

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

①1 N° de publication : **3 093 221**

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

②1 N° d'enregistrement national : **19 01752**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **G 08 G 5/00 (2019.01), G 08 G 5/02**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 Procédé et système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef.

②2 Date de dépôt : 21.02.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 28.08.20 Bulletin 20/35.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 19.03.21 Bulletin 21/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS SAS — FR.

⑦2 Inventeur(s) : QUIROZ-HERNANDEZ Esteban et  
RAYNAUD Sylvain.

⑦3 Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS SAS.

⑦4 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

**FR 3 093 221 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé et système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef.**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne un procédé et un système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef.

#### **Technique antérieure**

[0002] Dans le contexte d'un aéronef sans pilote ou d'un aéronef présentant un équipage réduit, l'aéronef devrait être capable de mettre à jour son plan de vol afin d'accomplir un atterrissage dans de bonnes conditions.

[0003] Le choix d'une piste d'atterrissage et d'une procédure d'approche est influencé par de nombreux facteurs. Certains de ces facteurs sont propres à l'aéronef, tels que l'équipement de radionavigation à bord de l'aéronef, les pannes en vol, etc. D'autres facteurs sont externes à l'aéronef, tels que la météorologie, les services médicaux disponibles en cas d'urgence médicale, etc.

[0004] Aujourd'hui, le choix de la procédure d'approche est fait par la compagnie aérienne, le contrôle du trafic aérien et les pilotes.

[0005] Dans la phase de préparation du vol, la compagnie aérienne ou le pilote choisit l'aéroport de destination et les aéroports de déroutement (« alternate airports » en anglais) et établit un plan de vol pour le contrôle de la circulation aérienne ATC (« Air Traffic Control » en anglais). Le choix de la procédure d'approche à cette phase est régi par des motifs commerciaux et des motifs techniques.

[0006] Pendant le vol, le pilote peut conserver l'aéroport de destination choisi ainsi que la procédure d'approche choisie. Toutefois, l'équipage peut également changer ces choix selon des événements survenant pendant le vol. La compagnie aérienne peut également demander au pilote de changer d'aéroport de destination. Le pilote peut également faire un choix par lui-même, par exemple en cas d'urgence médicale, de défaillance technique de l'aéronef ou de changement de météorologie. Le contrôle ATC peut aussi demander au pilote de changer le choix de la procédure d'approche, par exemple en cas de fermeture de piste d'atterrissage ou d'une circulation aérienne très importante à l'aéroport de destination. À tout moment, le pilote doit s'assurer que l'aéronef est capable d'exécuter la procédure d'approche choisie dans de bonnes conditions.

[0007] Toutefois, si le pilote est en incapacité de piloter ou si l'aéronef est piloté sans pilote, la mise à jour du plan de vol est toujours nécessaire tout en s'assurant que le plan de vol mis à jour permette à l'aéronef d'exécuter une procédure d'approche dans de bonnes conditions.

## **Exposé de l'invention**

[0008] La présente invention a pour objet de pallier ces inconvénients en proposant un procédé et un système permettant de garantir un atterrissage dans de bonnes conditions.

[0009] À cet effet, l'invention concerne un procédé de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef.

[0010] Selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes, mises en œuvre de façon itérée et automatique :

- une première étape de surveillance, mise en œuvre par un premier module de surveillance, consistant à surveiller si un pilote contrôle ou non l'aéronef ;
- une première étape de mise à jour, mise en œuvre par un premier module de mise à jour si la première étape de surveillance détermine que le pilote contrôle l'aéronef, consistant à mettre à jour le plan de vol à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote ;
- une série d'étapes mise en œuvre si la première étape de surveillance détermine que le pilote ne contrôle pas l'aéronef, la série d'étapes comprenant :
  - une deuxième étape de surveillance, mise en œuvre par un deuxième module de surveillance, consistant à surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par un dispositif de contrôle au sol à l'aéronef est reçu ou non par l'aéronef,
  - une première étape de vérification de compatibilité, mise en œuvre par un premier module de vérification de compatibilité, consistant à vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol présente ou non une compatibilité de sécurité,
  - une deuxième étape de mise à jour, mise en œuvre par un deuxième module de mise à jour si le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef et si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, la deuxième étape de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol à partir du deuxième ordre d'approche,
  - une troisième étape de mise à jour, mise en œuvre par un troisième module de mise à jour si aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef en réponse à une requête de mise à jour transmise par un module de transmission au dispositif de contrôle au sol ou si le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef ne présente pas de compatibilité de sécurité, la troisième étape de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol à partir d'un troisième ordre d'approche

déterminé à partir de données courantes disponibles à bord de l'aéronef.

- [0011] Ainsi, le procédé de l'invention permet une mise à jour du plan de vol même si le pilote est en incapacité de piloter. La priorité du contrôle est donnée au pilote, puis au dispositif de contrôle au sol et enfin au procédé lui-même à partir de données courantes à bord de l'aéronef, tout en s'assurant que la mise à jour soit compatible avec la sécurité.
- [0012] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une deuxième étape de vérification de compatibilité précédant la première étape de mise à jour, la deuxième étape de vérification de compatibilité étant mise en œuvre par un deuxième module de vérification de compatibilité et consistant à vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote présente une compatibilité de sécurité,
- la première étape de mise à jour étant mise en œuvre si, en outre, le premier ordre d'approche fourni par le pilote présente une compatibilité de sécurité,
- le procédé comprenant en outre une étape d'émission d'une alerte, mise en œuvre par un module d'émission d'alerte si le premier ordre d'approche fourni par le pilote ne présente pas de compatibilité de sécurité, consistant à émettre une alerte indiquant un problème de compatibilité.
- [0013] De plus, le procédé comprend une étape d'affichage d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par un module d'affichage, consistant à afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour présenter au pilote la ou les options d'approche qu'il peut fournir.
- [0014] Ainsi, l'ordre d'approche du pilote peut également être surveillé. Si le procédé montre que l'ordre d'approche ne permet pas un atterrissage dans de bonnes conditions, le procédé permet de fournir une liste d'ordres d'approche qui permettent d'effectuer un atterrissage dans de bonnes conditions.
- [0015] En outre, le procédé comprend une étape de classement d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par un module de classement, comprenant les sous-étapes suivantes :
- une première sous-étape de filtrage, mise en œuvre par un premier sous-module de filtrage, consistant à rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité,
  - une deuxième sous-étape de filtrage, mise en œuvre par un deuxième sous-module de filtrage, consistant à rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité,
  - une première sous-étape de notation, mise en œuvre par un premier sous-module de notation, consistant à attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été

rejetées dans la première sous-étape de filtrage et la deuxième sous-étape de filtrage, la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef a échoué antérieurement,

- une sous-étape de classement, mise en œuvre par un sous-module de classement, consistant à établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche dans la première sous-étape de notation.

