



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2012/03/23

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2012/09/24

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2020/03/10

(30) Priorité/Priority: 2011/03/24 (FR11 00884)

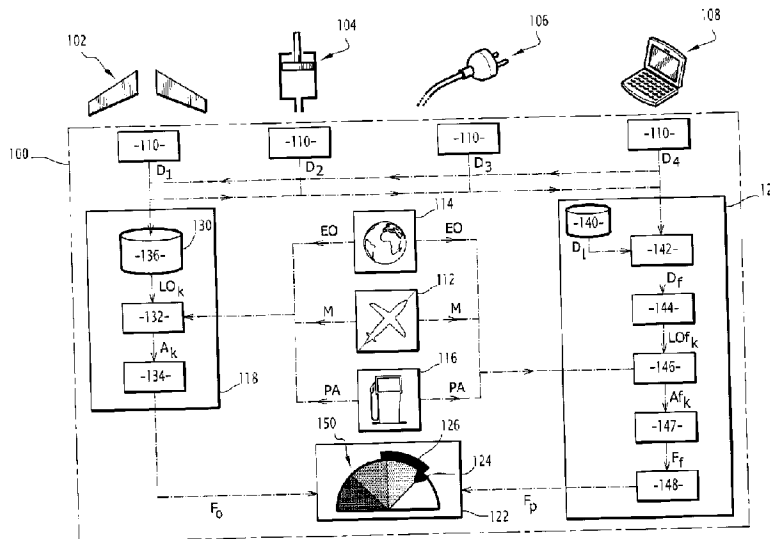
(51) Cl.Int./Int.Cl. *B64D 43/00* (2006.01),
B64D 47/00 (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
DE CREMOUX, THIBAUT, FR;
LOPEZ, SALVADOR, FR;
LE VAN, PHILIPPE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
DASSAULT AVIATION, FR

(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE D'ÉVALUATION DES CAPACITÉS OPERATIONNELLES D'UN AERONEF
(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR EVALUATING THE OPERATIONAL CAPACITY OF AN AIRCRAFT



(57) **Abrégé/Abstract:**

Dispositif (100) d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef, destiné à renseigner un utilisateur sur les capacités de l'aéronef à réaliser une mission, l'aéronef comprenant une pluralité d'équipements (102, 104, 106, 108), le dispositif d'évaluation comprenant des moyens (110) de détection de dysfonctionnements (D_j) des équipements (102, 104, 106, 108) de l'aéronef, les moyens de détection (110) étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission. Le dispositif d'évaluation (100) comprend en outre : - des moyens (112) d'acquisition d'informations (M) sur la mission, - des moyens (118) de calcul, en fonction d'au moins un dysfonctionnement détecté (D_j) et des informations (M) acquises sur la mission de l'aéronef, d'un niveau de faisabilité observée (F_o) de la mission, et - des moyens (122) de présentation d'un indicateur réactif synthétique (124), représentatif du niveau de faisabilité observée (F_o) de la mission à au moins un instant donné de la mission, les moyens d'acquisition (112), de calcul (118) et de présentation (122) étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée (F_o) de la mission en fonction de la détection de nouveaux dysfonctionnements (D_j), et/ou de modifications de la mission en cours de mission.

ABREGE

Dispositif (100) d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef, destiné à renseigner un utilisateur sur les capacités de l'aéronef à réaliser une mission, l'aéronef comprenant une pluralité d'équipements (102, 104, 106, 108), le dispositif d'évaluation comprenant des moyens (110) de détection de dysfonctionnements (D_i) des équipements (102, 104, 106, 108) de l'aéronef, les moyens de détection (110) étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission.

Le dispositif d'évaluation (100) comprend en outre :

- des moyens (112) d'acquisition d'informations (M) sur la mission,
- des moyens (118) de calcul, en fonction d'au moins un dysfonctionnement détecté (D_i) et des informations (M) acquises sur la mission de l'aéronef, d'un niveau de faisabilité observée (F_0) de la mission, et
- des moyens (122) de présentation d'un indicateur réactif synthétique (124), représentatif du niveau de faisabilité observée (F_0) de la mission à au moins un instant donné de la mission,

les moyens d'acquisition (112), de calcul (118) et de présentation (122) étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée (F_0) de la mission en fonction de la détection de nouveaux dysfonctionnements (D_i), et/ou de modifications de la mission en cours de mission.

Figure 2

Dispositif et procédé d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef

La présente invention concerne un dispositif d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef destiné à renseigner un utilisateur sur les capacités de l'aéronef à réaliser une mission, l'aéronef comprenant une pluralité d'équipements, le dispositif d'évaluation comprenant des moyens de détection de dysfonctionnements des équipements de l'aéronef, les moyens de détection étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission.

De façon connue, un aéronef comprend une pluralité de systèmes permettant à celui-ci de remplir des missions, telles que des missions de transport, dans lesquelles l'aéronef doit rallier une destination depuis un point de départ au sol, en toute sécurité pour ses membres d'équipage et ses éventuels passagers. Ces systèmes regroupent aussi bien des systèmes mécaniques, comme les trains d'atterrissage, les moteurs, les ailes, que des systèmes hydrauliques, comme la commande de la gouverne ou des freins, que des systèmes électriques, comme les ventilateurs, que des systèmes électroniques, comme les systèmes dits « embarqués ». Chaque système comprend typiquement une pluralité d'équipements.

Ces équipements doivent être entretenus, et chaque équipement est susceptible de ne plus fonctionner correctement ou de faire défaut à un moment ou un autre de la vie de l'aéronef. Ces dysfonctionnements peuvent être plus ou moins graves du point de vue du fonctionnement global de l'aéronef, dans la mesure où des redondances et des équipements de secours sont prévus pour faire face aux dysfonctionnements de certains équipements.

Les dysfonctionnements des équipements de l'aéronef induisent des limitations opérationnelles affectant l'opérabilité de l'aéronef, telles que des limitations portant sur la vitesse maximale de l'aéronef, l'altitude maximale à laquelle peut voler l'aéronef, ou la distance d'atterrissage minimale de l'aéronef.

Chaque limitation opérationnelle est généralement le résultat de la conjonction d'une pluralité de dysfonctionnements. Typiquement, le dysfonctionnement d'une pompe d'alimentation en carburant d'un moteur de l'aéronef n'induit pas de limitation opérationnelle, dans la mesure où une pompe de secours existe, mais les dysfonctionnements conjugués des deux pompes d'alimentation d'un même moteur induit des limitations opérationnelles (rayon d'action de l'aéronef réduit, vitesse limitée, etc.).

Les limitations opérationnelles ont ainsi une influence sur un niveau de faisabilité de la mission. En effet, on conçoit aisément que si, par exemple, l'altitude maximale de vol de l'aéronef est réduite, le rayon d'action de l'aéronef est réduit en conséquence, et

qu'il existe alors un risque que la destination visée se retrouve en-dehors du rayon d'action et que, par conséquent, la mission ne soit plus réalisable.

De façon connue, l'aéronef comprend, le plus souvent, un système d'aide à la gestion de l'aéronef et à son pilotage, destiné à renseigner les membres d'équipage sur des dysfonctionnements détectés des équipements de l'aéronef. Ce système est généralement adapté pour indiquer aux membres d'équipage des manœuvres d'urgence à effectuer pour assurer la viabilité de l'aéronef suite à la détection d'un dysfonctionnement, ainsi que les limitations opérationnelles induites par ce dysfonctionnement.

Les systèmes d'aide au pilotage connus comprennent généralement un premier écran d'affichage comportant une pluralité de pictogrammes, chaque pictogramme représentant un équipement de l'aéronef. Ce premier écran est destiné à fournir aux membres d'équipage une vue d'ensemble des dysfonctionnements d'équipements détectés.

Un exemple de premier écran d'affichage d'un système d'aide au pilotage connu est représenté sur la Figure 1. Ce premier écran d'affichage 10 présente un synoptique des équipements d'un système de prélèvement d'air d'un aéronef. Chaque équipement observé y est présenté par un pictogramme 11, 12, 13, 14, 15, 16 représentant l'équipement. Ainsi, le pictogramme 11 représente le réacteur gauche de l'aéronef, le pictogramme 12 représente le réacteur droit, le pictogramme 13 représente le réacteur central, le pictogramme 14 représente les ailes, le pictogramme 15 représente l'unité auxiliaire de puissance (en anglais « Auxiliary Power Unit »), et le pictogramme 16 représente un service externe d'alimentation en énergie.

