intervalle d'altitude Alt_{int}.

Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode de suivi et qu'en variante l'altitude de référence Alt_{ref} est la valeur maximale ou encore la valeur médiane de la plage d'altitudes Alt_{range}, le calcul de l'altitude de référence Alt_{ref} se déduit simplement des équations (5) à (7) par analogie.

Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol et l'altitude de référence Alt_{ref} est la valeur minimale de la plage d'altitudes Alt_{range}, le premier module de calcul 24 est par exemple configuré pour calculer l'altitude de référence Alt_{ref} selon les équations suivantes :

$$si (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) \geq Alt_c \text{ alors } Alt_{ref} = Alt_c - Alt_{int} \times VLM_{ratio} \quad (8)$$

$$si (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) < Alt_c \text{ et } Alt_{PV_{MAX}} \geq Alt_c \text{ et } (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{PV_{MIN}}) \geq Alt_{int} \cdot CA_{ratio} \text{ alors } Alt_{ref} = Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{int} \times (1 - VUM_{ratio}) \quad (9)$$

$$si (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) < Alt_c \text{ et } \{Alt_{PV_{MAX}} < Alt_c \text{ ou } (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{PV_{MIN}}) < Alt_{int} \cdot CA_{ratio}\} \text{ et } (Alt_{PV_{MIN}} + Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) < Alt_c \text{ alors } Alt_{ref} = Alt_c - Alt_{int} \times (1 - VUM_{ratio}) \quad (10)$$

$$si (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) < Alt_c \text{ et } \{Alt_{PV_{MAX}} < Alt_c \text{ ou } (Alt_{PV_{MAX}} - Alt_{PV_{MIN}}) < Alt_{int} \cdot CA_{ratio}\} \text{ et } (Alt_{PV_{MIN}} + Alt_{int} \cdot CA_{ratio}) \geq Alt_c \text{ alors } Alt_{ref} = Alt_{PV_{MIN}} - Alt_{int} \times VLM_{ratio} \quad (11)$$

où $Alt_{PV_{MAX}}$ est l'altitude maximale de l'aéronef 12 parmi les prochains points du plan de vol,

$Alt_{PV_{MIN}}$ est l'altitude minimale de l'aéronef 12 parmi les prochains points du plan de vol,

5 Alt_{int} est l'intervalle d'altitude,

$Alt_c = Alt_{PV_1}$ est l'altitude courante en mode plan de vol, c'est-à-dire l'altitude Alt_{PV_1} du prochain élément à afficher parmi l'altitude de l'aéronef 12 et l'altitude du prochain point du plan de vol,

10 CA_{ratio} est le ratio d'une zone centrale CA de la plage d'altitudes Alt_{range} , visible sur la figure 2, divisée par l'intervalle d'altitude Alt_{int} ,

VLM_{ratio} est le ratio de la marge inférieure VLM divisée par l'intervalle d'altitude Alt_{int} , et

VUM_{ratio} est le ratio de la marge supérieure VUM divisée par l'intervalle d'altitude Alt_{int} .

15 Dans l'exemple de la figure 6, la zone centrale CA représente deux tiers de l'intervalle d'altitude Alt_{int} , et $CA_{ratio} = 4/6 = 2/3$.

L'équation (8) ci-dessus correspond à un premier état $E1_{PV}$ en mode plan de vol, visible sur la figure 8, dans lequel un symbole de représentation du prochain élément à afficher parmi l'aéronef 12 (cas de la figure 9) et le prochain point du plan de vol (cas de la figure 10) doit être affiché en partie inférieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude à venir en montée, comme représenté sur la figure 11.

20 L'équation (9) ci-dessus correspond à un deuxième état $E2_{PV}$ en mode plan de vol, dans lequel le symbole de représentation du prochain élément à afficher parmi l'aéronef 12 et le prochain point du plan de vol doit être affiché en zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range} , lors d'une montée en prévision d'une approche du point le plus haut, comme représenté sur la figure 12.

25 L'équation (10) ci-dessus correspond à un troisième état $E3_{PV}$ en mode plan de vol, dans lequel le symbole de représentation du prochain élément à afficher parmi l'aéronef 12 et le prochain point du plan de vol doit être affiché en partie supérieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude à venir en descente, comme représenté sur la figure 13.

30 L'équation (11) ci-dessus correspond à un quatrième état $E4_{PV}$ en mode plan de vol, dans lequel le symbole de représentation du prochain élément à afficher parmi l'aéronef 12 et le prochain point du plan de vol doit être affiché en zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range} , lors d'une descente, comme représenté sur la figure 14.

35

Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol et qu'en variante l'altitude de référence Alt_{ref} est la valeur maximale ou encore la valeur médiane de la plage d'altitudes Alt_{range} , le calcul de l'altitude de référence Alt_{ref} se déduit simplement des équations (8) à (11) par analogie.

5 En complément facultatif, le premier module de calcul 24 est configuré pour recalculer l'altitude de référence Alt_{ref} calculée, par rapport à un seuil d'altitude minimale Alt_{MIN} . Ceci a pour but d'éviter d'afficher sur l'affichage vertical VD des zones d'altitude absurdes pour l'aéronef 12, telles que des zones souterraines.

10 Etant donné que certains aéroports présentent des altitudes négatives, il est préférable de choisir une valeur négative pour le seuil d'altitude minimale Alt_{MIN} , par exemple - 1 500 pieds.

Le premier module de calcul 24 est par exemple configuré pour recalculer l'altitude de référence Alt_{ref} selon l'équation suivante :

$$si Alt_{ref} < Alt_{MIN} \text{ alors } Alt_{ref} := Alt_{MIN} \quad (12)$$

15 Le deuxième module de calcul 28 est configuré pour calculer la position de référence Pos_{ref} pour l'affichage du profil vertical 14, en fonction de la position courante Pos_c de l'aéronef 12.

20 Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode de suivi, la position courante Pos_c est une position instantanée de l'aéronef 12. En mode de suivi, la position de référence Pos_{ref} est alors la position courante Pos_c de l'aéronef 12.

25 Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol, la position courante Pos_c est la position du prochain élément à afficher parmi l'aéronef 12 et le prochain point du plan de vol. En mode plan de vol, la position de référence Pos_{ref} est par exemple une projection de ladite position courante Pos_c sur une trajectoire latérale de l'aéronef 12, prévue en mode plan de vol.