[0016] Avantagement, la deuxième étape de vérification de compatibilité comprend les sous-étapes suivantes :

- une première sous-étape de classement correspondant à l'étape de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche,
- une première sous-étape de détermination de compatibilité, mise en œuvre par un premier sous-module de détermination de compatibilité, consistant à déterminer si le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, le premier ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche n'est pas rejeté, le premier ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche est rejeté.

[0017] Selon une particularité, la première étape de vérification de compatibilité comprend les sous-étapes suivantes :

- une deuxième sous-étape de classement correspondant à l'étape de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche,
- une deuxième sous-étape de détermination de compatibilité, mise en œuvre par un deuxième sous-module de détermination de compatibilité, consistant à déterminer si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, le deuxième ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche n'est pas rejeté, le deuxième ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche est rejeté.

[0018] Par ailleurs, le procédé comprend une étape de mémorisation, mise en œuvre par un module de mémorisation, consistant à mémoriser un historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche, l'historique comprenant au moins le ou les ordres d'approche mis en œuvre par l'aéronef.

[0019] L'invention concerne également un système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef.

[0020] Selon l'invention, comprend :

- un premier module de mise à jour configuré pour mettre à jour le plan de vol à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote si un pilote contrôlant l'aéronef a été détecté par un premier module de surveillance configuré pour surveiller si un pilote contrôle ou non l'aéronef ;
- un ensemble de modules mis en œuvre si aucun pilote ne contrôle l'aéronef, l'ensemble de modules comprenant :
  - un deuxième module de surveillance configuré pour surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par un dispositif de contrôle au sol à l'aéronef est reçu ou non par l'aéronef,
  - un premier module de vérification de compatibilité configuré pour vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol présente ou non une compatibilité de sécurité,
  - un deuxième module de mise à jour configuré pour mettre à jour le plan de vol à partir du deuxième ordre d'approche si le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef et si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité,
  - un module de transmission configuré pour transmettre une requête de mise à jour au dispositif de contrôle au sol,
  - un troisième module de mise à jour configuré pour mettre à jour le plan de vol à partir d'un troisième ordre d'approche déterminé à partir de données courantes disponibles à bord de l'aéronef si aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef en réponse à une requête de mise à jour transmise par le module de transmission au dispositif de contrôle au sol ou si le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef ne présente pas de compatibilité de sécurité.

[0021] Selon un mode de réalisation, le système comprend :

- un deuxième module de vérification de compatibilité configuré pour vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote présente une compatibilité de sécurité,
- un module d'émission d'alerte configuré pour émettre une alerte indiquant un problème de compatibilité si le premier ordre d'approche fourni par le pilote ne présente pas de compatibilité de sécurité.

[0022] Selon une particularité, le système comprend un module d'affichage configuré pour afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour présenter au pilote la ou les options d'approche qu'il peut fournir.

[0023] Selon une autre particularité, le système comprend un module de classement, comprenant les sous-modules suivants :

- un premier sous-module de filtrage configuré pour rejeter la ou les options

- d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité,
- un deuxième sous-module de filtrage configuré pour rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité,
- un premier sous-module de notation configuré pour attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été rejetées par le premier sous-module de filtrage et le deuxième sous-module de filtrage, la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef a échoué antérieurement,
- un sous-module de classement configuré pour établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche par le premier sous-module de notation.

[0024] En outre, le deuxième module de vérification de compatibilité comprend un premier sous-module de détermination de compatibilité configuré pour déterminer si le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité et pour être mis en œuvre après le module de classement dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche, le premier ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche n'est pas rejeté, le premier ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche est rejeté.

[0025] Par ailleurs, le premier module de vérification de compatibilité comprend un deuxième sous-module de détermination de compatibilité configuré pour déterminer si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité et pour être mis en œuvre après le module de classement dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche, le deuxième ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche n'est pas rejeté, le deuxième ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche est rejeté.

[0026] De plus, le système comprend en outre un module de mémorisation configuré pour mémoriser un historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche, l'historique comprenant au moins le ou les ordres d'approche mis en œuvre par l'aéronef.

[0027] L'invention concerne également un aéronef, qui comporte un système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant, tel que spécifié ci-dessus.

### **Brève description des dessins**

[0028] L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

[0029] [fig.1]

La figure 1 représente une vue schématique d'un mode de réalisation du système de mise à jour,

[0030] [fig.2]

La figure 2 représente une vue synoptique d'un mode de réalisation du procédé de mise à jour,

[0031] [fig.3]

La figure 3 représente un aéronef embarquant le système de mise à jour.

### **Description des modes de réalisation**

[0032] La figure 1 représente schématiquement le système de mise à jour 1 automatique d'un plan de vol courant FPLN (FPLN pour « Flight Plan » en anglais) 52 d'un aéronef AC, par exemple un avion de transport. Dans la suite de la description ce système est appelé « système de mise à jour ».

[0033] Avant le vol, le système de mise à jour 1, embarqué sur l'aéronef AC (figure 3), peut utiliser au moins un des sources d'informations suivantes :

- une base de données de navigation,
- le plan de vol 52 qui comprend au moins :
  - l'aéroport de destination et la procédure d'approche,
  - le ou les aéroports de déroutement et la ou les procédures d'approche associées,
- des mesures de quantité de carburant à bord de l'aéronef AC,
- des données concernant la politique de réserve de carburant de la compagnie aérienne (par exemple, des calculs de réserve de carburant),
- un formulaire codé numériquement de notice aux navigateurs aériens NOTAM (« Notice To AirMen » en anglais),
- des données de prévision météorologique,
- une liste minimale d'équipements MEL (« Minimum Equipment List » en anglais),
- un modèle de performance de l'aéronef AC mis à jour.

[0034] Pendant le vol, le système de mise à jour 1 peut utiliser au moins un des sources d'informations suivantes :

- des sources à bord de l'aéronef AC :
  - les défaillances du système de navigation de l'aéronef AC,
  - la quantité de carburant à bord,
  - des données sur les conditions atmosphériques à l'aide de capteurs,
  - des informations provenant de différents capteurs de l'aéronef AC (par exemple, un capteur basé sur la vision artificielle pour détecter des obstacles sur la piste d'atterrissage) ;
- des sources de dispositifs au sol :
  - des mises à jour des prévisions météorologiques, par exemple, via le

système de communication opérationnelle de la compagnie aérienne AOC (« Airline Operational Communication » en anglais),

- un service automatique de diffusion d'informations sur les aéroports D-ATIS (« Data Automatic Terminal Information Service » en anglais),
- des instructions codées provenant de la compagnie aérienne pour la mise à jour du plan de vol 52 ainsi que la mise à jour de la procédure d'approche,
- des instructions codées provenant d'un contrôle de la circulation aérienne ATC (« Air Traffic Control » en anglais) pour la mise à jour du plan de vol 52 qui peuvent comprendre une partie ou la totalité du plan de vol 52 ainsi que la mise à jour de la procédure d'approche.