Des rectangles 18 représentent les espaces de l'aéronef aérés au moyen du système de prélèvement d'air, typiquement le cockpit et la cabine passagers de l'aéronef.

Des disques barrés 20 représentent schématiquement des vannes d'un circuit de conduite de l'air prélevé au niveau des équipements vers les espaces aérés. Selon son orientation, chaque disque barré 20 illustre le fait que la vanne associée est en configuration ouverte ou fermée.

L'écran d'affichage 10 est destiné à fournir à un utilisateur une vue d'ensemble de dysfonctionnements détectés au niveau des équipements du système de prélèvement d'air. A cet effet, chaque pictogramme 11, 12, 13, 14, 15, 16 est adapté pour traduire soit le bon fonctionnement de l'équipement associé, soit un dysfonctionnement dudit équipement : typiquement, le pictogramme 11, 12, 13, 14, 15, 16 est vert lorsque l'équipement associé ne présente pas de dysfonctionnement, rouge lorsqu'un

dysfonctionnement de l'équipement associé est détecté, et blanc lorsque l'équipement associé est désactivé.

En outre, les systèmes d'aide au pilotage connus comprennent généralement un deuxième écran d'affichage, prévu pour afficher un listing des limitations opérationnelles de l'aéronef induites par les dysfonctionnements détectés.

Cependant, les systèmes d'aide connus ne donnent pas entière satisfaction. En effet, ils se limitent à présenter aux membres d'équipage les dysfonctionnements détectés et les limitations opérationnelles découlant de ces dysfonctionnements. Les membres d'équipage doivent ainsi se faire par eux-mêmes une idée du niveau de faisabilité de la mission, à partir de la pluralité de dysfonctionnements détectés et de la pluralité de limitations opérationnelles qui leur sont présentées.

Or les aéronefs deviennent de plus en plus complexes, le nombre d'équipements embarqués à leur bord augmente, du fait notamment du renforcement continu de la réglementation aérienne, et les membres d'équipage sont ainsi souvent sollicités par des affichages de dysfonctionnements mineurs. En outre, les équipements d'aéronef sont toujours plus interconnectés, ce qui rend les conséquences d'un dysfonctionnement de l'un d'entre eux difficilement appréciables. De plus, les équipements étant souvent automatisés, certaines données techniques des équipements sont dissimulées à l'équipage. Pour ces raisons, il est difficile pour les membres d'équipage de se faire une idée correcte du niveau de faisabilité de la mission, ce qui peut mener à des erreurs dans l'appréciation de la situation et entraîner de mauvaises prises de décision de la part de l'équipage (l'équipage pouvant, par exemple, renoncer à réaliser la mission en cours alors que les capacités opérationnelles de l'aéronef permettraient, malgré le dysfonctionnement survenu, de la mener à son terme).

Un objectif de l'invention est ainsi de proposer un dispositif d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef selon un objectif de mission à réaliser, adapté pour simplifier la prise de décision des membres d'équipage.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'évaluation du type précité, caractérisé en ce que le dispositif d'évaluation comprend en outre :

- des moyens d'acquisition d'informations sur la mission,
- des moyens de calcul, en fonction d'au moins un dysfonctionnement détecté et des informations acquises sur la mission de l'aéronef, d'un niveau de faisabilité observée de la mission, et
- des moyens de présentation d'un indicateur réactif synthétique, représentatif du niveau de faisabilité observée de la mission à au moins un instant donné de la mission,

4

les moyens d'acquisition, de calcul et de présentation étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en fonction de la détection de nouveaux dysfonctionnements, et/ou de modifications de la mission en cours de mission.

5 Suivant des modes particuliers de réalisation, le dispositif d'évaluation selon l'invention comprend également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

10 - le dispositif d'évaluation comprend des moyens d'acquisition d'informations sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, les moyens de calcul étant adaptés pour calculer le niveau de faisabilité observée de la mission en fonction des informations acquises sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, lesdits moyens d'acquisition étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en fonction de l'évolution de l'environnement opérationnel de l'aéronef ;

15 - les moyens de calcul comprennent :

- des moyens de détermination d'au moins une limitation opérationnelle induite par le ou chaque dysfonctionnement détecté,
- des moyens de contrôle de l'adéquation de chaque limitation opérationnelle avec la mission et, éventuellement, avec l'environnement opérationnel de l'aéronef, les moyens de contrôle étant adaptés pour déterminer, pour chaque limitation opérationnelle, un niveau d'adéquation de la limitation opérationnelle avec la mission et, éventuellement, avec l'environnement opérationnel, de l'aéronef, et
- des moyens de déduction du niveau de faisabilité observée à partir du ou de chaque niveau d'adéquation déterminé ;

20 - le dispositif d'évaluation comprend des moyens de détermination d'un dysfonctionnement futur probable d'un équipement de l'aéronef et des moyens d'établissement d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable, les moyens de présentation étant adaptés pour présenter un indicateur prédictif synthétique représentatif du niveau de faisabilité prévisionnelle ;

30 - le niveau de faisabilité prévisionnelle est fonction des informations acquises sur la mission, et éventuellement sur l'environnement opérationnel, de l'aéronef ;

35 - le niveau de faisabilité prévisionnelle est fonction du ou de chaque dysfonctionnement détecté ;

- le niveau de faisabilité observée et/ou le niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission est adapté pour prendre au moins trois valeurs différentes les unes des autres, l'indicateur réactif et/ou l'indicateur prédictif étant adapté pour représenter chacune desdites valeurs ;

5 - le dispositif d'évaluation comprend des moyens d'acquisition de paramètres de l'aéronef, les moyens de calcul et, éventuellement, les moyens d'établissement étant adaptés pour calculer, respectivement établir, le niveau de faisabilité observée, respectivement le niveau de faisabilité prévisionnelle, à partir des paramètres de l'aéronef acquis.

10 L'invention a également pour objet un procédé d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- détection d'au moins un dysfonctionnement,
- acquisition d'informations sur la mission de l'aéronef,
- calcul, en fonction du ou de chaque dysfonctionnement détecté et des
- 15 informations acquises sur la mission de l'aéronef, d'un niveau de faisabilité observée de la mission, et
- présentation d'un indicateur réactif synthétique, représentatif du niveau de faisabilité observée,

20 les étapes précédentes étant répétées à plusieurs reprises au cours de la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en fonction de la détection de nouveaux dysfonctionnements, et/ou de modifications de la mission en cours de mission.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le procédé d'évaluation comprend également les étapes suivantes :

- 25 - détermination d'un dysfonctionnement futur probable,
- établissement d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission, en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable, et
- présentation d'un indicateur prédictif synthétique, représentatif du niveau de faisabilité prévisionnelle.

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

- la Figure 1 est une vue d'un écran d'affichage d'un système d'aide au pilotage de l'état de la technique,
- 35 - la Figure 2 est un schéma présentant un dispositif d'évaluation selon l'invention,

6

- la Figure 3 est une matrice illustrant des données stockées dans une première base de données du dispositif d'évaluation de la Figure 2,
- la Figure 4 est une matrice illustrant des données stockées dans une deuxième base de données du dispositif d'évaluation de la Figure 2,
- 5 - la Figure 5 est un diagramme en blocs illustrant un procédé d'évaluation d'un niveau de faisabilité observée de la mission, mis en œuvre par le dispositif d'évaluation de la Figure 2, et
- la Figure 6 est un diagramme en blocs illustrant un procédé d'évaluation d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission, mis en œuvre par le dispositif
- 10 d'évaluation de la Figure 2.

Le dispositif 100 d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef, présenté sur la Figure 2, est adapté pour équiper un aéronef, typiquement un avion, dont des équipements 102, 104, 106, 108 sont représentés sur la Figure 2. Ces équipements sont les ailes 102 de l'aéronef, un équipement hydraulique 104, un réseau électrique 106, et un système informatique 108. On comprendra que ces équipements sont donnés

15 uniquement à titre d'exemple et que l'aéronef comprend également d'autres équipements qui, par souci de simplification, n'ont pas été représentés.