30 L'homme du métier comprendra en outre que la position de l'aéronef 12 dans le plan de vol est la position à laquelle se trouve l'aéronef 12 au sein du plan de vol, compte tenu d'une éventuelle interaction de l'utilisateur. En effet, lorsque l'utilisateur interagit avec le dispositif de gestion 20 en mode plan de vol, il a la possibilité de visualiser les prochains points d'une trajectoire prédite de l'aéronef 12 le long du plan de vol, et donc de faire varier la position courante Pos_c le long du plan de vol prédit.

35 L'homme du métier observera alors que la position courante Pos_c en mode plan de vol ne correspond pas nécessairement à la position instantanée de l'aéronef 12. Par position instantanée, on entend la position de l'aéronef 12 mesurée à l'instant temporel, c'est-à-dire au moment, où l'utilisateur interagit avec le dispositif de gestion 20.

Le deuxième module de détermination 30 est configuré pour calculer la plage de positions Pos_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14, en fonction de la position de référence Pos_{ref} calculée et de l'intervalle de position Pos_{int} .

5 Dans l'exemple de la figure 2, lorsque la position de référence Pos_{ref} correspond à la valeur minimale de la plage de positions Pos_{range} , c'est-à-dire au point proximal de la plage de positions Pos_{range} , le deuxième module de détermination 30 est alors configuré pour déterminer la plage de positions Pos_{range} selon l'équation suivante :

$$Pos_{range} = [Pos_{ref} ; Pos_{ref} + Pos_{int}] \quad (13)$$

10 En variante, non représentée, lorsque la position de référence Pos_{ref} correspond à la valeur maximale de la plage de positions Pos_{range} , c'est-à-dire au point distal de la plage de positions Pos_{range} , le deuxième module de détermination 30 est alors configuré pour déterminer la plage de positions Pos_{range} selon l'équation suivante :

$$Pos_{range} = [Pos_{ref} - Pos_{int} ; Pos_{ref}] \quad (14)$$

15 En variante encore, lorsque la position de référence Pos_{ref} correspond à la valeur médiane de la plage de positions Pos_{range} , c'est-à-dire au point milieu de la plage de positions Pos_{range} , le deuxième module de détermination 30 est alors configuré pour déterminer la plage de positions Pos_{range} selon l'équation suivante :

$$Pos_{range} = \left[Pos_{ref} - \frac{Pos_{int}}{2} ; Pos_{ref} + \frac{Pos_{int}}{2} \right] \quad (15)$$

20 Le fonctionnement du dispositif électronique de gestion 20 va désormais être expliqué à l'aide de la figure 6 représentant un organigramme du procédé, selon l'invention, de gestion de l'affichage d'un profil de vol 14, 16 de l'aéronef 12, notamment du profil de vol vertical 14, le procédé étant mis en œuvre par le dispositif de gestion 20.

25 Lors d'une étape initiale 100, le dispositif de gestion 20 acquiert, via son module d'acquisition 32, le mode sélectionné d'affichage du profil de vol parmi le mode de suivi et le mode de plan de vol.

Le mode d'affichage est par exemple sélectionnable par le pilote via un organe de commande correspondant, en fonction de sa tâche courante. Le pilote utilisera par exemple le mode plan de vol lors d'une phase de navigation, et le mode de suivi lorsqu'il est guidé par le contrôle aérien.

30 Le mode d'affichage est également sélectionnable automatiquement par un système avionique associé, en fonction de critères prédéfinis. Un passage automatique du mode plan de vol au mode de suivi se fera par exemple lorsque l'aéronef 12 s'éloigne du plan de vol, et inversement un passage automatique du mode de suivi au mode plan de vol s'effectuera lorsque l'aéronef 12 se rapproche du plan de vol.

Le mode d'affichage sélectionné parmi le mode de suivi et le mode plan de vol a une influence directe sur les capacités d'affichage offertes par l'affichage vertical VD et sur la représentation des éléments graphiques autour du symbole 22 de l'aéronef, comme visible sur les figures 4 et 5, illustrant respectivement le mode de suivi et le mode plan de vol.

Le dispositif électronique de gestion 20 calcule ensuite, lors de l'étape 110 et via son deuxième module de calcul 28, la position de référence Pos_{ref} en fonction de la position courante Pos_c de l'aéronef 12 et, comme indiqué précédemment, selon que le mode d'affichage est le mode de suivi ou le mode plan de vol.

En mode de suivi, la position de référence Pos_{ref} est alors la position courante Pos_c de l'aéronef 12. En mode plan de vol, la position de référence Pos_{ref} est par exemple la projection de la position courante Pos_c sur la trajectoire latérale de l'aéronef 12.

Lors de l'étape suivante 120, le dispositif de gestion 20 détermine, via son deuxième module de détermination 30, la plage de positions Pos_{range} pour l'affichage dudit profil vertical 14, la plage de positions Pos_{range} étant déterminée en fonction de la position de référence Pos_{ref} calculée et de l'intervalle de position Pos_{int} , par exemple selon l'une des équations (13) à (15).

L'homme du métier observera que la valeur de l'intervalle de position Pos_{int} à afficher est modifiable par l'utilisateur, notamment de manière continue entre des valeurs minimale et maximale prédéfinies.

Cette modification de la valeur de l'intervalle de position Pos_{int} est par exemple commandée via un geste tactile de l'utilisateur sur une surface tactile reliée au dispositif électronique de gestion 20, ou encore via une molette ou un rotacteur relié au dispositif de gestion 20. Le geste tactile est typiquement un geste d'écartement, respectivement de rapprochement, de deux doigts de l'utilisateur, afin d'augmenter, respectivement de diminuer, la valeur de l'intervalle de position Pos_{int} .

En complément facultatif, les valeurs minimale et maximale prédéfinies de l'intervalle de position Pos_{int} dépendent du mode d'affichage sélectionné parmi le mode de suivi et le mode plan de vol. La valeur maximale de l'intervalle de position Pos_{int} associée au mode de suivi est alors généralement inférieure à celle associée au mode plan de vol.

En complément facultatif encore, les valeurs minimale et maximale prédéfinies de l'intervalle de position Pos_{int} dépendent du type de l'aéronef 12. Les valeurs minimale et maximale prédéfinies de l'intervalle de position Pos_{int} associées à un hélicoptère sont par exemple inférieures à celles associées à un avion de transport régional ou à un avion long-courrier.

En complément facultatif encore, la valeur de l'intervalle de position Pos_{int} utilisée pour l'affichage vertical VD est corrélée, sur action de l'utilisateur, à celle utilisée pour l'affichage de navigation ND.

5 Le dispositif de gestion 20 calcule ensuite, lors de l'étape 130 et via son premier module de calcul 24, l'altitude de référence Alt_{ref} en fonction de l'altitude courante Alt_c , de l'intervalle d'altitude Alt_{int} et de l'au moins une grandeur $Evol_Alt_{est}$ relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef 12 à partir de ladite altitude courante Alt_c .