[0035] Le plan de vol 52 peut être stocké dans une mémoire embarquée. Par exemple, le plan de vol est stocké dans une mémoire d'un système de gestion de vol FMS (« Flight Management System » en anglais). Le plan de vol mis à jour UPADTED FPLN (pour « updated flight plan » en anglais) 521 par le système de mise à jour 1 peut également être stocké dans une mémoire du système FMS.

[0036] Le système de mise à jour 1 peut utiliser plusieurs sources d'informations.

[0037] Le système de mise à jour 1 comprend un module de mise à jour UPDATE1 (UPDATE pour « updating module » en anglais) 3. Ce module de mise à jour 3 est configuré pour mettre à jour le plan de vol 52 à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 de l'aéronef AC, si un module de surveillance MONITOR1 (MONITOR pour « monitoring module » en anglais) 2 détermine qu'un pilote 51 contrôle l'aéronef AC. Le pilote 51 peut fournir le premier ordre d'approche à l'aide d'une unité de saisie telle qu'un clavier ou tout autre unité permettant de fournir un ordre d'approche.

[0038] Le module de mise à jour 3 peut également mettre à jour le plan de vol 52 à condition qu'une clearance ATM CLEAR REC (pour « ATM clearance reception » en anglais) 101 soit accordée par un dispositif ATM (« Air Traffic Management » en anglais) après qu'une demande de clearance ATM CLEAR REQ (pour « ATM clearance request » en anglais) 102 a été envoyée par un module de transmission TRANS (TRANS pour « transmission module » en anglais) 100 compris par le système de mise à jour 1.

[0039] Un ordre d'approche correspond à un ordre de procédure d'approche en vue d'un atterrissage sur une piste d'atterrissage.

[0040] Une procédure d'approche définit un aéroport de destination, une piste d'atterrissage, des points de cheminement (« waypoints » en anglais) permettant d'accomplir la procédure d'approche, différents types de moyens d'approche primaire à vue ou aux instruments, une altitude de décision et une trajectoire d'approche interrompue.

- [0041] Parmi les types de moyens d'approche primaire aux instruments, il existe le système d'atterrissage aux instruments ILS (« Instrument Landing System » en anglais), le radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence VOR (« Very high frequency Omnidirectional Radio range » en anglais), un système de géolocalisation par satellite GPS (« Global Positioning System » en anglais), etc.
- [0042] La procédure d'approche est disponible sous forme de carte dans la base de données de navigation des calculateurs à bord de l'aéronef AC.
- [0043] Pour plus de clarté, dans la suite de la description, l'expression « ordre d'approche » correspond à l'expression « ordre de procédure d'approche » et l'expression « approche » correspond à l'expression « procédure d'approche ».
- [0044] Selon un mode de réalisation, le système de mise à jour 1 comprend un module de vérification de compatibilité VERIF2 (VERIF pour « verification module » en anglais) 9 configuré pour vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 présente une compatibilité de sécurité et un module d'émission d'alerte ALERT (ALERT pour « alert module » en anglais) 10. Si le module de vérification de compatibilité 9 détermine que le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 présente une compatibilité de sécurité, le module de mise à jour 3 met à jour le plan de vol 52 à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 de l'aéronef AC.
- [0045] Un ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité si l'approche issue de l'ordre d'approche permet une approche de l'aéronef AC en vue d'un atterrissage sur une piste d'atterrissage dans de bonnes conditions. Avantageusement, l'ordre d'approche répond au moins à des critères de disponibilité C1 54 de la piste d'atterrissage et des critères de sécurité C2 55 permettant un atterrissage de l'aéronef AC dans de bonnes conditions. On s'assure également une protection contre des attaques malveillantes en sachant que l'ordre d'approche répond à des critères de sécurité 55.
- [0046] Le ou les critères de disponibilité et le ou les critères de sécurité peuvent être déterminés à partir d'informations provenant des sources d'informations listées ci-avant.
- [0047] Si le module de vérification de compatibilité 9 détermine que le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 ne présente pas de compatibilité de sécurité, le module d'émission d'alerte 10 émet une alerte indiquant un problème de compatibilité.
- [0048] Avantageusement, le système de mise à jour 1 comprend un module d'affichage DISPLAY (DISPLAY pour « display module » en anglais) 11 configuré pour afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour présenter au pilote 51 la ou les options d'approche qu'il peut fournir.
- [0049] Dans un mode de réalisation, si aucune option d'ordre d'approche ne peut être présentée, le module d'affichage 11 peut présenter des options d'ordre d'approche relatif à un atterrissage forcé ou à un amerrissage forcé (« ditching » en anglais).

- [0050] Le système de mise à jour 1 peut comprendre un module de classement RANKING (RANKING pour « ranking module » en anglais) 12. Ce module de classement 12 permet d'établir la liste d'options d'ordre d'approche présentée au pilote 51 en les classant selon des notes attribuées à chacune des options d'ordre d'approche.
- [0051] Afin de s'assurer que toutes les options d'ordre d'approche disponibles sont prises en compte, le module de classement 12 tient compte des approches possibles dans un rayon autour de l'aéronef AC inférieur à un rayon prédéterminé. Par exemple, le rayon prédéterminé correspond à une distance maximale pouvant être volée par l'aéronef AC.
- [0052] Le module de classement 12 comprend :
- un sous-module de filtrage SUB\_FILT1 (SUB\_FILT pour « filtering sub-module » en anglais) 121 configuré pour rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité 54,
  - un sous-module de filtrage SUB\_FILT2 122 configuré pour rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité 55,
  - un sous-module de notation SUB\_GRAD 123 configuré pour attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été rejetées par le sous-module de filtrage 121 et le sous-module de filtrage 122, la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef AC a déjà échoué antérieurement,
  - un sous-module de classement SUB\_RANK (SUB\_RANK pour « ranking sub-module » en anglais) 124 configuré pour établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche par le sous-module de notation 123.
- [0053] Le système de mise à jour 1 peut comprendre un module de mémorisation HIST (HIST pour « history memory module » en anglais) 57 configuré pour mémoriser un historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche. L'historique comprend au moins le ou les ordres d'approche mis en œuvre par l'aéronef AC. Ainsi, l'historique des ordres d'approche déjà choisis peut être stocké dans le module de mémorisation 57. L'historique peut également comprendre des champs de données associées aux ordres d'approche qui peuvent permettre d'influencer une prochaine notation. Par exemple, l'historique comprend au moins un ordre d'approche qui a échoué ainsi que la ou les raisons de l'échec dudit ordre (météorologie, instruction ATC, etc.)
- [0054] Pour le sous-module de notation 123, la ou les options d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef AC a échoué peuvent être trouvées dans ce module de mémorisation 57. La pondération de la note peut correspondre à diminuer la note pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef AC a échoué anté-

rieurement.