Le dispositif d'évaluation 100 comprend un nombre n de moyens 110 de détection de dysfonctionnements D_i (i étant un entier compris entre 1 et r , r étant le nombre de dysfonctionnements détectés, r étant inférieur ou égal à n) des équipements 102, 104, 106, 108. Ces moyens de détection 110 sont typiquement des capteurs de tension, d'intensité, de pression ou autres, placés sur ou à proximité des équipements de l'aéronef.

20

Le dispositif d'évaluation 100 comprend également des moyens 112 d'acquisition d'informations M sur la mission de l'aéronef, des moyens 114 d'acquisition d'informations EO sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, des moyens 116 d'acquisition d'informations PA sur les paramètres de l'aéronef (tels que le volume de carburant embarqué restant, la masse de l'aéronef, le volume d'oxygène embarqué, la liste des équipements temporairement indisponibles, etc.), des moyens 118 de calcul d'un niveau F_0 de faisabilité observée de la mission, des moyens 120 d'établissement d'un niveau F_p de faisabilité prévisionnelle de la mission, et des moyens 122 de présentation d'indicateurs 124, 126 représentatifs des niveaux de faisabilité observé F_0 et prévisionnel F_p .

25

30

Chacun des moyens d'acquisition 112, 114, 116, des moyens de calcul 118, des moyens d'établissement 120, et des moyens de présentation 122 est adapté pour

35 fonctionner en cours de vol. En particulier, chacun des moyens d'acquisition 112, 114,

116, des moyens de calcul 118, des moyens d'établissement 120, et des moyens de présentation 122 est adapté pour fonctionner continûment pendant la réalisation de la mission, de façon à tenir l'utilisateur informé en continu des évolutions des niveaux de faisabilité observée F_0 et de faisabilité prévisionnelle F_p , en fonction de la détection de nouveaux dysfonctionnements, de modifications de la mission, de l'évolution de l'environnement opérationnel, et/ou de l'évolution des paramètres de l'aéronef.

Chacun des moyens d'acquisition 112, 114, 116 est typiquement constitué par un module électronique comprenant une mémoire interne, un processeur et des ports de communication externe.

Les informations M sur la mission de l'aéronef comprennent des informations sur le plan de vol, la destination devant être ralliée, ainsi que sur les différentes étapes de transit où il est prévu que l'aéronef se pose avant de rejoindre sa destination. Les informations M comprennent également des informations concernant les pentes d'approche prévues pour chaque atterrissage ainsi que des informations sur les caractéristiques de chacune des pistes sur lesquelles ces atterrissages sont prévus (longueur, largeur, élévation et revêtement de la piste, présence de système de guidage et/ou de service de maintenance pour l'aéroport concerné, etc.). Les moyens d'acquisition 112 sont typiquement adaptés pour acquérir ces informations M auprès d'autres systèmes embarqués de l'aéronef, tels que le système de gestion de vol. On notera que les données de plan de vol sont enregistrées dans lesdits systèmes par le pilote préalablement au lancement de la mission.

Par « environnement opérationnel », on entend aussi bien l'environnement physique environnant l'aéronef à chaque instant que l'environnement physique prévu pour environner l'aéronef plus tard si celui-ci suit son plan de vol. Les moyens d'acquisition 112 sont typiquement adaptés pour acquérir les informations EO relatives à l'environnement opérationnel de l'aéronef auprès d'autres systèmes embarqués de l'aéronef, tels qu'une sonde de pression, une sonde de température extérieure, et/ou un radar météo.

Les moyens d'acquisition 116 sont typiquement adaptés pour acquérir les informations PA sur les paramètres de l'aéronef tels que notamment le niveau de carburant embarqué restant auprès d'une jauge de carburant de l'aéronef et la masse de l'aéronef auprès d'un capteur de mesure ou bien par consultation du système de gestion de vol dans lequel la masse de l'aéronef a été préalablement renseignée par le pilote.

Les moyens de calcul 118 comprennent des moyens 130 de détermination de limitations opérationnelles LO_k (k étant un entier compris entre 1 et m , m étant le nombre de limitations opérationnelles) causées par les dysfonctionnements détectés D_i , des moyens 132 de contrôle de l'adéquation de chaque limitation opérationnelle LO_k avec la

mission de l'aéronef, et des moyens 134 de déduction du niveau de faisabilité observée F_0 de la mission.

Les moyens de détermination 130 comprennent typiquement une première base de données 136, qui est représentée sur la Figure 3. Comme visible sur cette Figure, la
5 base de données 136 associe à chaque combinaison de dysfonctionnements possibles D_i (i étant un entier compris entre 1 et q , q étant le nombre de dysfonctionnements possibles D_i) au moins une limitation opérationnelle LO_k . Ainsi, les moyens de détermination 130 sont adaptés pour déterminer, à partir du ou de chaque dysfonctionnement détecté D_i , les limitations opérationnelles LO_k induites sur l'opérabilité de l'aéronef.

10 Les moyens de contrôle 132 sont adaptés pour contrôler l'adéquation des limitations opérationnelles LO_k avec la mission de l'aéronef, l'environnement opérationnel de l'aéronef, et les paramètres de l'aéronef. A cet effet, les moyens de contrôle 132 sont adaptés pour établir un niveau A_k d'adéquation de chaque limitation opérationnelle LO_k en fonction des informations M , EO et PA acquises par les moyens d'acquisition 112, 114,
15 116.

L'homme du métier saura sans peine réaliser ces moyens de contrôle en faisant appel par exemple à la logique déductive, aux méthodes statistiques, aux solveurs d'équations/contraintes, aux réseaux de neurones, etc.

Le niveau d'adéquation A_k est adapté pour prendre $j+1$ valeurs différentes, typiquement des valeurs numériques entières comprises entre 0 et j , 0 représentant une
20 adéquation nulle entre la limitation opérationnelle LO_k et les informations considérées (mission, environnement opérationnel, paramètres de l'aéronef), et j représentant une adéquation complète entre la limitation opérationnelle LO_k et les informations considérées. Ainsi, lorsque le niveau d'adéquation A_k est égal à 0, la mission ne peut pas
25 être réalisée du fait de la limitation opérationnelle LO_k , car celle-ci n'est pas en adéquation avec la suite de la mission, et lorsque le niveau d'adéquation A_k est égal à j , la mission peut être continuée malgré la limitation opérationnelle LO_k , celle-ci ne risquant pas d'entraver la suite de la mission.

Lorsque le niveau d'adéquation A_k est strictement compris entre 0 et j , la limitation
30 opérationnelle LO_k est partiellement compatible avec la mission, c'est-à-dire que la limitation opérationnelle LO_k entrave le bon déroulement de la mission, typiquement en induisant un retard à l'arrivée, ou en nécessitant une modification du plan de vol, la destination restant atteignable. Plus la limitation opérationnelle LO_k induit de retard et de modifications du plan de vol, plus le niveau d'adéquation A_k est proche de 0. Le niveau
35 d'adéquation A_k associé à une limitation opérationnelle LO_k n'induisant pas de modifications de plan de vol pour rejoindre la prochaine étape de transit est supérieur au

niveau d'adéquation A_k associé à une limitation opérationnelle LO_k induisant de telles modifications de plan de vol. De façon générale, plus le niveau d'adéquation A_k est élevé, moins la limitation opérationnelle LO_k associée entrave le bon déroulement de la mission.

De préférence, j est au moins égal à 2, c'est-à-dire que le niveau d'adéquation A_k est adapté pour prendre au moins trois valeurs différentes.

Le niveau d'adéquation A_k est établi au moyen d'un algorithme approprié, développé spécifiquement pour chaque limitation opérationnelle LO_k . Des exemples de ces algorithmes vont être donnés ci-dessous.