10 Lorsque le mode d'affichage acquis est le mode de suivi, le premier module de calcul 24 calcule l'altitude de référence Alt_{ref} , par exemple à l'aide des équations (5) à (7) précédentes, correspondant respectivement aux premier, deuxième et troisième états $E1_s$, $E2_s$ et $E3_s$ en mode de suivi, visibles sur la figure 7.

15 Le premier état $E1_s$ en mode de suivi est l'état dans lequel le symbole 22 de représentation de l'aéronef est affiché en partie inférieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude importante en montée. Le deuxième état $E2_s$ est celui où le symbole 22 est affiché en partie supérieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude importante en descente, et le troisième état $E3_s$ est celui dans lequel le symbole 22 est affiché dans la zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude relativement faible de l'aéronef 12.

20 Sur la figure 7, le diagramme d'états illustre les changements d'états entre les premier, deuxième et troisième états $E1_s$, $E2_s$ et $E3_s$ en mode de suivi. Le passage du premier état $E1_s$ au troisième état $E3_s$, représenté par la flèche F1, se produit en cas de diminution de la variation d'altitude en montée et/ou d'augmentation de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Le passage du troisième état $E3_s$ au deuxième état $E2_s$, représenté par la flèche F2, se produit en cas d'augmentation de la variation d'altitude en descente et/ou de diminution de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Inversement, le passage du deuxième état $E2_s$ au troisième état $E3_s$, représenté par la flèche F3, se produit en cas de diminution de la variation d'altitude en descente et/ou d'augmentation de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Enfin, le passage du troisième état $E3_s$ au premier état $E1_s$, représenté par la flèche F4, se produit en cas d'augmentation de la variation d'altitude en montée et/ou de diminution de l'intervalle d'altitude Alt_{int} .

35 Lors de l'étape 130, lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol, le premier module de calcul 24 calcule l'altitude de référence Alt_{ref} , par exemple à l'aide des équations (8) à (11) précédentes, correspondant respectivement aux premier, deuxième, troisième et quatrième états $E1_{PV}$, $E2_{PV}$, $E3_{PV}$ et $E4_{PV}$ en mode plan de vol, visibles sur la figure 8.

Le premier état $E1_{PV}$ en mode plan de vol est l'état dans lequel le symbole du prochain élément parmi l'aéronef 12 et le prochain point du plan de vol est affiché en partie inférieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude à venir en montée, comme représenté sur la figure 11. Le deuxième état $E2_{PV}$, illustré sur la figure 12, est celui où le symbole du prochain élément est affiché en zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range} , lors d'une montée en prévision d'une approche du point le plus haut. Le troisième état $E3_{PV}$, illustré à la figure 13, est celui dans lequel le symbole du prochain élément est affiché en partie supérieure de la plage d'altitudes Alt_{range} , en prévision d'une variation d'altitude à venir en descente, et le quatrième état $E4_{PV}$ est celui où le symbole du prochain élément est affiché en zone centrale de la plage d'altitudes Alt_{range} , lors d'une descente en prévision d'une approche du point le plus bas, comme représenté sur la figure 14.

Sur la figure 8, le diagramme d'états illustre les changements d'états entre les premier, deuxième, troisième et quatrième états $E1_{PV}$, $E2_{PV}$, $E3_{PV}$ et $E4_{PV}$ en mode plan de vol. Le passage du premier état $E1_{PV}$ au deuxième état $E2_{PV}$, représenté par la flèche F5, se produit en cas de rapprochement de l'altitude Alt_{PV_1} du point le plus haut de la plage d'altitudes en cours d'affichage et/ou d'augmentation de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Le passage du deuxième état $E2_{PV}$ au troisième état $E3_{PV}$, représenté par la flèche F6, se produit lorsque l'altitude Alt_{PV_1} est supérieure au point le plus haut de la plage d'altitudes en cours d'affichage. Le passage du troisième état $E3_{PV}$ au quatrième état $E4_{PV}$, représenté par la flèche F7, se produit en cas de rapprochement de l'altitude Alt_{PV_1} du point le plus bas de la plage d'altitudes en cours d'affichage et/ou d'augmentation de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Inversement, le passage du quatrième état $E4_{PV}$ au troisième état $E3_{PV}$, représenté par la flèche F8, se produit en cas d'éloignement de l'altitude Alt_{PV_1} du point le plus bas de la plage d'altitudes en cours d'affichage et/ou de diminution de l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Le passage du troisième état $E3_{PV}$ au deuxième état $E2_{PV}$, représenté par la flèche F9, se produit lorsque l'altitude Alt_{PV_1} est inférieure au point le plus haut de la plage d'altitudes en cours d'affichage. Enfin, le passage du deuxième état $E2_{PV}$ au premier état $E1_{PV}$, représenté par la flèche F10, se produit en cas d'éloignement de l'altitude Alt_{PV_1} du point le plus haut de la plage d'altitudes en cours d'affichage et/ou de diminution de l'intervalle d'altitude Alt_{int} .

Lors de l'étape suivante 140, le dispositif de gestion 20 détermine, via son premier module de détermination 26, la plage d'altitudes Alt_{range} en fonction de l'altitude de référence Alt_{ref} calculée et de l'intervalle d'altitude Alt_{int} , par exemple selon l'une des équations (2) à (4).

La détermination de l'intervalle d'altitude Alt_{int} est de préférence effectuée de manière identique quel que soit le mode d'affichage sélectionné.

L'intervalle d'altitude Alt_{int} est typiquement proportionnel à l'intervalle de position Pos_{int} . En conséquence, comme pour l'intervalle de position Pos_{int} , l'intervalle d'altitude Alt_{int} est modifiable par l'utilisateur, notamment de manière continue.

Le facteur AP_{ratio} est par exemple appliqué à l'intervalle de position Pos_{int} pour calculer l'intervalle d'altitude Alt_{int} . Ce facteur AP_{ratio} est choisi en fonction de la taille de l'affichage vertical VD à l'écran 18 (nombres de pixels en X et Y) et de la précision nécessaire en altitude pour l'aéronef 12 sur lequel est décliné l'affichage vertical VD. La précision requise pour un hélicoptère est potentiellement différente de celle requise pour un avion. Ceci permet de conserver un affichage constant des pentes de la trajectoire verticale à l'écran 18. L'homme du métier notera que les pentes affichées ne sont généralement pas les pentes géométriques réelles, mais que pour une pente géométrique donnée, la représentation est constante. A titre d'exemple, une trajectoire à 3° en pente géométrique réelle est toujours représentée avec une pente égale à 25° à l'écran 18.