- [0055] Par ailleurs, le module de transmission 100 peut transmettre au dispositif au sol 5 un signal S1 103 indiquant la liste d'options d'ordre d'approche.
- [0056] Si aucune option d'ordre d'approche ne vérifie le ou les critères de disponibilité 54 et les critères de sécurité 55, un autre classement peut être réalisé comme option de secours.
- [0057] Selon une variante de réalisation, si aucune option d'ordre d'approche ne vérifie le ou les critères de disponibilité 54 et les critères de sécurité 55, le système de mise à jour 1 peut choisir un ordre d'approche correspondant à un atterrissage force ou un amerrissage forcé.
- [0058] Le module de vérification de compatibilité 9 peut comprendre un sous-module de détermination de compatibilité SUB\_COMP1 (SUB\_COMP pour « compatibility determining sub-module » en anglais) 91 configuré pour déterminer si le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité. Le sous-module de détermination de compatibilité 91 est mis en œuvre après le module de classement 12 dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche.
- [0059] Le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche n'est pas rejeté. Le premier ordre d'approche ne présente pas de compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche est rejeté.
- [0060] Le système de mise à jour 1 comprend en outre un ensemble de modules qui sont mis en œuvre si le module de surveillance 2 détermine qu'aucun pilote 51 ne contrôle d'aéronef AC.
- [0061] L'ensemble de modules comprend :
- un module de surveillance MONITOR2 4,
  - un module de vérification de compatibilité VERIF1 6
  - un module de mise à jour UPDATE2 7 et
  - un module de mise à jour UPDATE3 8.
- [0062] Le module de surveillance 4 est configuré pour surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par un dispositif de contrôle au sol ATM/AIRLINE 5 à l'aéronef AC est reçu ou non par l'aéronef AC.
- [0063] Le dispositif de contrôle au sol 5 peut correspondre à un dispositif de gestion de la circulation aérienne ATM ou un dispositif agencé pour émettre des ordres d'une compagnie aérienne AIRLINE.
- [0064] Le module de vérification de compatibilité 6 est configuré pour vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol 5 présente ou non une compatibilité de sécurité.
- [0065] Le module de mise à jour 7 est configuré pour mettre à jour le plan de vol 52 à partir du deuxième ordre d'approche :

- si le module de surveillance 4 a déterminé que le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef AC et
  - si le module de vérification de compatibilité 6 a déterminé que le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité.
- [0066] Le module de mise à jour 7 peut également mettre à jour le plan de vol 52 à condition qu'une clairance 101 soit accordée par le dispositif ATM quand le dispositif de contrôle au sol 5 correspond au dispositif agencé pour émettre des ordres d'une compagnie aérienne AIRLINE.
- [0067] Le module de mise à jour 8 est configuré pour mettre à jour le plan de vol 52 à partir d'un troisième ordre d'approche déterminé à partir de données courantes INF 53 disponibles à bord de l'aéronef AC :
- si le module de surveillance 4 a déterminé qu'aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef AC en réponse à une requête de mise à jour transmise par le module de transmission 100 au dispositif de contrôle au sol 5 ou
  - si le module de vérification de compatibilité 6 a déterminé que le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef AC ne présente pas de compatibilité de sécurité.
- [0068] Le module de mise à jour 8 peut également mettre à jour le plan de vol 52 à condition qu'une clairance 101 soit accordée par le dispositif ATM quand le dispositif de contrôle au sol 5 correspond au dispositif agencé pour émettre des ordres d'une compagnie aérienne.
- [0069] Le module de vérification de compatibilité 6 peut comprendre un sous-module de détermination de compatibilité SUB\_COMP2 61 configuré pour déterminer si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité. Le sous-module de détermination de compatibilité 61 est mis en œuvre après le module de classement 12 dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche.
- [0070] Le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche n'est pas rejeté. Le deuxième ordre d'approche ne présente pas de compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche est rejeté. Par ailleurs, le module de transmission 100 peut transmettre au dispositif au sol 5 un signal S2 104 indiquant si le deuxième ordre d'approche a été rejeté ou non.
- [0071] Dans un mode de réalisation, si une note attribuée à une option d'ordre d'approche n'est pas nulle, le système de mise à jour 1 attribue un coefficient pondéral aux ordres d'approche provenant de dispositifs de contrôle au sol 5 par rapport à des options d'ordres d'approche calculés à bord de l'aéronef AC et basés sur une analyse globale risque /performance pour choisir l'option d'ordre d'approche la mieux classée, même si ce n'est pas un ordre d'approche provenant de dispositif de contrôle au sol 5.
- [0072] Le ou les critères de disponibilité 54 comprennent au moins l'un des critères

suivants :

- l'approche est codée dans une base de données de navigation NavDB (« navigation DataBase » en anglais),
- aucune notice NOTAM n'indique de piste d'atterrissage indisponible ou d'approche indisponible,
- aucun message d'un service automatique d'information de région terminale ATIS (« Automatic Terminal Information Service » en anglais) n'indique de piste d'atterrissage indisponible ou d'approche indisponible,
- les systèmes de navigation et de guidage sont en état de fonctionner,
- aucun message provenant d'un contrôle ATC n'indiquent de piste d'atterrissage indisponible ou d'approche indisponible.

[0073] D'autres critères de disponibilité 54 peuvent être utilisés.

[0074] Les systèmes de navigation et de guidage peuvent correspondre à un système ILS, à un système de vision synthétique ou à d'autres systèmes d'aide à l'atterrissage.

[0075] Le ou les critères de sécurité 55 comprennent au moins l'un des critères suivants :

- une quantité de carburant suffisante à bord pour accomplir l'approche,
- des conditions météorologiques, telles que la vitesse ou la direction du vent, la visibilité, se situent dans des plages acceptables,
- aucun obstacle n'est détecté sur la piste d'atterrissage,
- la longueur de la piste d'atterrissage est suffisante en tenant compte d'éléments influençant l'efficacité de freinage de l'aéronef AC.

[0076] D'autres critères de sécurité 55 peuvent être utilisés.

[0077] La suffisance de la quantité de carburant à bord peut être définie à partir d'une politique de réserve de carburant de la compagnie aérienne.

[0078] La détection d'obstacles sur la piste d'atterrissage peut être réalisée par des capteurs embarqués sur l'aéronef AC.

[0079] Les éléments influençant l'efficacité de freinage de l'aéronef AC peuvent comprendre la masse à l'atterrissage, l'action de freinage prévue et les conditions de la piste d'atterrissage (piste humide ou sèche, neige fondue, etc.)

[0080] Si aucun des critères de disponibilité 54 et de sécurité 55 ne sont vérifiés pour une option d'ordre d'approche, l'option d'ordre d'approche est alors considérée comme non viable. Toutes les options d'ordre d'approche considérées comme non viables ne sont pas classées et sont rejetées. La note attribuée à ces options d'ordre d'approche est nulle.

[0081] Le sous-module de notation 123 attribue alors une note aux options d'ordre d'approche qui vérifient le ou les critères de disponibilité 54 et le ou les critères de sécurité 55.

[0082] Avantagusement, la note attribuée à une option d'ordre d'approche correspond à

une somme d'estimations, chacune des estimations étant associée à un critère courant C3 56. Chacune des estimations est égale au produit d'un coefficient de pondération et d'une valeur numérique.