Dans un premier cas, la limitation opérationnelle LO_k considérée est une réduction de l'altitude maximale de l'aéronef au cours du vol, le dysfonctionnement détecté D_i à l'origine de cette limitation opérationnelle LO_k étant par exemple une panne d'étanchéité sur une vanne de pressurisation. L'algorithme de détermination du niveau d'adéquation A_k associé est adapté pour :

- calculer, en fonction de la nouvelle altitude maximale autorisée et des paramètres de l'aéronef PA (notamment le niveau de carburant restant), un rayon d'action de l'aéronef,
- évaluer, à partir des informations M sur la mission, la distance restant à parcourir pour atteindre la destination,
- déterminer si la destination est dans le rayon d'action de l'aéronef et, le cas échéant, calculer le retard estimé, et
- attribuer une valeur au niveau d'adéquation A_k , telle que :
 - o la valeur est strictement comprise entre 0 et j si la destination est dans le rayon d'action l'aéronef, cette valeur étant dépendante du niveau de retard calculé, et
 - o la valeur est égale à 0 si la destination est hors du rayon d'action de l'aéronef ou si le retard empêche l'accès à l'aéroport (aéroport fermé à l'heure d'arrivée prévue).

Dans un deuxième cas, la limitation opérationnelle LO_k considérée est une interdiction de voler dans des zones non couvertes par des moyens de communication à ondes courtes, le dysfonctionnement détecté D_i à l'origine de cette limitation opérationnelle LO_k étant par exemple une panne de la radio hautes fréquences (communément dénommée radio HF). L'algorithme de détermination du niveau d'adéquation A_k associé est adapté pour :

- déterminer, au moyen des informations M sur la mission, les zones traversées par l'aéronef pour rejoindre sa destination,

10

- déterminer, au moyen des informations EO sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, si les zones traversées sont couvertes ou non par des moyens de communication à ondes courtes, et

- attribuer une valeur au niveau d'adéquation A_k , telle que :

- 5 ○ la valeur est égale à j si toutes les zones traversées sont couvertes par des moyens de communication à ondes courtes,
- la valeur est strictement comprise entre 0 et j s'il est prévu que l'aéronef traverse des zones non couvertes par des moyens de communication à ondes courtes, mais qu'il est possible pour l'aéronef soit de contourner ces zones, au prix d'un temps de vol plus long, soit d'être réparé lors
10 d'une étape de transit précédant ces zones à traverser, et
- la valeur est égale à 0 si l'aéronef doit traverser une zone non couverte par des moyens de communication à ondes courtes pour rejoindre sa destination, et qu'il n'existe pas de solution de contournement de cette
15 zone ou de réparation possible au cours d'une étape de transit précédant ces zones à traverser.

L'homme du métier saura sans peine définir des algorithmes de détermination de niveaux d'adéquation A_k associés à d'autres limitations opérationnelles LO_k .

20 En variante, les moyens de contrôle 132 sont adaptés pour déterminer chaque niveau d'adéquation A_k à partir des seules informations M, ou à partir des seules informations M et EO, ou à partir des seules informations M et PA.

25 Les moyens de déduction 134 sont adaptés pour déduire le niveau de faisabilité observée F_0 à partir du ou des niveau(x) d'adéquation A_k déterminé(s) par les moyens de contrôle 132. L'homme du métier saura sans peine réaliser ces moyens de déduction en faisant appel par exemple à la logique déductive, aux méthodes statistiques, aux solveurs d'équations/contraintes, aux réseaux de neurones, etc.

30 Le niveau de faisabilité F_0 est typiquement adapté pour prendre une pluralité de valeurs numériques entre 0 et j , j illustrant le fait que la mission est réalisable sans difficultés particulières et 0 illustrant une impossibilité de mener la mission à son terme. Les valeurs intermédiaires, strictement comprises entre 0 et j , illustrent le fait que la mission est réalisable, mais avec certaines complications. Plus la valeur du niveau de faisabilité observée F_0 est élevé, plus la mission est facilement réalisable.

 Les moyens de déduction 134 sont adaptés pour déduire le niveau de faisabilité F_0 comme étant égal au niveau d'adéquation A_k le plus proche de 0.

35 De retour à la Figure 2, les moyens d'établissement 120 comprennent une deuxième base de données 140, des moyens 142 de détermination d'un

dysfonctionnement futur probable D_f , des moyens 144 de détermination de limitations opérationnelles futures LOf_k en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable D_f , des moyens 146 de contrôle de l'adéquation de chaque limitation opérationnelle future LOf_k avec la mission, des moyens 147 d'évaluation d'un niveau F_f de faisabilité future de la mission en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable D_f , et des moyens 5 148 de déduction du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p .

La deuxième base de données 140 est représentée sur la Figure 4. Comme illustré sur cette Figure, la base données 140 stocke une pluralité de dysfonctionnements possibles D_i et, pour chaque dysfonctionnement possible D_i , une probabilité associée P_i de survenue dudit dysfonctionnement possible D_i . De préférence, la probabilité de survenue P_i d'au moins un dysfonctionnement possible D_i est fonction des dysfonctionnements détectés D_i . 10

Les moyens de détermination 142 sont adaptés pour déterminer, à partir des dysfonctionnements détectés D_i et de la base de données 140, le dysfonctionnement futur probable D_f comme étant le dysfonctionnement possible D_i , non encore détecté, ayant la probabilité de survenue P_i associée la plus élevée. 15

Les moyens 144 de détermination des limitations opérationnelles futures LOf_k sont similaires aux moyens de détermination 130. Ils comprennent de préférence la même base de données que la base de données 136. 20

Les moyens de contrôle 146 sont similaires aux moyens de contrôle 132. Ils sont en particulier adaptés pour déterminer un niveau d'adéquation future Af_k de chaque limitation opérationnelle future LOf_k en fonction des informations M , EO et PA acquises par les moyens d'acquisition 112, 114, 116, au moyen des mêmes algorithmes que ceux mis en œuvre par les moyens de contrôle 132. 25

Le niveau de faisabilité future F_f est adapté pour prendre les mêmes valeurs que le niveau de faisabilité observée F_0 . Les moyens d'évaluation 147 sont adaptés pour évaluer le niveau de faisabilité future F_f comme étant égal au niveau d'adéquation future Af_k le plus proche de 0. 30

Les moyens de déduction 148 sont adaptés pour déduire le niveau de faisabilité prévisionnelle F_p comme étant égal au niveau de faisabilité future F_f . 35

En variante, les moyens d'évaluation 147 sont adaptés pour évaluer, pour chaque dysfonctionnement possible D_i , un niveau de faisabilité future F_f associé, les moyens de déduction 148 étant alors adaptés pour sélectionner, parmi la pluralité de niveaux de faisabilité future F_f évalués, le niveau de faisabilité future F_f associé au dysfonctionnement possible D_i ayant la plus grande probabilité de survenue P_i , et pour déduire le niveau de 35

faisabilité prévisionnelle F_p comme étant égal audit niveau de faisabilité future F_f sélectionné.

Les moyens de présentation 122 sont adaptés pour présenter un unique indicateur réactif synthétique 124, représentatif du niveau de faisabilité observée F_o , et un unique indicateur prédictif synthétique 126, représentatif du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p . Par « synthétique », on comprend que chaque indicateur, respectivement 124, 126, est adapté pour présenter une synthèse du niveau de faisabilité observée F_o , respectivement du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p . Ainsi, l'utilisateur du dispositif d'évaluation 100 dispose d'informations condensées, facilement accessibles, lui permettant de prendre rapidement une décision sur la suite de la mission.

Dans l'exemple représenté, les moyens de présentation 122 sont des moyens d'affichage et les indicateurs réactif 124 et prédictif 126 sont regroupés en un unique graphique 150 représentant un demi-disque découpé en quartiers, une flèche placée entre deux quartiers constituant l'indicateur réactif 124, et un bandeau s'étendant en périphérie du demi-disque, depuis la flèche jusqu'à un quartier qui n'est pas au contact de la flèche, constituant l'indicateur prédictif 126.

En variante (non représentée), l'unique graphique 150 est une échelle de perroquet dont les différents barreaux sont chacun représentatifs d'un niveau de faisabilité de la mission, l'indicateur réactif 124 étant une flèche disposée sur ou en regard d'un barreau, l'indicateur prédictif 126 étant un bandeau s'étendant entre deux barreaux de l'échelle.