En mode de suivi ou en mode plan de vol, l'intervalle d'altitude Alt_{int} est par exemple déterminé selon l'équation (1) précédente.

La valeur minimale possible de l'intervalle d'altitude Alt_{int} est de préférence proportionnelle à celle de l'intervalle de position Pos_{int} .

La valeur maximale possible Alt_{int_MAX} de l'intervalle d'altitude Alt_{int} est de préférence indépendante de celle de l'intervalle de position Pos_{int} . Cette valeur maximale possible Alt_{int_MAX} est par exemple prédéfinie. Elle dépend typiquement du type de l'aéronef 12, comme décrit précédemment. Une telle valeur maximale Alt_{int_MAX} de l'intervalle d'altitude Alt_{int} permet alors un affichage permanent des informations pertinentes pour l'aéronef 12 sur lequel est décliné l'affichage vertical VD. La contrepartie est qu'à partir du moment où la valeur maximale Alt_{int_MAX} de l'intervalle d'altitude Alt_{int} est atteinte, les pentes visibles à l'écran 18 ne sont pas conservées. Cela n'entraîne toutefois pas d'inconvénient pour l'utilisateur car, lorsqu'il choisit une valeur importante (proche de la valeur maximale Alt_{int_MAX}) pour l'intervalle d'altitude Alt_{int} , il recherche une représentation essentiellement schématique sur l'affichage vertical VD.

En complément facultatif, lors de l'étape 150, le dispositif de gestion 20 recalcule, le cas échéant et via son premier module de calcul 24, l'altitude de référence Alt_{ref} calculée par rapport au seuil d'altitude minimale Alt_{MIN} . Ce recalage de l'altitude de référence Alt_{ref} est par exemple effectué suivant l'équation (12).

Le dispositif de gestion 20 commande enfin, lors de l'étape 160 et via son module d'affichage 34, l'affichage du profil de vol 14, 16 de l'aéronef 12, en particulier du profil de

vol vertical 14, notamment en fonction des plages de positions Pos_{range} et d'altitudes Alt_{range} précédemment déterminées lors des étapes 120 et 140.

5 Les étapes précitées du procédé de gestion de l'affichage sont réitérées régulièrement, afin notamment d'adapter régulièrement les plages de positions Pos_{range} et d'altitudes Alt_{range} en fonction des évolutions de la position courante Pos_c et de l'altitude courante Alt_c de l'aéronef 12.

10 Ainsi, le procédé de gestion de l'affichage selon l'invention permet d'adapter la plage d'altitudes affichée Alt_{range} du profil vertical 14, en particulier l'altitude de référence Alt_{ref} prise en compte pour déterminer cette plage d'altitudes Alt_{range} , en fonction de l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef à partir de l'altitude courante Alt_c prise en compte.

15 Le procédé et le dispositif de gestion 20 offrent alors une meilleure continuité lors du déplacement d'éléments et/ou de la variation de pentes, affichés à l'écran 18 durant le vol ou suite à une action de l'utilisateur, tel que le pilote. Cela permet notamment d'améliorer la compréhension, actuelle et future, de la situation par l'utilisateur. Ils limitent en particulier des sauts de position sur l'affichage vertical VD.

20 Ils permettent également une meilleure adéquation des informations affichées en fonction de la tâche courante, par exemple départ/croisière/descente en mode de suivi ou préparation du vol en mode plan de vol, et autorisent une meilleure perception et compréhension de l'information par l'utilisateur, pour une prise de décision plus efficace.

Le procédé et le dispositif de gestion 20 permettent également une réduction de la charge et du temps alloués pour la réalisation de la tâche de mise au point de l'affichage vertical VD, l'utilisateur interagissant de préférence seulement avec l'échelle horizontale, au travers d'actions simples et rapides.

25 On conçoit ainsi que le procédé et le dispositif de gestion 20 de l'affichage d'un profil de vol 14, 16 de l'aéronef 12, permettent d'offrir une meilleure lisibilité du profil de vol 14, 16 affiché, en particulier du profil de vol vertical 14.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de gestion de l'affichage d'un profil de vol (14) d'un aéronef (12), le procédé étant mis en œuvre par un dispositif électronique de gestion (20) et comprenant les étapes suivantes :

- calcul (130) d'une altitude de référence (Alt_{ref}) pour l'affichage d'un profil vertical de vol (14),

- détermination (140) d'une plage d'altitudes (Alt_{range}) pour l'affichage dudit profil vertical (14), la plage d'altitudes (Alt_{range}) étant déterminée en fonction de l'altitude de référence (Alt_{ref}) calculée et d'un intervalle d'altitude (Alt_{int}) à afficher, l'intervalle d'altitude (Alt_{int}) étant égal à l'écart entre les valeurs minimale et maximale de la plage d'altitudes (Alt_{range}),

caractérisé en ce que l'altitude de référence (Alt_{ref}) est calculée en fonction d'une altitude courante (Alt_c), de l'intervalle d'altitude (Alt_{int}) à afficher et d'au moins une grandeur ($Evol_Alt_{est}$) relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef (12) à partir de ladite altitude courante (Alt_c), et

en ce que l'intervalle d'altitude (Alt_{int}) vérifie l'équation suivante :

$$Alt_{int} = \min(Alt_{int_MAX} ; AP_{ratio} \cdot Pos_{int})$$

où Alt_{int_MAX} représente une valeur maximale prédéfinie de l'intervalle d'altitude ;

AP_{ratio} représente un ratio prédéfini d'intervalle d'altitude par rapport à l'intervalle de position ; et

Pos_{int} représente un intervalle de position à afficher.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au moins une grandeur ($Evol_Alt_{est}$) relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef (12) est choisie parmi le groupe consistant en : une variation estimée d'altitude (Var_Alt_{est}) de l'aéronef (12) au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude courante (Alt_c), une altitude maximale (Alt_PV_{MAX}) de l'aéronef (12) parmi les prochains points d'un plan de vol et une altitude minimale (Alt_PV_{MIN}) de l'aéronef (12) parmi les prochains points du plan de vol.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le procédé comprend en outre une étape (100) d'acquisition d'un mode sélectionné d'affichage du profil de vol (14) parmi un mode de suivi et un mode plan de vol, et

dans lequel lorsque le mode d'affichage acquis est le mode suivi, l'altitude courante (Alt_c) est une altitude instantanée de l'aéronef (12) et la grandeur ($Evol_Alt_{est}$)

relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef (12) est une variation estimée d'altitude (Var_Alt_{est}) de l'aéronef (12) au cours d'un prochain intervalle temporel et à partir de l'altitude instantanée.