[0083] Par exemple, un coefficient de pondération est défini pour chaque critère courant 56 par le fabricant de l'aéronef AC ou par la compagnie aérienne qui exploite l'aéronef AC. Une valeur numérique est attribuée pour chaque critère courant 56 en fonction des conditions courantes ou prédites d'une mission de l'aéronef AC. La valeur numérique peut correspondre à une grandeur discrète, telle 0 ou 1 pour un critère courant 56 dont la vérification est fausse ou vraie. La valeur numérique peut également correspondre à une grandeur réelle, telle que la quantité de réserve de carburant prédite.

[0084] Ci-dessous sont listés plusieurs critères courants 56. La note attribuée à une option d'ordre d'approche peut prendre en compte au moins un de ces critères courants 56. Entre parenthèse, est indiquée la valeur numérique qui peut être attribuée au critère courant 56 correspondant :

- l'aéroport de destination correspond à l'aéroport de destination prévu dans le plan de vol initiale déposé par la compagnie aérienne (1 ou 0),
- l'approche a été demandée par le dispositif ATM (1 ou 0),
- l'approche a été demandée par la compagnie aérienne (1 ou 0),
- dans l'historique de la mission, l'approche a été demandée par le pilote 51 ou automatiquement et a été autorisée par le dispositif ATM (1 ou 0),
- dans l'historique de la mission, l'approche a été demandée par le pilote 51 ou automatiquement et a été refusée par le dispositif ATM (1 ou 0),
- dans l'historique de la mission, pendant le vol de l'aéronef AC, une manœuvre de remise des gaz a été exécutée parce que :
  - la piste d'atterrissage était occupée ou un obstacle était détecté, (1 ou 0)
  - un changement de piste d'atterrissage a été demandé par le contrôleur aérien, (1 ou 0)
  - le système ILS ou d'autres aides à la navigation aérienne n'ont pas été utilisés, (1 ou 0)
  - le contrôleur aérien a demandé une remise des gaz, (1 ou 0)
  - une manœuvre de remise des gaz a été effectuée à cause des conditions atmosphériques (cisaillement du vent, rafale, visibilité) (1 ou 0),
  - une manœuvre de remise des gaz a été effectuée à cause d'une navigation imprécise (1 ou 0),
- l'aéroport de destination correspond à l'aéroport de déroutement prévu dans le plan de vol initiale (1 ou 0),

- l'aéroport de destination correspond à un aéroport où la compagnie aérienne possède un personnel au sol (1 ou 0),
- la quantité de carburant prévue à l'atterrissage (grandeur réelle),
- la marge de l'enveloppe opérationnelle liée au vent (grandeur réelle),
- la marge pour une visibilité prédite en fonction des minima d'approche (grandeur réelle),
- la qualité des moyens permettant l'approche, tels que l'altitude de décision en pieds, la fiabilité des moyens de guidage, la précision des moyens de guidage, la redondance des moyens de guidage, etc. (grandeur réelle),
- la longueur de la piste d'atterrissage en fonction de la distance d'atterrissage basée des informations du service ATIS,
- les pénalités dues au bruit à l'aéroport d'approche (grandeur réelle),
- la préférence de la compagnie aérienne en ce qui concerne la destination associée à l'approche (grandeur réelle),
- la durée d'attente prévue au-dessus de l'aéroport de destination (grandeur réelle).

[0085] Cette liste de critères courants 56 n'est pas limitative. D'autres critères courants 56 peuvent être utilisés.

[0086] Le système de mise à jour 1 peut comprendre une intelligence artificielle formée dans la prise de décision sur une circulation aérienne réelle depuis un grand nombre d'années.

[0087] Le système de mise à jour 1 peut également déduire les critères de disponibilité et de sécurité et évaluer les options qui ne sont pas nominales lorsque les options nominales ne peuvent être choisies.

[0088] Dans un mode de réalisation, le système de mise à jour 1 peut également comprendre un module permettant l'analyse de la circulation aérienne entourant l'aéronef AC afin de pouvoir confirmer que la piste d'atterrissage est en service et qu'elle est disponible.

[0089] Dans un autre mode de réalisation, le système de mise à jour 1 peut aussi comprendre un module d'apprentissage automatique mis en œuvre pendant des vols standards dans un mode de surveillance.

[0090] Dans un autre mode de réalisation, le système de mise à jour 1 comprend un module d'analyse par simulation (« what if analysis » en anglais) permettant de classer tous les événements potentiels et permettant de fournir tous les stratégies résultant de ces événements pour une pré-validation par le pilote 51 ou le dispositif de contrôle au sol 5.

[0091] L'invention concerne également un procédé de mise à jour automatique d'un plan de vol courant 52 d'un aéronef AC (figure 2).

[0092] Le procédé de mise à jour comprend les étapes suivantes, mises en œuvre de façon

itérée et automatique en vol :

- une étape E1 de surveillance, mise en œuvre par le module de surveillance 2, consistant à surveiller si un pilote 51 contrôle ou non l'aéronef AC ;
- une étape E3 de mise à jour, mise en œuvre par le module de mise à jour 3 si l'étape E1 de surveillance détermine que le pilote 51 contrôle l'aéronef AC, consistant à mettre à jour le plan de vol 52 à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 ;
- une série d'étapes mise en œuvre si l'étape E1 de surveillance détermine que le pilote 51 ne contrôle pas l'aéronef AC, la série d'étapes comprenant :
  - une étape E4 de surveillance, mise en œuvre par le module de surveillance 4, consistant à surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol 5 à l'aéronef AC est reçu ou non par l'aéronef AC,
  - une étape E5 de vérification de compatibilité, mise en œuvre par le module de vérification de compatibilité 6, consistant à vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol 5 présente ou non une compatibilité de sécurité,
  - une étape E6 de mise à jour, mise en œuvre par le module de mise à jour 7 si le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef AC et si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, l'étape E6 de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol 52 à partir du deuxième ordre d'approche,
  - une étape E7 de mise à jour, mise en œuvre par le module de mise à jour 8 si aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef AC en réponse à une requête de mise à jour transmise par un module de transmission 100 au dispositif de contrôle au sol 5 ou si le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef AC ne présente pas de compatibilité de sécurité, l'étape E7 de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol 52 à partir d'un troisième ordre d'approche déterminé à partir de données courantes 53 disponibles à bord de l'aéronef AC.

[0093] Les données courantes 53 disponibles à bord de l'aéronef AC peuvent provenir des sources d'informations listées au début de la description. Les données courantes 53 provenant de ces sources d'informations sont agrégées afin d'établir un ordre d'approche permettant d'atterrir dans de bonnes conditions.

[0094] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape E2 de vérification de compatibilité précédant l'étape E3 de mise à jour. L'étape E2 de vérification de compatibilité étant mise en œuvre par le module de vérification de compatibilité 9 et

consistant à vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 présente une compatibilité de sécurité. L'étape E3 de mise à jour est mise en œuvre par le module de mise à jour 3 si, en outre, le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 présente une compatibilité de sécurité. Le procédé de mise à jour comprend en outre une étape E31 d'émission d'une alerte, mise en œuvre par le module d'émission d'alerte 10 si le premier ordre d'approche fourni par le pilote 51 ne présente pas de compatibilité de sécurité. L'étape E31 d'émission d'une alerte consiste à émettre une alerte indiquant un problème de compatibilité.