Ces modes de réalisation des indicateurs 124, 126, sous forme d'un unique graphique regroupant ces indicateurs 124, 126, permettent une compréhension intuitive des indicateurs 124, 126 par l'utilisateur du dispositif d'évaluation 100.

Un premier procédé 200 d'évaluation du niveau de faisabilité observée F_o , mis en œuvre par le dispositif d'évaluation 100, va maintenant être décrit, en regard de la Figure 5.

Le premier procédé 200 comprend une première étape 210 de détermination d'au moins un dysfonctionnement D_i d'au moins un équipement de l'aéronef, accompagnée d'une étape 220 d'acquisition des informations M sur la mission de l'aéronef et, de préférence, d'une étape 230 d'acquisition des informations EO sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, et/ou d'une étape 240 d'acquisition des paramètres de l'aéronef PA (notamment le volume de carburant embarqué restant). La première étape 210 est suivie d'une deuxième étape 250 de calcul du niveau de faisabilité observée F_o , puis d'une troisième étape 260 de présentation de l'indicateur réactif 124.

Au cours de la première étape 210, les moyens de détection 110 détectent un éventuel dysfonctionnement D_i d'un équipement 102, 104, 106, 108. Puis ils informent les moyens de calcul 118 du ou de chaque dysfonctionnement détecté D_i .

5 Au cours de l'étape 220, les moyens d'acquisition 112 lisent les informations M sur la mission de l'aéronef, typiquement des données de navigation et de localisation, à partir d'une mémoire stockant le plan de vol de l'aéronef et d'un système de géolocalisation, et transfèrent ces informations M aux moyens de calcul 118.

10 Au cours de l'étape 230, les moyens d'acquisition 114 recueillent les informations EO sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, typiquement des données météo, à partir d'autres systèmes embarqués de l'aéronef, et transfèrent ces informations EO aux moyens de calcul 118.

Au cours de l'étape 240, les moyens d'acquisition 116 recueillent les paramètres de l'aéronef PA et transfèrent ces informations M aux moyens de calcul 118.

15 La deuxième étape 250 comprend une première sous-étape 252 de détermination d'au moins une limitation opérationnelle LO_k induite par le ou chaque dysfonctionnement détecté D_i , suivie d'une deuxième sous-étape 254 de contrôle de l'adéquation de la ou chaque limitation opérationnelle LO_k avec la mission, elle-même suivie d'une troisième sous-étape 256 de déduction du niveau de faisabilité observée F_0 .

20 Au cours de la première sous-étape 252, les moyens de détermination 130 déterminent la ou chaque limitation opérationnelle LO_k induite par le ou chaque dysfonctionnement détecté D_i , au moyen de la base de données 136.

25 Au cours de la deuxième sous-étape 254, les moyens de contrôle 132 déterminent le niveau A_k d'adéquation de la ou chaque limitation opérationnelle LO_k avec la mission et, de préférence, avec l'environnement opérationnel de l'aéronef et/ou avec les paramètres de l'aéronef.

Au cours de la troisième sous-étape 256, les moyens de déduction 134 déduisent le niveau de faisabilité observée F_0 à partir du ou de chaque niveau d'adéquation A_k .

Enfin, au cours de la troisième étape 260, les moyens de présentation 122 présentent l'unique indicateur réactif 124.

30 Ces étapes 210, 220, 230, 240, 250, 260 sont répétées indéfiniment pendant le fonctionnement de l'aéronef, de façon à tenir les membres d'équipage informés de l'évolution du niveau de faisabilité observée F_0 de la mission.

35 Un deuxième procédé 300 d'évaluation du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p , mis en œuvre par le dispositif d'évaluation 100, va maintenant être décrit, en regard de la Figure 6.

Le deuxième procédé 300 comprend une première étape 310 de détermination d'au moins un dysfonctionnement D_i , d'au moins un équipement de l'aéronef, accompagnée d'une étape 320 d'acquisition des informations M sur la mission de l'aéronef et, de préférence, d'une étape 330 d'acquisition des informations EO sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, et/ou d'une étape 340 d'acquisition des paramètres de l'aéronef PA . Cette première étape 310 est suivie d'une deuxième étape 350 de détermination d'un dysfonctionnement futur probable D_f , suivie d'une troisième étape 360 d'établissement du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p , puis d'une quatrième étape 370 de présentation de l'indicateur prédictif 126.

Chaque étape, respectivement 310, 320, 330, 340, est identique à l'étape, respectivement 210, 220, 230, 240, du deuxième procédé 200. Pour la description de ces étapes, le lecteur est donc invité à se reporter à la description qui en a été donnée ci-dessus.

Au cours de la deuxième étape 350, les moyens de détermination 142 déterminent le dysfonctionnement futur probable D_f , au moyen de la base de données 140, comme étant le dysfonctionnement possible D_i , non encore détecté, auquel est associée la plus grande probabilité de survenue P_i . Puis les moyens de détermination 142 informent les moyens de détermination 144 de la nature du dysfonctionnement futur probable D_f .

La troisième étape 360 comprend une première sous-étape 362 de détermination d'au moins une limitation opérationnelle future LOf_k induite par la survenue du dysfonctionnement futur probable D_f , suivie d'une deuxième sous-étape 364 de contrôle de l'adéquation de la ou chaque limitation opérationnelle future LOf_k avec la mission, elle-même suivie d'une troisième sous-étape 366 d'évaluation du niveau de faisabilité future F_f de la mission en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable D_f , elle-même suivie d'une quatrième sous-étape 368 de déduction du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p .

Au cours de la première sous-étape 362, les moyens de détermination 144 déterminent la ou chaque limitation opérationnelle future LOf_k induite par le dysfonctionnement futur probable D_f , en cas de survenue dudit dysfonctionnement D_f , au moyen de la base de données 136.

Au cours de la deuxième sous-étape 364, les moyens de contrôle 146 déterminent le niveau Af_k d'adéquation future de la ou chaque limitation opérationnelle future LOf_k avec la mission et, de préférence, avec l'environnement opérationnel de l'aéronef et/ou avec les paramètres de l'aéronef.

Au cours de la troisième sous-étape 366, les moyens d'évaluation 147 évaluent le niveau de faisabilité future F_f à partir du ou de chaque niveau d'adéquation future Af_k .

Au cours de la quatrième sous-étape 368, les moyens de déduction 148 déduisent le niveau de faisabilité prévisionnelle F_p du niveau de faisabilité future F_f .

Enfin, au cours de la quatrième étape 370, les moyens de présentation 122 présentent l'unique indicateur prédictif 126.

5 Ces étapes 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370 sont répétées indéfiniment pendant le fonctionnement de l'aéronef, de façon à tenir les membres d'équipage informés de l'évolution du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p de la mission.

10 A titre d'exemple, supposons que les moteurs de l'aéronef disposent chacun de deux pompes d'alimentation en carburant, et que les moyens de détection 110 détectent un unique dysfonctionnement D_i qui soit une panne d'une de ces pompes d'alimentation. Le moteur concerné par la panne disposant d'une deuxième pompe d'alimentation, il continue d'être alimenté en carburant, et les moyens de détermination 130 déterminent l'absence de limitation opérationnelle LO_k découlant de ce dysfonctionnement D_i . Les moyens de calcul 118 calculent donc un niveau de faisabilité observée F_0 égal à j .

15 Supposons que, suite à ce dysfonctionnement détecté D_i , le dysfonctionnement possible D_i ayant la plus grande probabilité de survenue P_i soit la panne d'une pompe d'alimentation en carburant de l'autre moteur. Les moyens de détermination 142 déterminent alors cette panne comme étant le dysfonctionnement futur probable D_f . L'autre moteur disposant également d'une deuxième pompe d'alimentation, la survenue
20 de ce dysfonctionnement D_f n'entraverait pas le bon fonctionnement du moteur. Toutefois, compte-tenu du dysfonctionnement D_i détecté sur l'autre pompe d'alimentation, un départ ultérieur avec une pompe de l'aéronef indisponible serait interdit. Les moyens de détermination 144 déterminent donc la limitation opérationnelle future LOf_k suivante : nécessité d'une intervention de maintenance à la prochaine étape de transit. Les moyens
25 d'établissement 120 établissent donc un niveau de faisabilité prévisionnel F_p compris strictement entre 0 et j .

Supposons maintenant que, plutôt que la panne d'une pompe d'alimentation en carburant de l'autre moteur, le dysfonctionnement possible D_i ayant la plus grande
30 probabilité de survenue P_i suite au dysfonctionnement détecté D_i soit la panne de l'autre pompe d'alimentation en carburant du même moteur. Les moyens de détermination 142 déterminent alors cette panne comme étant le dysfonctionnement futur probable D_f . En cas de survenue de ce dysfonctionnement futur probable D_f , le moteur ne serait plus alimenté en carburant. Les moyens de détermination 144 déterminent donc une pluralité
35 de limitations opérationnelles futures LOf_k résultant de la perte d'un moteur : limitation du rayon d'action de l'aéronef, limitation de la vitesse, etc. Les moyens d'établissement 120 établissent alors un niveau de faisabilité prévisionnel F_p égal à 0.

Ainsi, on conçoit aisément les interactions existant entre dysfonctionnements détectés et dysfonctionnements futurs probables, et l'influence des dysfonctionnements détectés sur le niveau de faisabilité prévisionnel F_p .

5 Grâce à l'invention, les membres d'équipage appréhendent mieux les capacités opérationnelles de l'aéronef. La prise en compte de la mission dans l'évaluation du niveau de faisabilité observée de la mission permet de ne faire ressortir que les dysfonctionnements pouvant réellement compromettre la mission, ce qui évite de surcharger les membres d'équipage.

10 En outre, la prise en compte de l'environnement opérationnel EO et des paramètres PA de l'aéronef permet d'améliorer l'évaluation du niveau de faisabilité observée par le dispositif d'évaluation.

De plus, le fait d'intégrer un indicateur prédictif anticipant la survenue de dysfonctionnements futurs renforce encore davantage les capacités d'anticipation des membres d'équipage.

15 Enfin, les niveaux de faisabilité observé et prévisionnel pouvant prendre une pluralité de valeurs, ils introduisent une gradation dans l'évaluation du niveau de faisabilité de la mission et permettent aux membres d'équipage de suivre l'évolution des capacités opérationnelles de l'aéronef, évitant ainsi que les membres d'équipage ne soient informés trop tard de l'impossibilité d'accomplir une mission.

20 On notera que le dispositif selon l'invention peut parfaitement fonctionner autrement qu'en mode continu, par exemple en réalisant à intervalles réguliers l'acquisition des données et la mise à jour de l'affichage des indicateurs, ou bien sur requête de l'équipage ou bien seulement lorsqu'un nouveau dysfonctionnement est détecté, de façon à réduire les ressources calculateurs nécessaires à l'exploitation d'un tel dispositif.

25 On notera par ailleurs que, dans une variante préférée de l'invention, le dispositif d'évaluation 100 comprend une pluralité de moyens de présentation 122, chaque moyen de présentation 122 étant adapté pour présenter un unique indicateur réactif 124 et un unique indicateur prédictif 126 à un utilisateur spécifique. Par exemple, le dispositif d'évaluation 100 comprend deux écrans d'affichage disposés dans le cockpit de l'aéronef, un premier écran étant destiné à présenter les indicateurs 124, 126 au pilote de l'aéronef, et le deuxième écran étant destiné à présenter les indicateurs 124, 126 au copilote.

30 Le dispositif 100 a été décrit comme comprenant à la fois les moyens 118 de calcul du niveau de faisabilité observée F_0 et les moyens 120 d'établissement du niveau de faisabilité prévisionnelle F_p . Cependant, en variante, le dispositif 100 comprend les moyens de calcul 118 ou les moyens d'établissement 120 seuls.

Aussi, l'invention a également pour objet un dispositif d'évaluation des capacités opérationnelles futures d'un aéronef, destiné à renseigner un utilisateur sur les capacités de l'aéronef à réaliser une mission, l'aéronef comprenant une pluralité d'équipements, le dispositif d'évaluation comprenant :

- 5 - des moyens de détermination d'un dysfonctionnement futur probable d'un équipement de l'aéronef,
- des moyens d'établissement d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable, et
- 10 - des moyens de présentation d'un indicateur prédictif synthétique, représentatif du niveau de faisabilité prévisionnelle à au moins un instant donné de la mission.

REVENDEICATIONS

1.- Dispositif d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef, destiné à renseigner un utilisateur sur les capacités de l'aéronef à réaliser une mission en cours, l'aéronef comprenant une pluralité d'équipements, le dispositif d'évaluation comprenant des moyens de détection de dysfonctionnements des équipements de l'aéronef, les moyens de détection étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, dans lequel le dispositif d'évaluation comprend en outre :

- des moyens d'acquisition d'informations sur la mission en cours,
- des moyens de calcul, en fonction d'au moins un dysfonctionnement détecté et des informations acquises sur la mission en cours, d'un niveau de faisabilité observée de ladite mission, et
- des moyens de présentation d'un indicateur réactif synthétique, représentatif du niveau de faisabilité observée de la mission en cours à au moins un instant donné de ladite mission,

les moyens d'acquisition, de calcul et de présentation étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en cours en fonction d'au moins l'une de : i) la détection de nouveaux dysfonctionnements, et ii) des modifications de la mission en cours.

2.- Dispositif d'évaluation selon la revendication 1, comprenant également des moyens d'acquisition d'informations sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, les moyens de calcul étant adaptés pour calculer le niveau de faisabilité observée de la mission en cours en fonction des informations acquises sur l'environnement opérationnel de l'aéronef, lesdits moyens d'acquisition étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, de façon à informer l'utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en cours en fonction de l'évolution de l'environnement opérationnel de l'aéronef.

3.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel les moyens de calcul comprennent :

- des moyens de détermination d'au moins une limitation opérationnelle induite par chaque dysfonctionnement détecté,
- des moyens de contrôle de l'adéquation de chaque limitation opérationnelle avec la mission en cours, les moyens de contrôle étant

adaptés pour déterminer, pour chaque limitation opérationnelle, un niveau d'adéquation de la limitation opérationnelle avec la mission en cours, et

- des moyens de déduction du niveau de faisabilité observée à partir de chaque niveau d'adéquation déterminé.

4.- Dispositif d'évaluation selon la revendication 2, dans lequel les moyens de calcul comprennent :

- des moyens de détermination d'au moins une limitation opérationnelle induite par chaque dysfonctionnement détecté,
- des moyens de contrôle de l'adéquation de chaque limitation opérationnelle avec la mission en cours et avec l'environnement opérationnel de l'aéronef, les moyens de contrôle étant adaptés pour déterminer, pour chaque limitation opérationnelle, un niveau d'adéquation de la limitation opérationnelle avec la mission en cours et avec l'environnement opérationnel de l'aéronef, et
- des moyens de déduction du niveau de faisabilité observée à partir de chaque niveau d'adéquation déterminé.

5.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant des moyens de détermination d'un dysfonctionnement futur probable d'un équipement de l'aéronef et des moyens d'établissement d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cours en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable, les moyens de présentation étant adaptés pour présenter un indicateur prédictif synthétique représentatif du niveau de faisabilité prévisionnelle.

6.- Dispositif d'évaluation selon la revendication 5, dans lequel le niveau de faisabilité prévisionnelle est fonction des informations acquises sur la mission en cours.

7.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, dans lequel le niveau de faisabilité prévisionnelle est fonction des informations acquises sur l'environnement opérationnel de l'aéronef.

8.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 5, 6 et 7, dans lequel le niveau de faisabilité prévisionnelle est fonction de chaque dysfonctionnement détecté.

9.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, comprenant des moyens d'acquisition de paramètres de l'aéronef, les moyens d'établissement étant adaptés pour calculer le niveau de faisabilité prévisionnelle à partir des paramètres de l'aéronef acquis.

10.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, dans lequel le niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cours est adapté pour prendre au moins trois valeurs différentes les unes des autres, l'indicateur prédictif étant adapté pour représenter chacune desdites valeurs.

11.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le niveau de faisabilité observée de la mission en cours est adapté pour prendre au moins trois valeurs différentes les unes des autres, l'indicateur réactif étant adapté pour représenter chacune desdites valeurs.

12.- Dispositif d'évaluation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant des moyens d'acquisition de paramètres de l'aéronef, les moyens de calcul étant adaptés pour calculer le niveau de faisabilité observée à partir des paramètres de l'aéronef acquis.

13.- Procédé d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef comprenant une pluralité d'équipements permettant à l'aéronef de remplir une mission, par un dispositif comprenant des moyens de détection de dysfonctionnements des équipements de l'aéronef, des moyens d'acquisition d'informations sur la mission en cours, des moyens de calcul, et des moyens de présentation, les moyens de détection, d'acquisition, de calcul et de présentation étant adaptés pour fonctionner pendant la réalisation de la mission, ledit procédé comprenant :

- la détection, par les moyens de détection, d'au moins un dysfonctionnement d'un des équipements de l'aéronef ;
- l'acquisition, par les moyens d'acquisition d'informations, des informations sur une mission de l'aéronef en cours de réalisation ;

- la détermination, par les moyens de calcul, d'au moins une limitation opérationnelle induite par le au moins un dysfonctionnement détecté ;
- le contrôle, par les moyens de calcul, pour chaque limitation opérationnelle induite, d'un niveau d'adéquation de la limitation opérationnelle avec la mission en cours ;
- la déduction, par les moyens de calcul, de chaque niveau d'adéquation déterminé un indicateur réactif synthétique d'un niveau de faisabilité observée de la mission en cours ; et
- la représentation, par les moyens de présentation, du niveau de faisabilité observée de la mission en cours au moyen de l'indicateur réactif synthétique ;

lesdites étapes étant répétées à plusieurs reprises au cours de la réalisation de la mission par le dispositif, de façon à informer un utilisateur de l'évolution du niveau de faisabilité observée de la mission en fonction d'au moins l'une de : i) détection de nouveaux dysfonctionnements et ii) modifications de la mission en cours.

14.- Procédé d'évaluation des capacités opérationnelles d'un aéronef selon la revendication 13, le dispositif comprenant des moyens de détermination d'un dysfonctionnement futur probable, ledit procédé comprenant en outre de :

- déterminer, par les moyens de détermination d'un dysfonctionnement futur probable, un dysfonctionnement futur probable ;
- établir, par les moyens de calcul, un indicateur prédictif synthétique d'un niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cours en cas de survenue du dysfonctionnement futur probable ; et
- représenter, par les moyens de présentation, le niveau de faisabilité prévisionnelle de la mission en cours au moyen de l'indicateur prédictif synthétique.

1/4

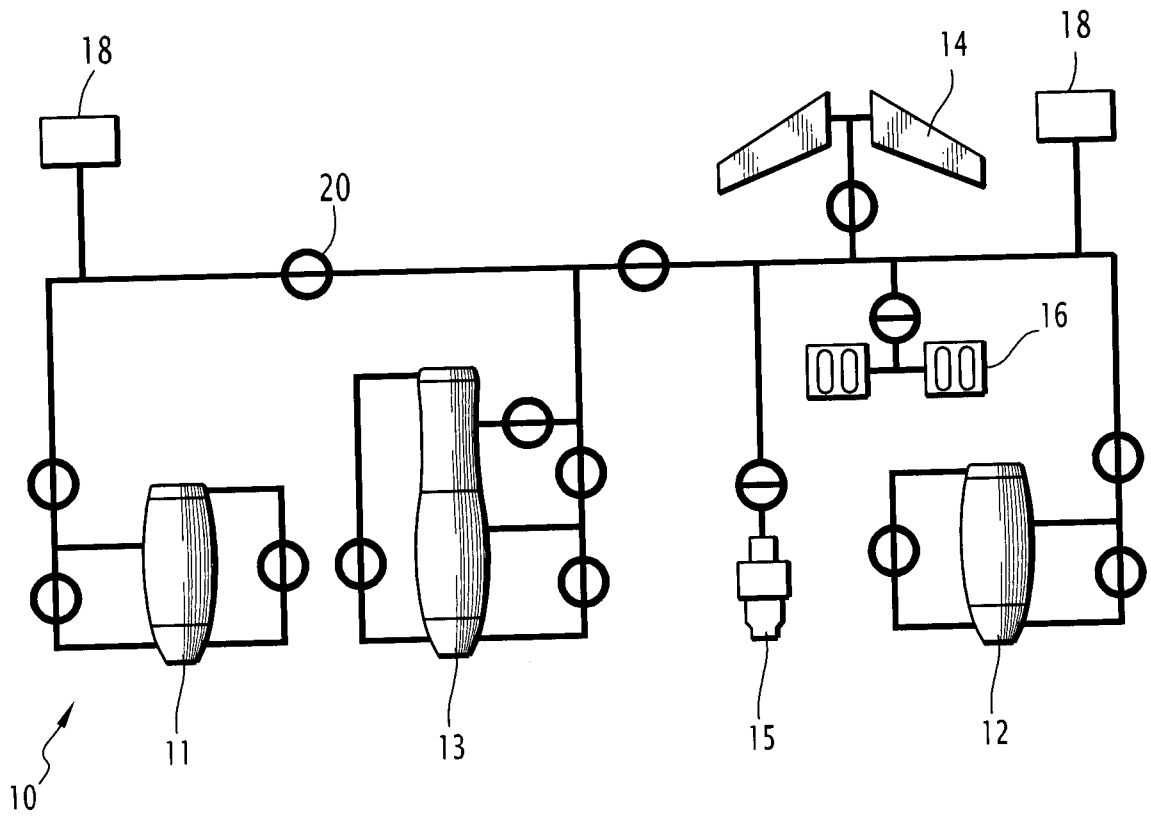


FIG.1

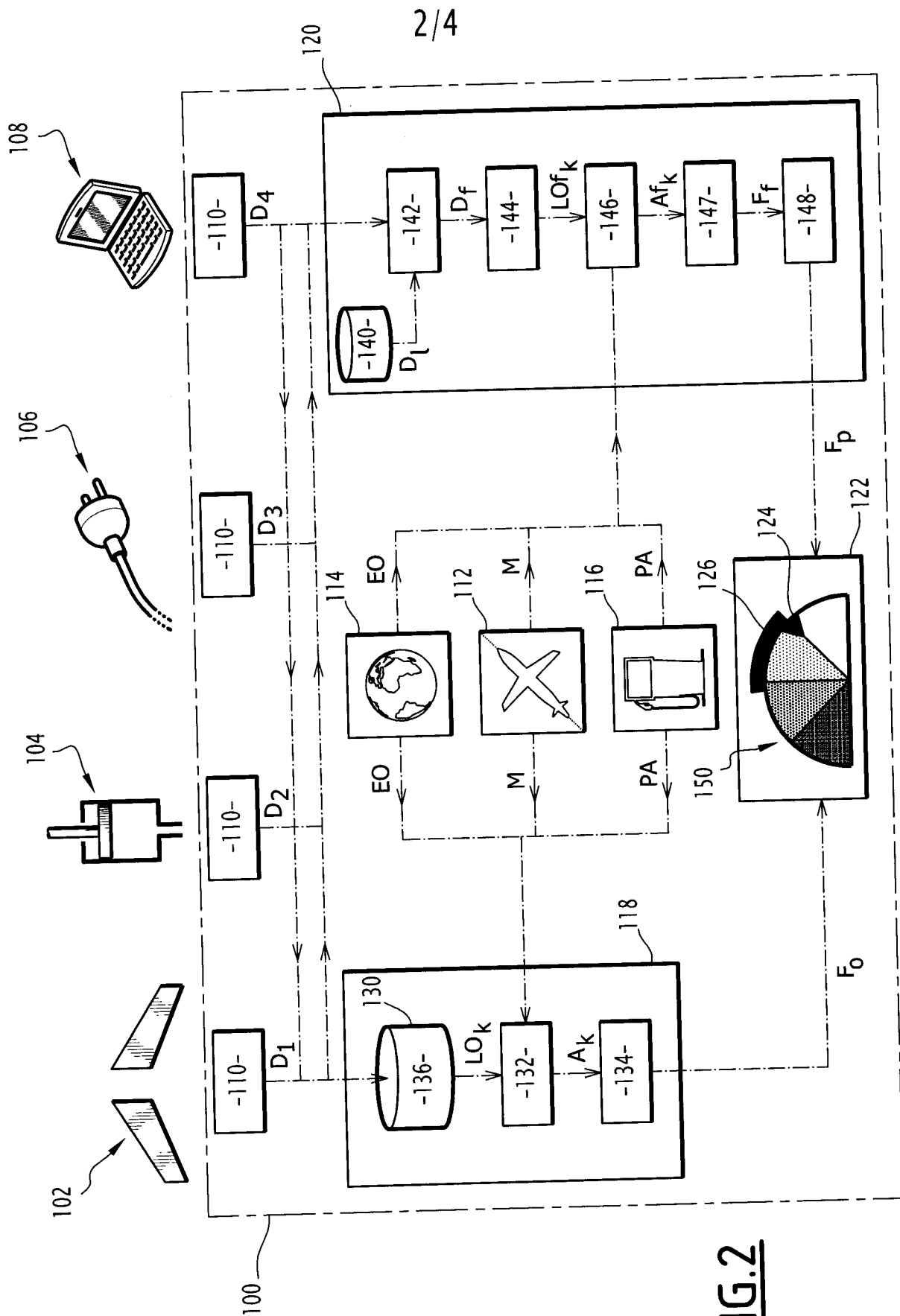


FIG.2

3/4

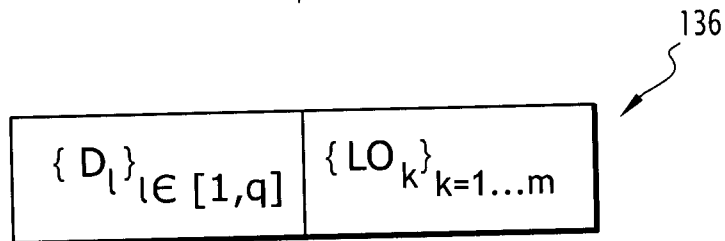


FIG.3

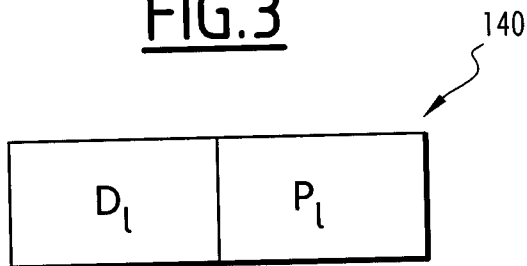


FIG.4

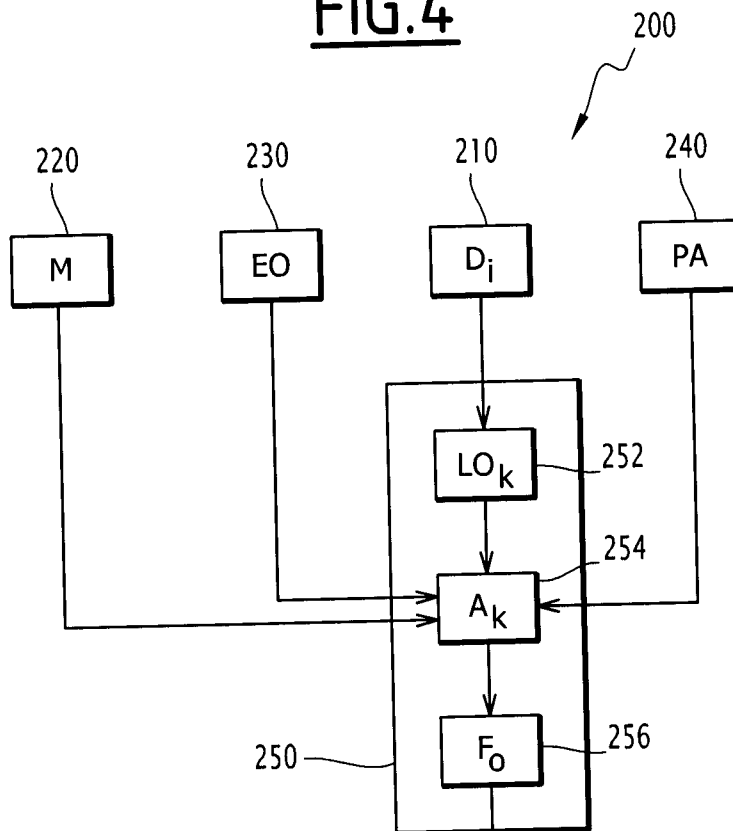
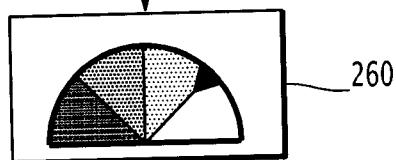
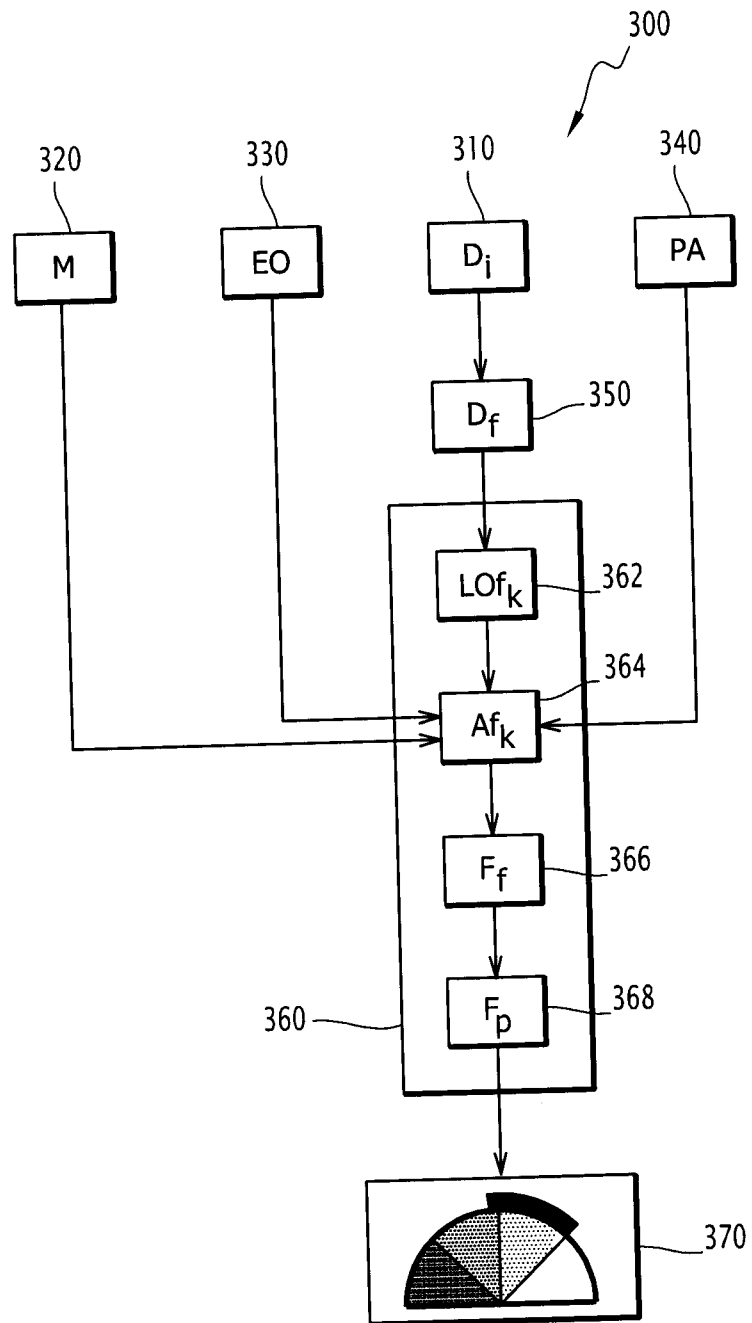


FIG.5



4/4

FIG.6