5 4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le procédé comprend en outre une étape (100) d'acquisition d'un mode sélectionné d'affichage du profil de vol (14) parmi un mode de suivi et un mode plan de vol, et

10 dans lequel lorsque le mode d'affichage acquis est le mode plan de vol, l'altitude courante (Alt_c) est l'altitude du prochain élément à afficher dans la plage d'altitudes parmi l'altitude de l'aéronef (12) et l'altitude du prochain point du plan de vol, et au moins une grandeur ($Evol_Alt_{est}$) relative à l'évolution estimée de l'altitude de l'aéronef (12) dépend d'une altitude parmi une altitude maximale (Alt_PV_{MAX}) de l'aéronef (12) parmi les prochains points du plan de vol et une altitude minimale (Alt_PV_{MIN}) de l'aéronef (12) parmi les prochains points du plan de vol.

15

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

20 - calcul (110) d'une position de référence (Pos_{ref}) pour l'affichage du profil vertical (14), la position de référence (Pos_{ref}) calculée en fonction d'une position courante (Pos_c) de l'aéronef (12), et

 - détermination (120) d'une plage de positions (Pos_{range}) pour l'affichage dudit profil vertical (14), la plage de positions (Pos_{range}) étant déterminée en fonction de la position de référence (Pos_{ref}) calculée et de l'intervalle de position (Pos_{int}) à afficher.

25 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le procédé comprend en outre une étape (160) d'affichage du profil vertical (14) de l'aéronef (12).

30 7. Programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ordinateur, mettent en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

8. Dispositif électronique de gestion (20) configuré pour gérer l'affichage d'un profil de vol (14) d'un aéronef (12), comprenant :

35 - un module de calcul (24) configuré pour calculer une altitude de référence (Alt_{ref}) pour l'affichage d'un profil vertical de vol (14),

- un module de détermination (26) configuré pour déterminer une plage d'altitudes (Alt_{range}) pour l'affichage dudit profil vertical (14), la plage d'altitudes (Alt_{range}) étant déterminée en fonction de l'altitude de référence (Alt_{ref}) calculée et d'un intervalle d'altitude (Alt_{int}) à afficher, l'intervalle d'altitude (Alt_{int}) étant égal à l'écart entre les valeurs minimale et maximale de la plage d'altitudes (Alt_{range}),

caractérisé en ce que le module de calcul (24) est configuré pour calculer l'altitude de référence (Alt_{ref}) en fonction d'une altitude courante (Alt_c), d'un intervalle d'altitude (Alt_{int}) à afficher et d'au moins une grandeur ($Evol_Alt_{est}$) relative à une évolution estimée de l'altitude de l'aéronef (12) à partir de ladite altitude courante (Alt_c), et

en ce que l'intervalle d'altitude (Alt_{int}) vérifie l'équation suivante :

$$Alt_{int} = \min(Alt_{int_MAX} ; AP_{ratio} \cdot Pos_{int})$$

où Alt_{int_MAX} représente une valeur maximale prédéfinie de l'intervalle d'altitude ;

AP_{ratio} représente un ratio prédéfini d'intervalle d'altitude par rapport à l'intervalle de position ; et

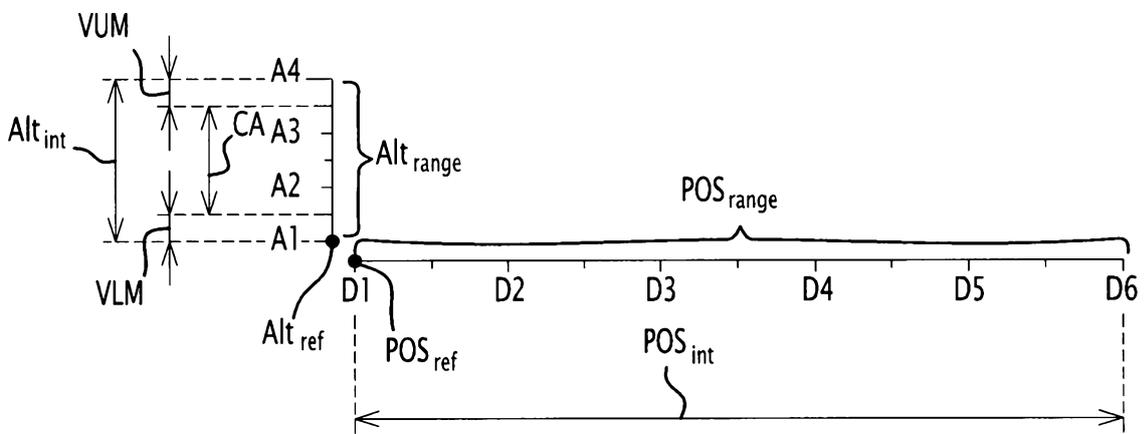
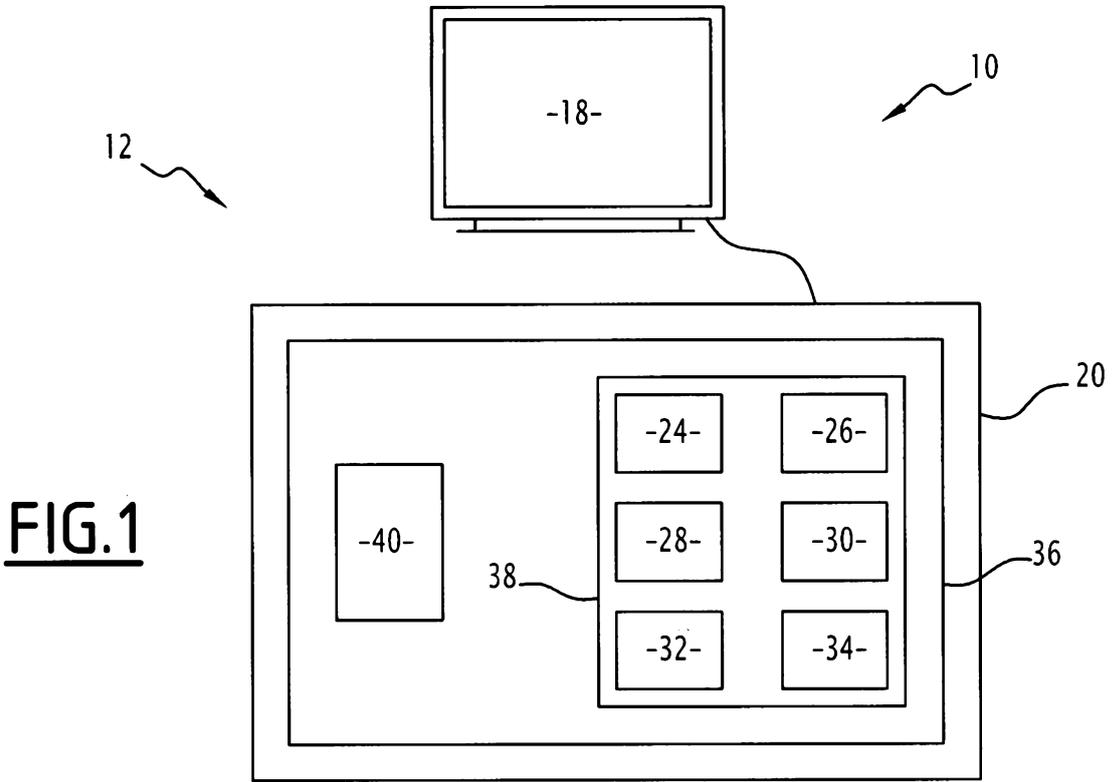
Pos_{int} représente un intervalle de position à afficher.