[0095] Avantagement, le procédé de mise à jour comprend une étape E33 d'affichage de suggestion d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par un module de suggestion 11, consistant à afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour suggérer au pilote 51 le premier ordre d'approche parmi les options d'ordre d'approche de ladite liste.

[0096] Le procédé de mise à jour peut comprendre une étape E32 de classement d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par le module de classement 12, comprenant les sous-étapes suivantes :

- une sous-étape E321 de filtrage, mise en œuvre par le sous-module de filtrage 121, consistant à rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité 54,
- une sous-étape E322 de filtrage, mise en œuvre par le sous-module de filtrage 122, consistant à rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité 55,
- une sous-étape E323 de notation, mise en œuvre par le sous-module de notation 123, consistant à attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été rejetées dans la sous-étape E321 de filtrage et la sous-étape E322 de filtrage, la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef AC a déjà échoué antérieurement,
- une sous-étape E324 de classement, mise en œuvre par le sous-module de classement 124, consistant à établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche dans la sous-étape E323 de notation.

[0097] L'étape E2 de vérification de compatibilité peut comprendre les sous-étapes suivantes :

- une sous-étape E21 de classement correspondant à l'étape E32 de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche,
- une sous-étape E22 de détermination de compatibilité, mise en œuvre par le sous-module de détermination de compatibilité 91, consistant à déterminer si

le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité.

- [0098] L'étape E5 de vérification de compatibilité comprend les sous-étapes suivantes :
- une deuxième sous-étape (E51) de classement correspondant à l'étape (E32) de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche,
  - une sous-étape E52 de détermination de compatibilité, mise en œuvre par le sous-module de détermination de compatibilité 61, consistant à déterminer si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité.
- [0099] Le procédé de mise à jour peut comprendre en outre une étape E8 de mémorisation, mise en œuvre par le module de mémorisation 57, consistant à mémoriser l'historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche, l'historique comprenant au moins le ou les ordres d'approche déjà mis en œuvre par l'aéronef AC.
- [0100] Le système de mise à jour 1 permettant de déterminer la meilleure option d'ordre d'approche correspond donc à une combinaison d'arbre de décision et d'heuristique.
- [0101] Le système de mise à jour 1 permet ainsi de choisir un aéroport de destination, une approche, une approche qui a échoué et un aéroport de déroutement de destination. Les informations sont mises à jour pendant le vol jusqu'à l'atterrissage.
- [0102] Le système de mise à jour 1 permet également d'évaluer d'un plan de vol 52 donné pour déterminer la capacité pour l'aéronef AC d'accomplir le plan de vol 52. L'évaluation est mise à jour pendant le vol jusqu'à l'atterrissage.
- [0103] Le système de mise à jour 1 peut également être utilisé pour vérifier un ordre d'approche du pilote 51 et lui suggérer des options d'ordres d'approche comme une aide.
- [0104] Quand l'aéronef AC n'est pas contrôlé par le pilote 51 ou par le dispositif de contrôle au sol 5, le système de mise à jour 1 prend en compte des données courantes 53 agrégées provenant de sources d'informations disponibles à bord de l'aéronef AC, d'instructions fournies par un dispositif de contrôle au sol 5 ainsi que de la clairance 101.

## Revendications

[Revendication 1]

Procédé de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef (AC), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes, mises en œuvre de façon itérée et automatique :

- une première étape (E1) de surveillance, mise en œuvre par un premier module de surveillance (2), consistant à surveiller si un pilote (51) contrôle ou non l'aéronef (AC) ;
- une première étape (E3) de mise à jour, mise en œuvre par un premier module de mise à jour (3) si la première étape (E1) de surveillance détermine que le pilote (51) contrôle l'aéronef (AC), consistant à mettre à jour le plan de vol (52) à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) ;
- une série d'étapes mise en œuvre si la première étape (E1) de surveillance détermine que le pilote (51) ne contrôle pas l'aéronef (AC), la série d'étapes comprenant :
  - une deuxième étape (E4) de surveillance, mise en œuvre par un deuxième module de surveillance (4), consistant à surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par un dispositif de contrôle au sol (5) à l'aéronef (AC) est reçu ou non par l'aéronef (AC),
  - une première étape (E5) de vérification de compatibilité, mise en œuvre par un premier module de vérification de compatibilité (6), consistant à vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol (5) présente ou non une compatibilité de sécurité,
  - une deuxième étape (E6) de mise à jour, mise en œuvre par un deuxième module de mise à jour (7) si le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef (AC) et si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, la deuxième étape (E6) de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol (52) à partir du deuxième ordre d'approche,
  - une troisième étape (E7) de mise à jour, mise en œuvre par un troisième module de mise à jour (8) si

aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef (AC) en réponse à une requête de mise à jour transmise par un module de transmission (100) au dispositif de contrôle au sol (5) ou si le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef (AC) ne présente pas de compatibilité de sécurité, la troisième étape (E7) de mise à jour consistant à mettre à jour le plan de vol (52) à partir d'un troisième ordre d'approche déterminé à partir de données courantes (53) disponibles à bord de l'aéronef (AC).

- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le procédé comprend une deuxième étape (E2) de vérification de compatibilité précédant la première étape (E3) de mise à jour, la deuxième étape (E2) de vérification de compatibilité étant mise en œuvre par un deuxième module de vérification de compatibilité (9) et consistant à vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) présente une compatibilité de sécurité, la première étape (E3) de mise à jour étant mise en œuvre si, en outre, le premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) présente une compatibilité de sécurité, le procédé comprenant en outre une étape (E31) d'émission d'une alerte, mise en œuvre par un module d'émission d'alerte (10) si le premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) ne présente pas de compatibilité de sécurité, consistant à émettre une alerte indiquant un problème de compatibilité.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape (E33) d'affichage d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par un module d'affichage (11), consistant à afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour présenter au pilote (51) la ou les options d'approche qu'il peut fournir.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend une étape (E32) de classement d'options d'ordre d'approche, mise en œuvre par un module de classement (12), comprenant les sous-étapes suivantes :
- une première sous-étape (E321) de filtrage, mise en œuvre par un premier sous-module de filtrage (121), consistant à rejeter

la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité (54),

- une deuxième sous-étape (E322) de filtrage, mise en œuvre par un deuxième sous-module de filtrage (122), consistant à rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité (55),
- une première sous-étape (E323) de notation, mise en œuvre par un premier sous-module de notation (123), consistant à attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été rejetées dans la première sous-étape (E321) de filtrage et la deuxième sous-étape (E322) de filtrage, la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef (AC) a échoué antérieurement,
- une sous-étape (E324) de classement, mise en œuvre par un sous-module de classement (124), consistant à établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche dans la première sous-étape (E323) de notation.

[Revendication 5]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la deuxième étape (E2) de vérification de compatibilité comprend les sous-étapes suivantes :

- une première sous-étape (E21) de classement correspondant à l'étape (E32) de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche,
- une première sous-étape (E22) de détermination de compatibilité, mise en œuvre par un premier sous-module de détermination de compatibilité (91), consistant à déterminer si le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, le premier ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche n'est pas rejeté, le premier ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche est rejeté.

[Revendication 6]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que la première étape (E5) de vérification de compatibilité comprend les sous-étapes suivantes :

- une deuxième sous-étape (E51) de classement correspondant à l'étape (E32) de classement dans laquelle l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche,
- une deuxième sous-étape (E52) de détermination de compatibilité, mise en œuvre par un deuxième sous-module de détermination de compatibilité (61), consistant à déterminer si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité, le deuxième ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche n'est pas rejeté, le deuxième ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche est rejeté.

[Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape (E8) de mémorisation, mise en œuvre par un module de mémorisation (57), consistant à mémoriser un historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche, l'historique comprenant au moins le ou les ordres d'approche mis en œuvre par l'aéronef (AC).

[Revendication 8] Système de mise à jour automatique d'un plan de vol courant d'un aéronef (AC), caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier module de mise à jour (3) configuré pour mettre à jour le plan de vol (52) à partir d'un premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) si un pilote (51) contrôlant l'aéronef (AC) a été détecté par un premier module de surveillance (2) configuré pour surveiller si un pilote (51) contrôle ou non l'aéronef (AC) ;
- un ensemble de modules mis en œuvre si aucun pilote (51) ne contrôle l'aéronef (AC), l'ensemble de modules comprenant :
  - un deuxième module de surveillance (4) configuré pour surveiller si au moins un signal d'un deuxième ordre d'approche envoyé par un dispositif de contrôle au sol (5) à l'aéronef (AC) est reçu ou non par l'aéronef (AC),

- un premier module de vérification de compatibilité (6) configuré pour vérifier si le deuxième ordre d'approche envoyé par le dispositif de contrôle au sol (5) présente ou non une compatibilité de sécurité,
- un deuxième module de mise à jour (7) configuré pour mettre à jour le plan de vol (52) à partir du deuxième ordre d'approche si le deuxième ordre d'approche est reçu par l'aéronef (AC) et si le deuxième ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité,
- un module de transmission (100) configuré pour transmettre une requête de mise à jour au dispositif de contrôle au sol (5),
- un troisième module de mise à jour (8) configuré pour mettre à jour le plan de vol (52) à partir d'un troisième ordre d'approche déterminé à partir de données courantes (53) disponibles à bord de l'aéronef (AC) si aucun ordre d'approche n'est reçu par l'aéronef (AC) en réponse à une requête de mise à jour transmise par le module de transmission (100) au dispositif de contrôle au sol (5) ou si le deuxième ordre d'approche reçu par l'aéronef (AC) ne présente pas de compatibilité de sécurité.

[Revendication 9] Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un deuxième module de vérification de compatibilité (9) configuré pour vérifier si le premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) présente une compatibilité de sécurité,
- un module d'émission d'alerte (10) configuré pour émettre une alerte indiquant un problème de compatibilité si le premier ordre d'approche fourni par le pilote (51) ne présente pas de compatibilité de sécurité.

[Revendication 10] Système selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comprend un module d'affichage (11) configuré

pour afficher une liste d'options d'ordre d'approche pour présenter au pilote (51) la ou les options d'approche qu'il peut fournir.

[Revendication 11]

Système selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend un module de classement (12), comprenant les sous-modules suivants :

- un premier sous-module de filtrage (121) configuré pour rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de disponibilité (54),
- un deuxième sous-module de filtrage (122) configuré pour rejeter la ou les options d'ordre d'approche qui ne vérifient pas au moins un critère de sécurité (55),
- un premier sous-module de notation (123) configuré pour attribuer une note à l'option d'ordre d'approche ou à chacune des options d'ordre d'approche qui n'ont pas été rejetées par le premier sous-module de filtrage (121) et le deuxième sous-module de filtrage (122), la note étant pondérée pour une option d'ordre d'approche dont la mise en œuvre par l'aéronef (AC) a échoué antérieurement,
- un sous-module de classement (124) configuré pour établir la liste d'options d'ordre d'approche classées selon la note attribuée à la ou aux options d'ordre d'approche par le premier sous-module de notation (123).

[Revendication 12]

Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que le deuxième module de vérification de compatibilité (9) comprend un premier sous-module de détermination de compatibilité (91) configuré pour déterminer si le premier ordre d'approche présente une compatibilité de sécurité et pour être mis en œuvre après le module de classement (12) dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au premier ordre d'approche, le premier ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche n'est pas rejeté, le premier ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le premier ordre d'approche est rejeté.

[Revendication 13]

Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que le premier module de vérification de compatibilité (6) comprend un deuxième sous-module de détermination de compatibilité (61) configuré pour déterminer si le deuxième ordre d'approche

présente une compatibilité de sécurité et pour être mis en œuvre après le module de classement (12) dans lequel l'option d'ordre d'approche correspond au deuxième ordre d'approche, le deuxième ordre d'approche présentant une compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche n'est pas rejeté, le deuxième ordre d'approche ne présentant pas de compatibilité de sécurité si le deuxième ordre d'approche est rejeté.

[Revendication 14]

Systeme selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un module de mémorisation (57) configuré pour mémoriser un historique de l'ordre d'approche ou des ordres d'approche, l'historique comprenant au moins le ou les ordres d'approche mis en œuvre par l'aéronef (AC).

[Revendication 15]

Aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte un système de mise à jour (1) d'un plan de vol courant (52) d'un aéronef (AC) tel que spécifié sous l'une quelconque des revendications 8 à 14.

[Fig. 1]

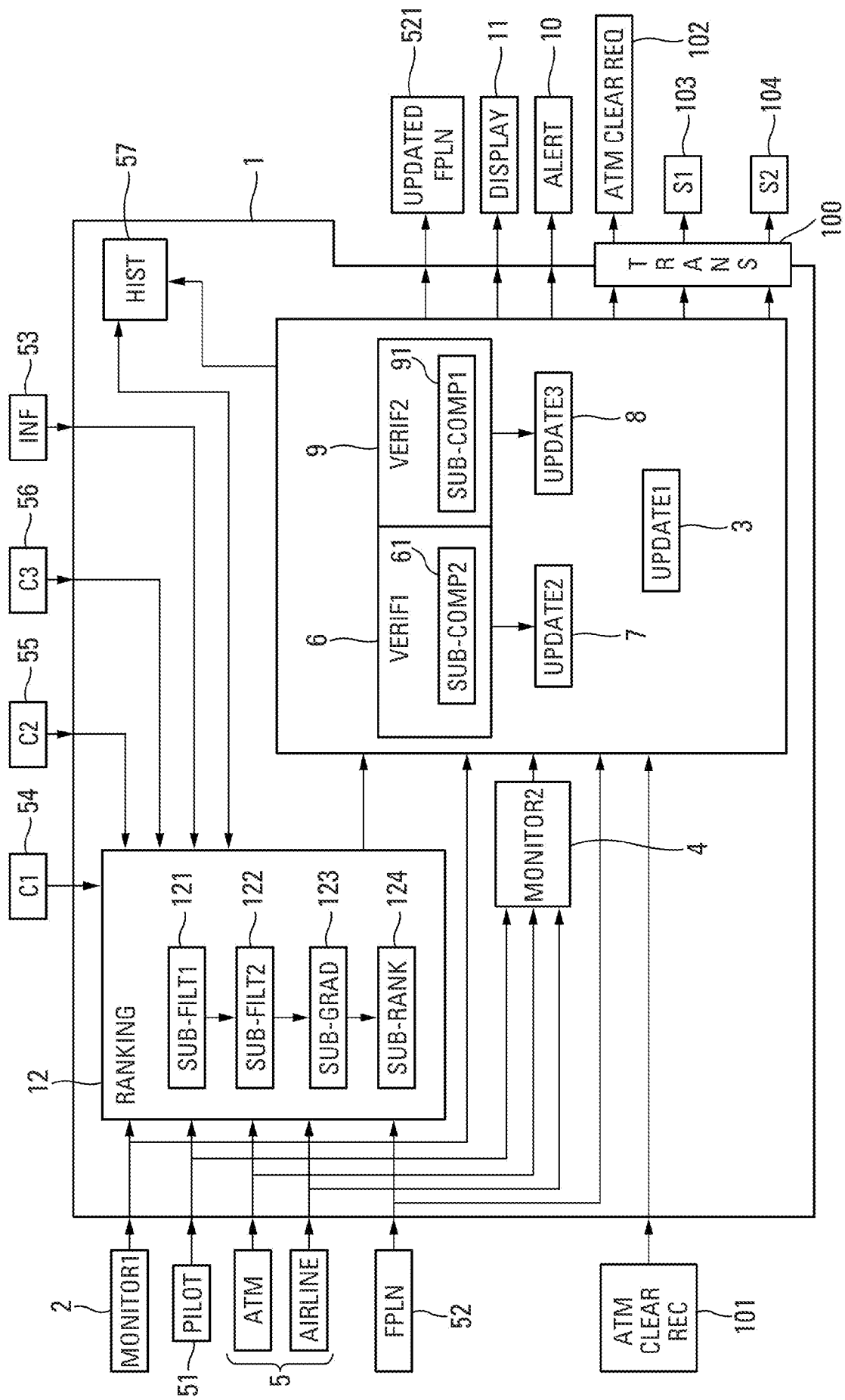


Fig. 1

[Fig. 2]

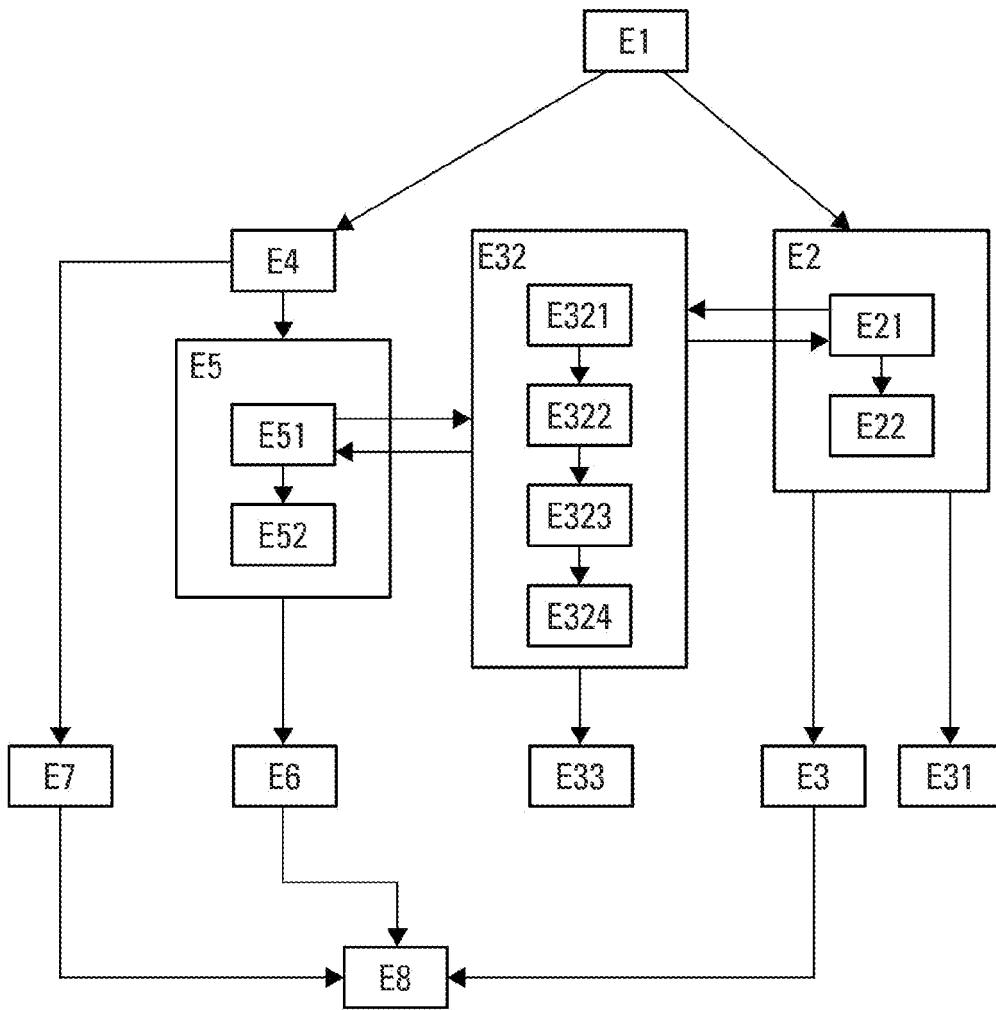


Fig. 2

[Fig. 3]

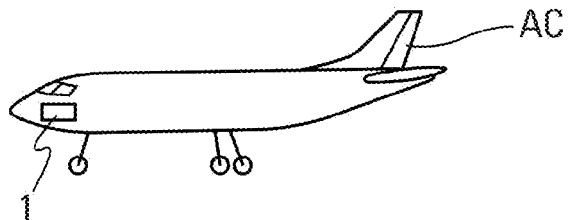


Fig. 3

# 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**

US 2011/184595 A1 (ALBERT NICOLAS [FR] ET  
AL) 28 juillet 2011 (2011-07-28)

US 2007/129857 A1 (FORTIER STEPHANIE [FR])  
7 juin 2007 (2007-06-07)

US 2008/154486 A1 (COULMEAU FRANCOIS [FR])  
26 juin 2008 (2008-06-26)

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

NEANT

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

NEANT