9. Système électronique (10) d'affichage d'un profil de vol (14) d'un aéronef (12), le système (10) comprenant :

- un écran d'affichage (18) ; et

- un dispositif électronique de gestion (20) configuré pour gérer l'affichage du profil de vol (14) sur l'écran d'affichage (18),

caractérisé en ce que le dispositif électronique de gestion (20) est selon la revendication 8.



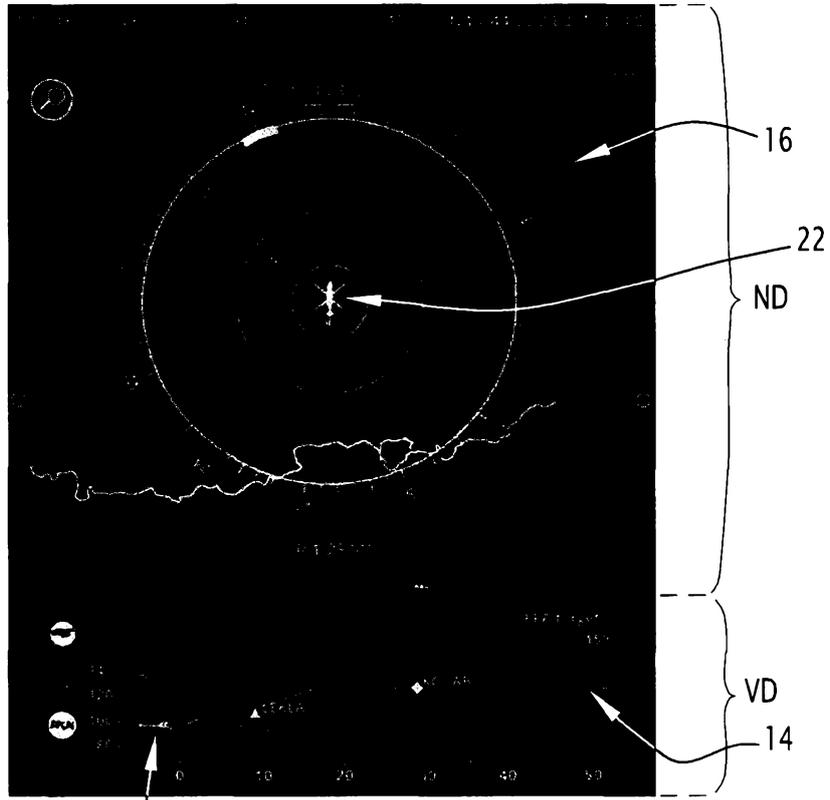


FIG. 3

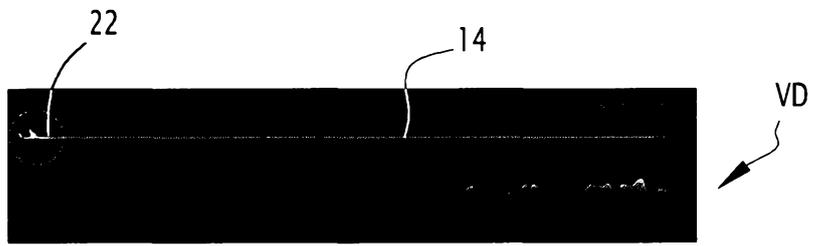


FIG. 4

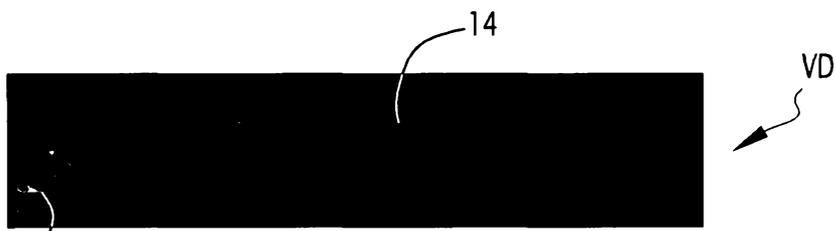
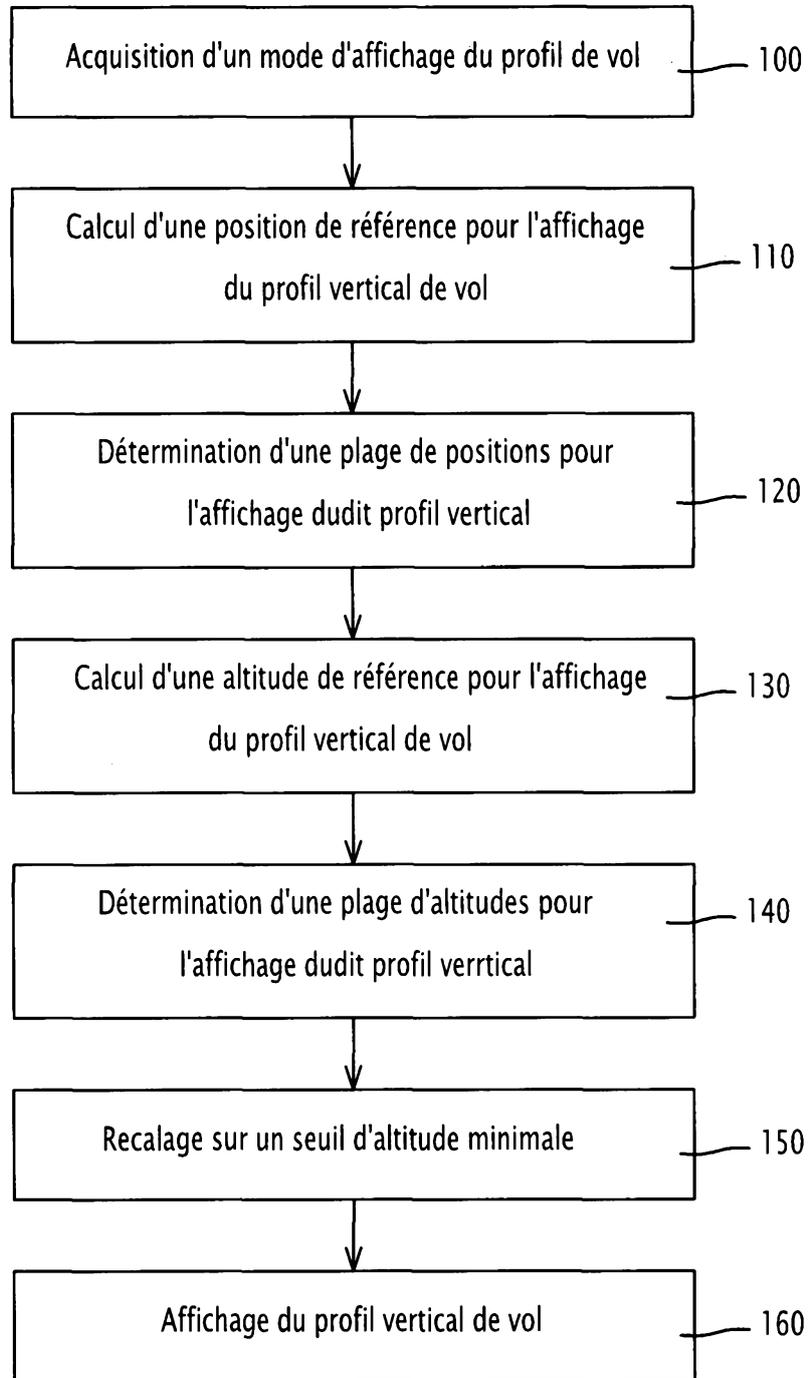
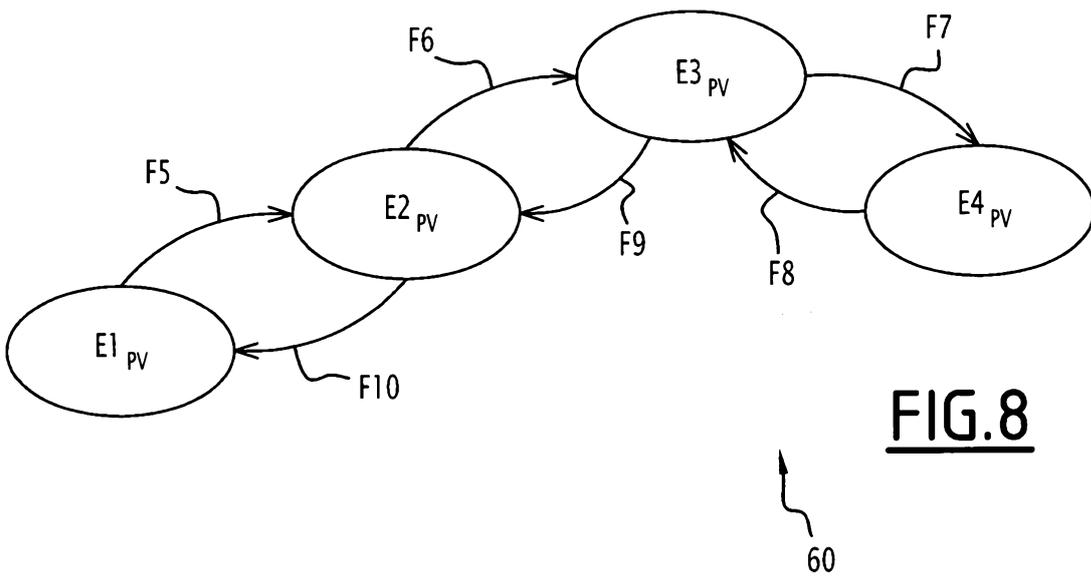
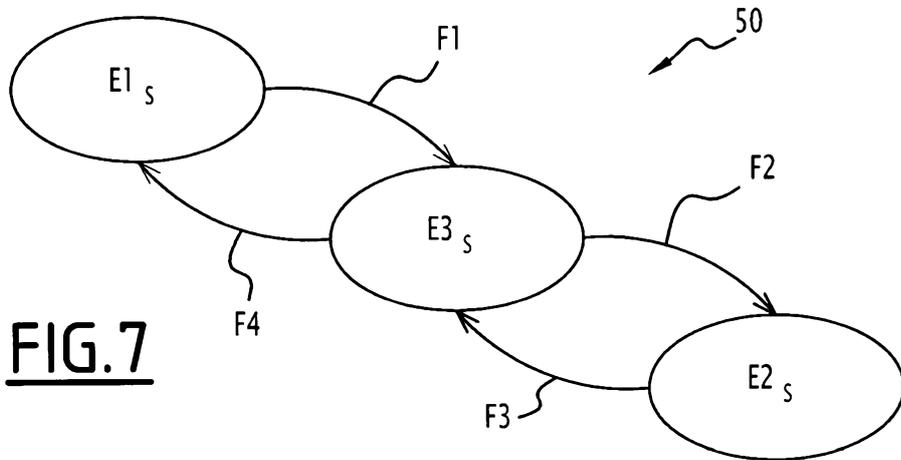


FIG. 5

22

**FIG.6**



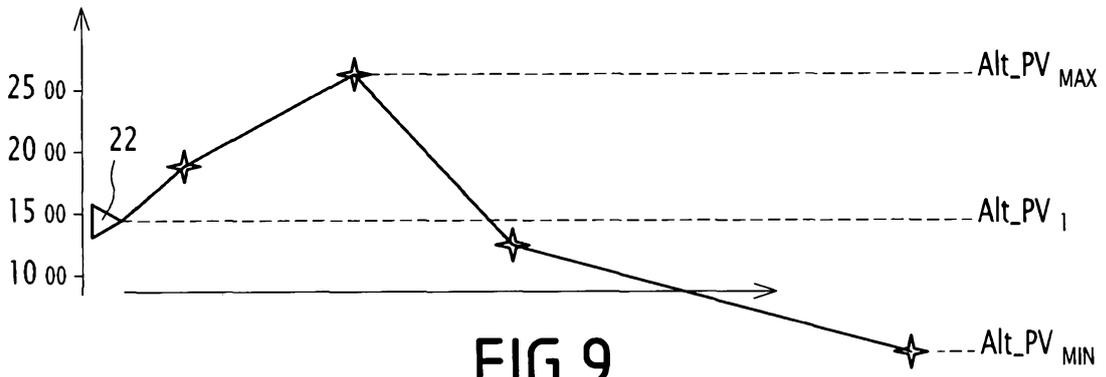


FIG.9

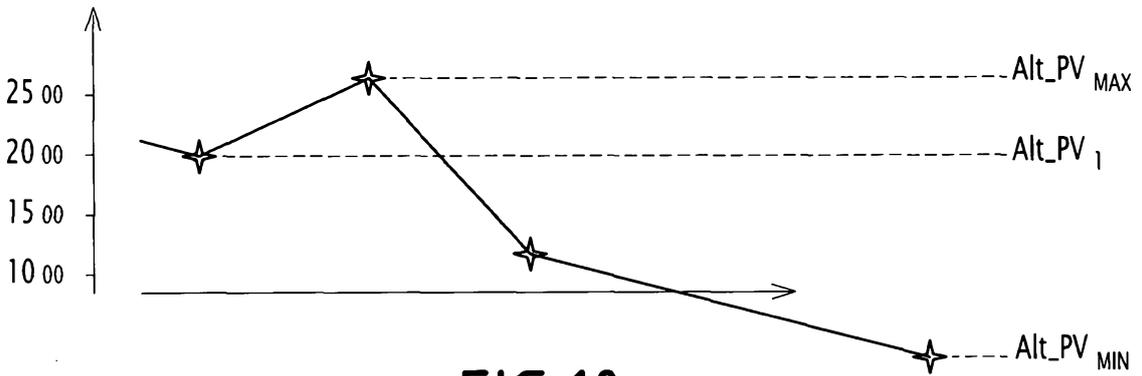


FIG.10

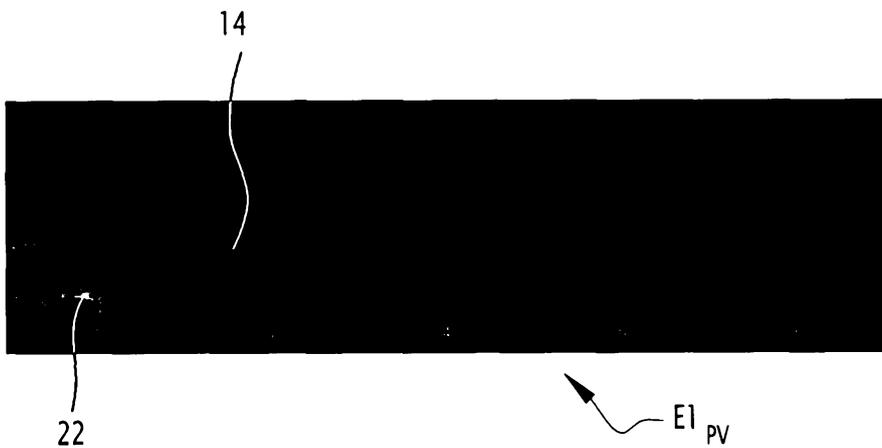


FIG.11

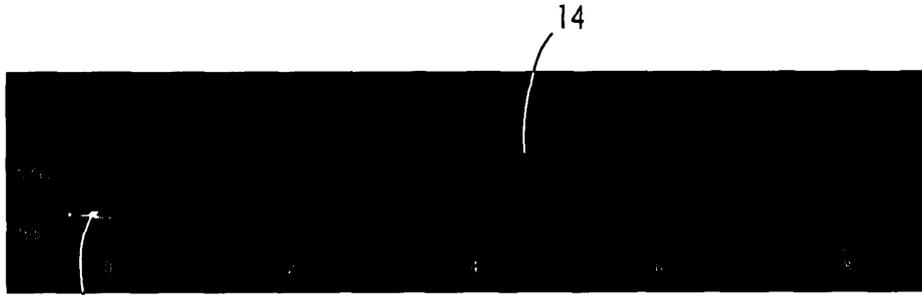


FIG. 12

E2_{PV}

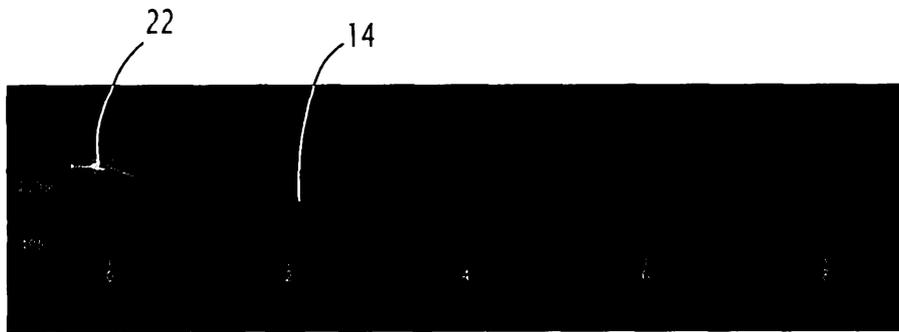


FIG. 13

E3_{PV}

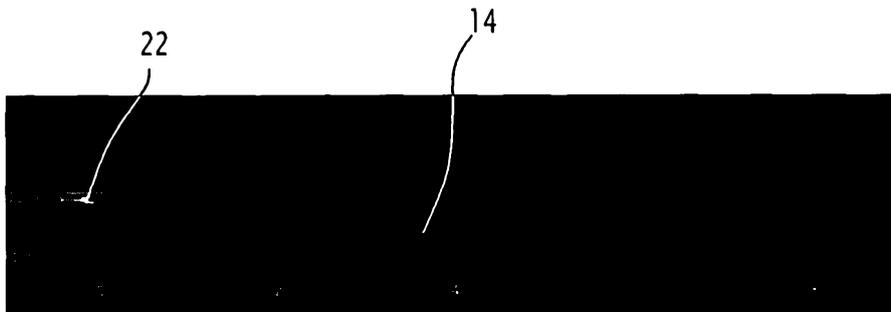


FIG. 14

E4_{PV}

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 2 895 793 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR])
6 juillet 2007 (2007-07-06)

US 5 995 901 A (OWEN GARY L [US] ET AL)
30 novembre 1999 (1999-11-30)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2006/004496 A1 (TUCKER MICHAEL J [US]
ET AL) 5 janvier 2006 (2006-01-05)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT