

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.01.03.

30 Priorité : 14.01.02 GB 00201059; 15.03.02 GB 00206470.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.03.05 Bulletin 05/11.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : MBDA UK LIMITED — GB.

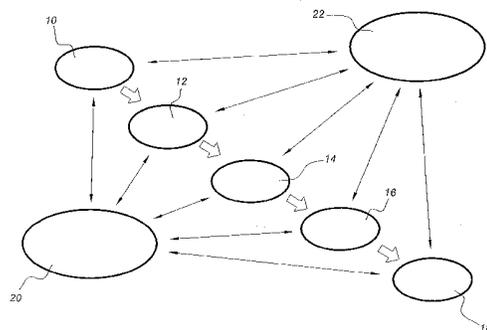
72 Inventeur(s) : VEITCH ALAN JAMES, FOWLER BERNARD et HARRISS ROGER TRAVERS.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 PROCÉDE DE DEVELOPPEMENT ET DE TEST UTILISANT UN ENVIRONNEMENT SYNTHETIQUE.

57 On décrit ici un procédé pour le développement d'un système utilisant un test virtuel, un essai virtuel et des techniques d'environnement synthétiques, le procédé comprenant un nombre d'étapes séquentielles (10, 12, 14, 16, 18) qui interagissent avec un processus de test (20, 22) pour développer le système. Dans la première étape (10), un modèle du système est défini en accord avec les prérequis du système. La seconde étape (12) utilise le modèle dans un environnement temps réel synthétique pour déterminer les performances du système qui sont comparées avec les performances de modèle. Les deux étapes suivantes (14, 16) introduisent du matériel dans l'environnement de test virtuel temps réel, d'essai virtuel et l'environnement synthétique pour évaluer son impact sur les performances du système, l'environnement étant capable de commuter entre les variables logicielles et matérielles qui ont été évaluées dans le système. Dans la dernière étape (18), le système est évalué dans un environnement d'essai réel et les performances et résultats sont comparés aux performances de modèle. Dans chaque étape séquentielle (10, 12, 14, 16, 18), les performances sont définies par des processus (20, 22) comme indiqué par les flèches.



La présente invention concerne des améliorations pour ou concernant un procédé de développement et de test utilisant des environnements synthétiques.

Il est connu d'utiliser des outils d'environnement synthétiques pour prédire la performance d'un système sous certaines conditions prédéterminées. Cependant, de tels outils tendent à être utilisés dans les dernières étapes de développement d'un système quand seulement quelques éléments du système doivent encore être finalisés. Ceci peut aboutir à des changements substantiels faits au système à une étape à laquelle seuls des changements mineurs sont normalement envisagés.

C'est pourquoi c'est un objet de l'invention d'utiliser des outils d'environnement synthétiques tout au long du développement d'un nouveau système pour s'assurer que, à chaque étape du procédé de développement, le système satisfasse aux prérequis de conception.

Selon un aspect de la présente invention, il est fourni un procédé pour développer un système en utilisant un test virtuel, un essai virtuel et des techniques d'environnements synthétiques, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) définition d'un modèle du système selon les prérequis du système ;
- b) établissement d'un environnement synthétique en temps réel dans lequel les variables du système peuvent être évaluées ;
- c) essayer les variables dans le système et comparer leur performance avec des modèles de performance ;
- d) utiliser des données variables acceptables de l'étape c) comme une entrée pour une implémentation matérielle partielle dans un environnement synthétique en temps réel, l'évaluation des variables étant implémentée à la fois de manière matérielle et de manière logicielle, de sorte que l'environnement synthétique peut commuter entre les deux ;
- e) essayer les variables de l'étape d) et comparer leurs performances avec des modèles de performance ;
- f) réaliser un schéma d'essai dans un environnement réel en ayant optimisé les variables de manière matérielle ; et
- g) comparer les performances du schéma d'essai avec un modèle de performance.

Avantageusement, l'étape e) inclut l'essai d'au moins une variable en connexion avec un équipement externe à l'environnement synthétique en temps réel.

Le procédé de la présente invention a l'avantage qu'une intégration du système rapide peut être réalisée puisque les composants virtuels et les simulations sont utilisés dans les environnements synthétiques. De plus, comme une intégration de phase rapide est également réalisée, la présente invention fournit également une capacité à commuter entre les composants réels et virtuels du système tandis que toujours dans un environnement synthétique, pour permettre l'évaluation complète de l'effet de chaque composant sur les performances du système avant la réalisation d'une implémentation complète de manière matérielle.

De plus, dans le procédé d'évaluation, des performances équivalentes pour le système peuvent être déterminées à chaque étape en accord avec les prérequis du système qui doivent être satisfaits. Ceci permet à un système d'être simulé, validé et vérifié avant sa complète implémentation dans le temps le plus court possible.

Il sera compris que des environnements synthétiques sont créés comme logiciels et peuvent interagir avec du matériel si nécessaire. Dans la présente invention, le matériel est introduit dans l'environnement synthétique au fur et à mesure que le développement du système avance.

Pour une meilleure compréhension de la présente invention, il sera fait référence maintenant, à titre d'exemple uniquement, aux dessins annexés sur lesquels :

- la Fig.1 est un organigramme schématique d'un environnement intégré d'essai virtuel selon la présente invention ; et
- les Figs.2 à 6 sont des organigrammes schématiques de chaque étape de l'environnement d'essai de la figure 1.

La figure 1 représente un environnement d'essai virtuel intégré selon la présente invention. L'environnement comprend cinq étapes séquentielles 10, 12, 14, 16, 18 (comme indiqué par les traits continus), le processus d'essai virtuel 20 et un processus de performance équivalente 22. Bien que cinq étapes sont illustrées dans ce mode de réalisation spécifique de l'invention, il sera apprécié que la présente invention n'est pas limitée à cinq étapes mais peut être réalisée

avec plus ou moins d'étapes en fonction de la complexité du système à développer. De plus, les étapes peuvent être combinées selon les besoins et utiliser le même environnement.

Comme les étapes 10, 12, 14, 16, 18 sont des étapes séquentielles, chacune des étapes suivantes 12, 14, 16, 18 est possible seulement une fois que l'étape précédente respective 10, 12, 14, 16 a été complétée de manière satisfaisante. Le processus d'essai virtuel 20 et le processus de performance équivalente 22 sont des processus interactifs, ainsi que cela est indiqué par les doubles flèches, et sont utilisés à chacune des étapes séquentielles 10, 12, 14, 16, 18 ainsi que cela sera décrit en détail ci-dessous.

Le processus d'essai virtuel 20 teste effectivement le système en développement, à chaque étape 10, 12, 14, 16, 18 et à chaque incrément dans une étape, en accord avec le processus de performance équivalente 22. Ceci sera décrit plus en détail ci-dessous.

Dans la première étape séquentielle 10, un modèle de système est développé selon les prérequis du système et des métriques de performance sont déterminées qui sont mémorisées dans le processus 22 comme la base sur laquelle les performances équivalentes du système peuvent être déterminées. Naturellement, les métriques de performance peuvent être altérées au fur et à mesure de la progression du développement du système, et de nouvelles métriques de performance sont mémorisées dans le processus 22.

Après que le modèle de système ait été défini lors de l'étape 10, il est essayé dans le processus d'essai virtuel 20 pour s'assurer que les prérequis de performance, tels que comparés aux métriques de performance mémorisées dans le processus de performance équivalente 22, ont été satisfaites. Si elles ne sont pas satisfaites, des ajustements sont faits sur le modèle dans l'étape 10 et l'essai est répété. Cette méthode est répétée jusqu'à ce que les prérequis de performances soient satisfaisants. Des données sont collectées à chaque processus d'essai virtuel 20 dans l'étape 10 et comparées avec les métriques de performance mémorisées dans le processus 22.

Une fois que le modèle de système est accepté à l'état 10, c'est-à-dire, en satisfaisant les prérequis de performance, l'étape séquentielle suivante est atteinte. Dans l'étape 12, l'étape de « logiciel dans la boucle » (SWIL), un envi-

ronnement synthétique temps réel est défini pour simuler le modèle du système défini lors de l'étape 10.

Une fois que l'environnement synthétique (SE) a été défini, il est essayé dans le processus d'essai virtuel 20 pour s'assurer que les prérequis de performance ont bien été satisfaits. A nouveau, n'importe quel changement dans les valeurs dudit système dans l'environnement synthétique, est essayé à nouveau jusqu'à les prérequis de performance définis par le processus 22 soient satisfaits, et il est possible de continuer jusqu'à l'étape séquentielle 14.

Dans l'étape 14, l'étape « matériel sur la couche » (HWOB), du matériel est construit en phase avec l'environnement synthétique pour implémenter le SE SWIL défini à l'étape précédente. Comme avant avec les étapes précédentes, le matériel est essayé et ses performances équivalentes déterminées dans les processus 20 et 22 respectivement. L'essai réalisé à cette étape est statique et le matériel n'est pas complètement opérationnel. A nouveau, n'importe quel changement réalisé sur le matériel, est essayé à nouveau jusqu'à ce qu'il satisfasse les prérequis de performance (processus 20 et 22) avant de continuer vers l'étape 16.

L'étape 16 est une phase dynamique et le système est essayé pour tester ces capacités dynamiques éventuellement en interaction avec un équipement extérieur à l'environnement synthétique. Cette étape est connue sous le nom de « matériel dans la boucle » (HWIL). Comme précédemment, l'essai avec une interaction des processus 20 et 22 est réalisé avant de continuer vers la prochaine étape.

L'étape 18 est une étape d'essai réel pour le système et les données obtenues durant cette étape sont utilisées pour l'analyse et l'évaluation avec les informations obtenues et mémorisées lors de l'exécution des étapes précédentes 10, 12, 14 et 16. Les données sont également utilisées dans les processus 20 et 22 pour fournir une indication de la corrélation entre les opérations du système virtuel ou simulé et les opérations du système réel.

A titre d'exemple uniquement, la présente invention va être décrite plus en détail en référence au développement d'un système de lancement de missile à verticale douce. Naturellement, la présente invention peut être utilisée pour le développement de n'importe quel système, et n'est pas limitée au développement des systèmes de lancement de missile à verticale douce.

L'objet d'un système de lancement à verticale douce est de lancer un missile à partir d'un tube de lancement vertical, changer le déplacement de translation du missile de vertical à généralement horizontal, mettre à feu les propulseurs et le moteur principal pour diriger le missile vers sa cible. Naturellement, il sera apprécié qu'il serait impossible d'organiser un essai complet à chaque étape du développement, du fait du manque de composant du système physique et des coûts impliqués.

Dans cet exemple spécifique de test virtuel, les essais virtuels et l'environnement synthétique sont décrits sur la figure 2 et correspondent à l'étape 10 de la figure 1, les prérequis du système 28 pour un sous-système sont introduits dans l'environnement synthétique 30 pour être capable de définir un modèle pour le sous-système relatif au système de lancement à verticale douce. Dans l'environnement synthétique 30, les composants 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44 sont définis pour l'opération du missile à partir de son état de rangement, au travers du lancement, jusqu'à son état de déploiement. Les composants sont spécifiques au modèle du système déterminé en accord avec les prérequis du sous-système ou les données de mission (indiquées par le bloc 32), le pilote automatique (bloc 34), la mise en œuvre de moteurs et d'actionneurs (blocs 36 et 38 respectivement), l'aérodynamique et la cinématique (blocs 40 et 42 respectivement), et la détection de mouvement (bloc 44). Ainsi que cela est représenté par les flèches continues, ces composants interagissent les uns avec les autres de manière spécifique, mais cela ne sera pas décrit plus en détail, puisque cela n'est pas en rapport avec l'invention.

Le terme « mission » se réfère à la fonction que le sous-système entier doit réaliser, par exemple dans ce cas particulier, le lancement du missile et son guidage ultérieur vers une cible.

La sortie 46 de l'environnement synthétique 30 est évaluée par l'analyse 48, l'essai virtuel 50, les métriques de performance 52, et les modes de visualisation et d'évaluation 54. La sortie 46 peut être combinée avec d'autres sorties émanant d'autres environnements synthétiques 56 pour fournir une évaluation détaillée si nécessaire. Les autres environnements synthétiques 56 peuvent concerner d'autres sous-systèmes (non représentés).

En se référant maintenant à la figure 3, ceci correspond à l'étape 12 de la figure 1. Ici, le logiciel temps réel est défini ainsi que décrit précédemment,

dans un environnement temps réel synthétique 60. Les composants en rapport avec le sous-système décrit précédemment, sont référencés de la même manière dans toute la description et ne seront pas décrits à nouveau. Cette fois-ci, l'environnement synthétique 60 reçoit le modèle et les données de pilote automatique ou le logiciel pour contrôler le missile durant son lancement (entrée 62). Les données de mission sont maintenant connues (bloc 64) et sont indiquées par des cases en lignes pointillées. De manière similaire, le logiciel de pilote automatique (bloc 66) est également connu et est indiqué par une case en ligne pointillée. Une sortie 68 est fournie comme précédemment pour l'évaluation. A cette étape, le modèle de performances 70 fournit une entrée pour le mode de performances relatives 72, dans lequel les performances de la sortie 68 peuvent être comparées à celles du modèle défini lors de l'étape 10 (figure 1).

En continuant vers l'étape 14 ainsi que décrite à la figure 4, l'étape HWOB ainsi que décrite précédemment, l'environnement synthétique temps réel 80 est introduit avec le SE SWIL à partir de l'étape 12 (figure 3) et le logiciel de pilote automatique (indiqué par 82). De même que précédemment, la mission 64 (le SE SWIL dans ce cas) et le logiciel de pilote automatique 66, sont indiqués par des cases en lignes pointillées. Ici, la détection de mouvement 44 (figure 2) et les actionneurs 38 (également figure 2) sont implémentés comme du matériel ou des composants réels et conservent leur forme virtuelle pour être capable d'évaluer l'effet sur des composants réels. Ceci signifie que les actionneurs 38 comprennent maintenant un actionneur réel 84 et un actionneur virtuel 86 et que l'environnement 80 peut commuter entre les deux en fonction des besoins. De manière similaire, la détection de mouvement 44 comprend maintenant un capteur réel 88 et un capteur virtuel 90 et l'environnement 80 peut commuter entre les deux en fonction des besoins. La sortie 92 du SE 80 est traitée comme précédemment.

Le SE HWOB 100 est utilisé lors de l'étape 16, l'étape HWIL ainsi que décrit sur la figure 5. Ici, l'environnement synthétique en temps réel 100 reçoit le SE HWOB et le logiciel de pilote automatique ainsi qu'indiqué par 102. Le capteur réel 88 est monté sur une table de déplacement 104 qui est contrôlée par la cinématique 42 et le capteur virtuel 90 est enlevé. La sortie 106 du SE 100 est traitée comme précédemment.

L'étape finale est l'étape d'essai ainsi que décrit en figure 6. Ici, l'environnement est un environnement d'essai réel 110 qui inclut un capteur réel 88, un actionneur réel 84, une cellule aéronautique 112 sur laquelle le capteur 88 est monté et un enregistreur de vol 114. L'enregistreur 114 fournit une sortie 116
5 pour évaluation comme précédemment. Les données de test sont mémorisées dans l'enregistreur de vol 114 et sont délivrées en sortie uniquement après que les essais soient terminés. Ces données sont alors évaluées et comparées avec le modèle de système pour déterminer si les performances du modèle ont été satisfaisantes. Si les performances de modèle n'ont pas été satisfaites, les varia-
10 bles pertinentes sont revues dans le système et essayées à nouveau.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour développer un système en utilisant un test virtuel, un essai virtuel et des techniques d'environnements synthétiques, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- 5 a) définition d'un modèle du système selon les prérequis du système ;
 b) établissement d'un environnement synthétique en temps réel dans lequel les variables du système peuvent être évaluées ;
 c) essayer les variables dans le système et comparer leurs performances avec des modèles de performance ;
- 10 d) utiliser des données variables acceptables de l'étape c) comme une entrée pour une implémentation matérielle partielle dans un environnement synthétique en temps réel, l'évaluation des variables étant implémentée à la fois de manière matérielle et de manière logicielle, de sorte que l'environnement synthétique peut commuter entre les deux ;
- 15 e) essayer les variables de l'étape d) et comparer leur performance avec des modèles de performance ;
 f) réaliser un schéma d'essai dans un environnement réel en ayant optimisé les variables de manière matérielle ; et
 g) comparer les performances du schéma d'essai avec un modèle de
- 20 performance.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape e) inclut l'essai d'au moins une variable en connexion avec un équipement extérieur à l'environnement synthétique en temps réel.

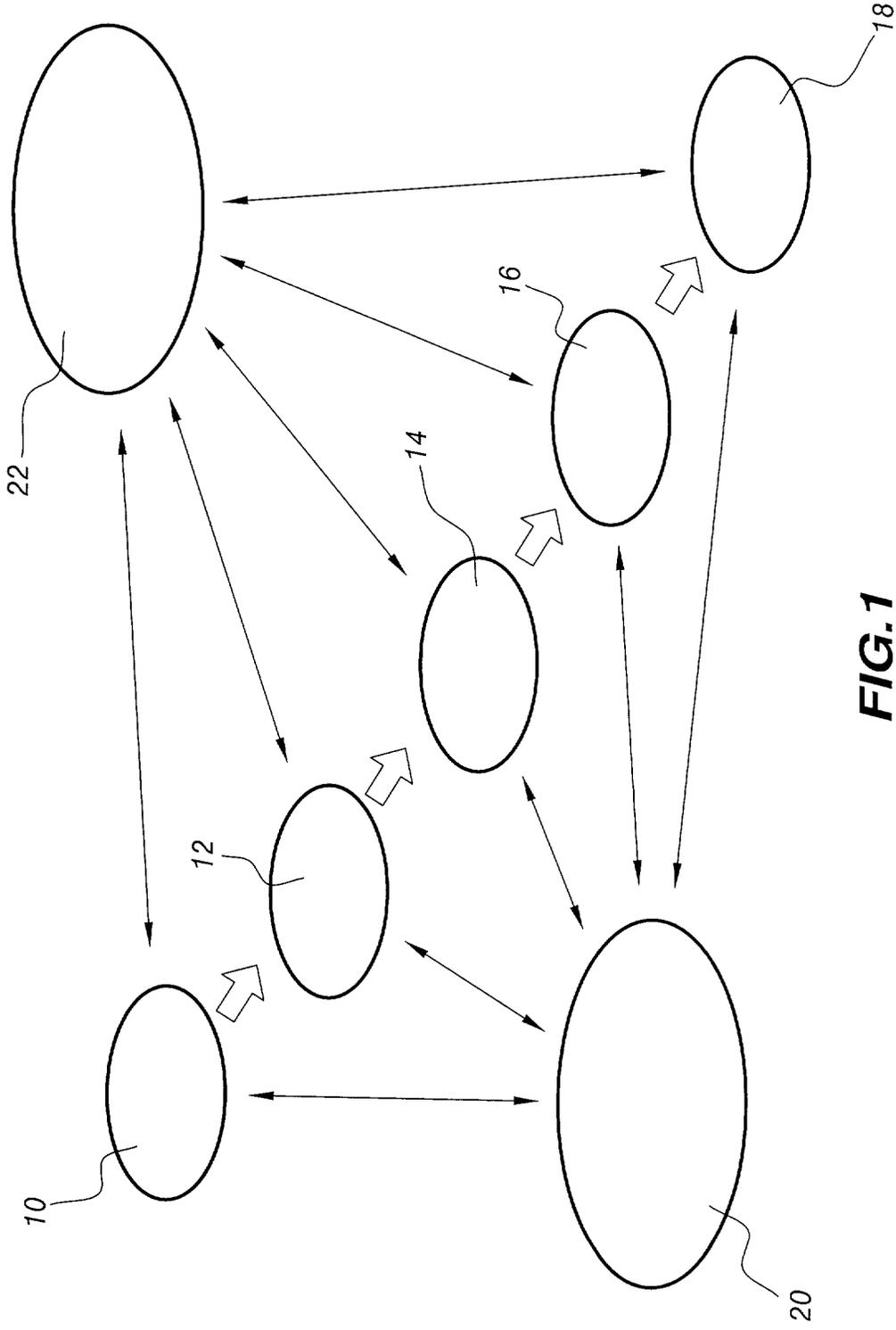


FIG.1

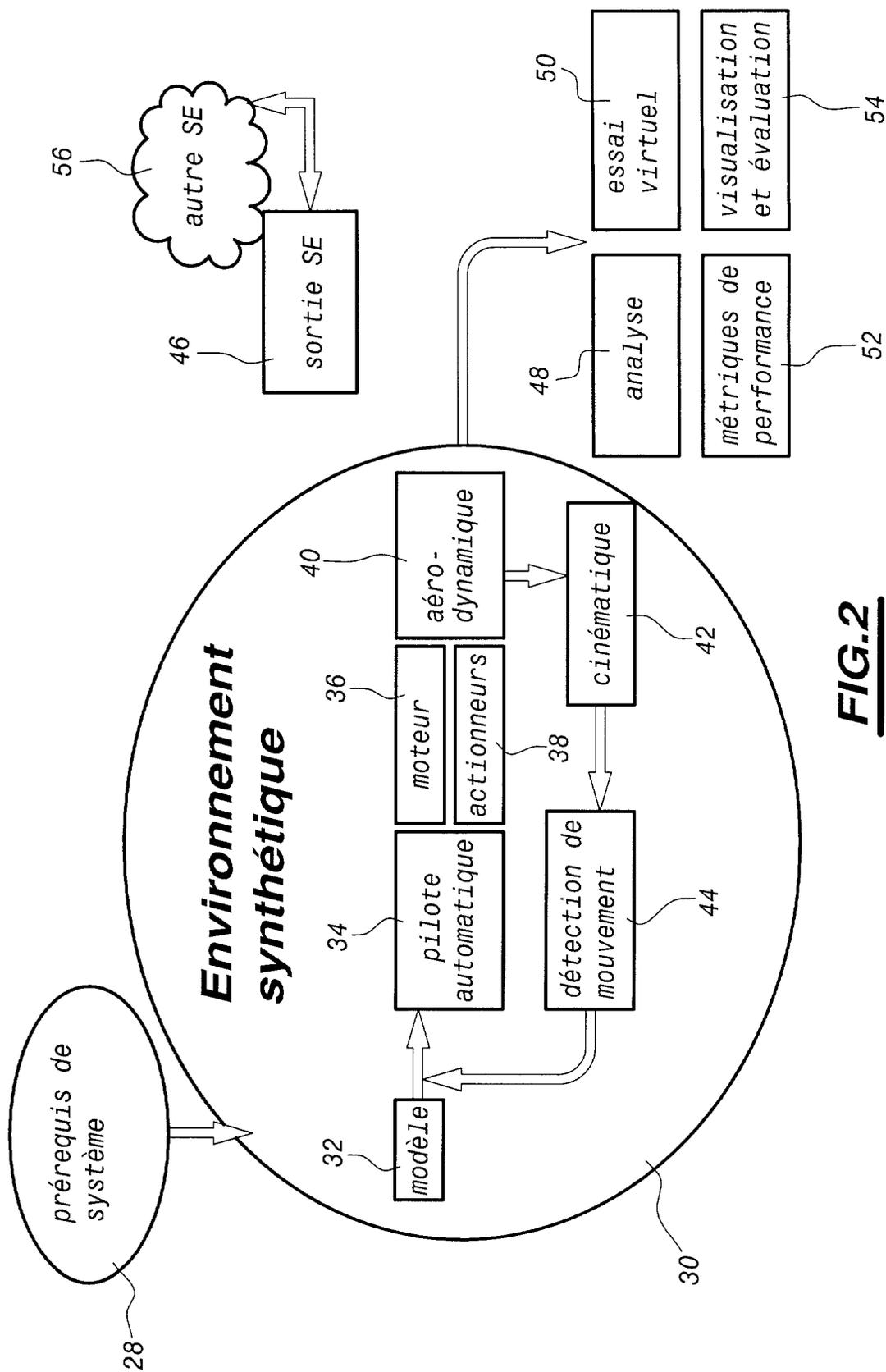


FIG.2

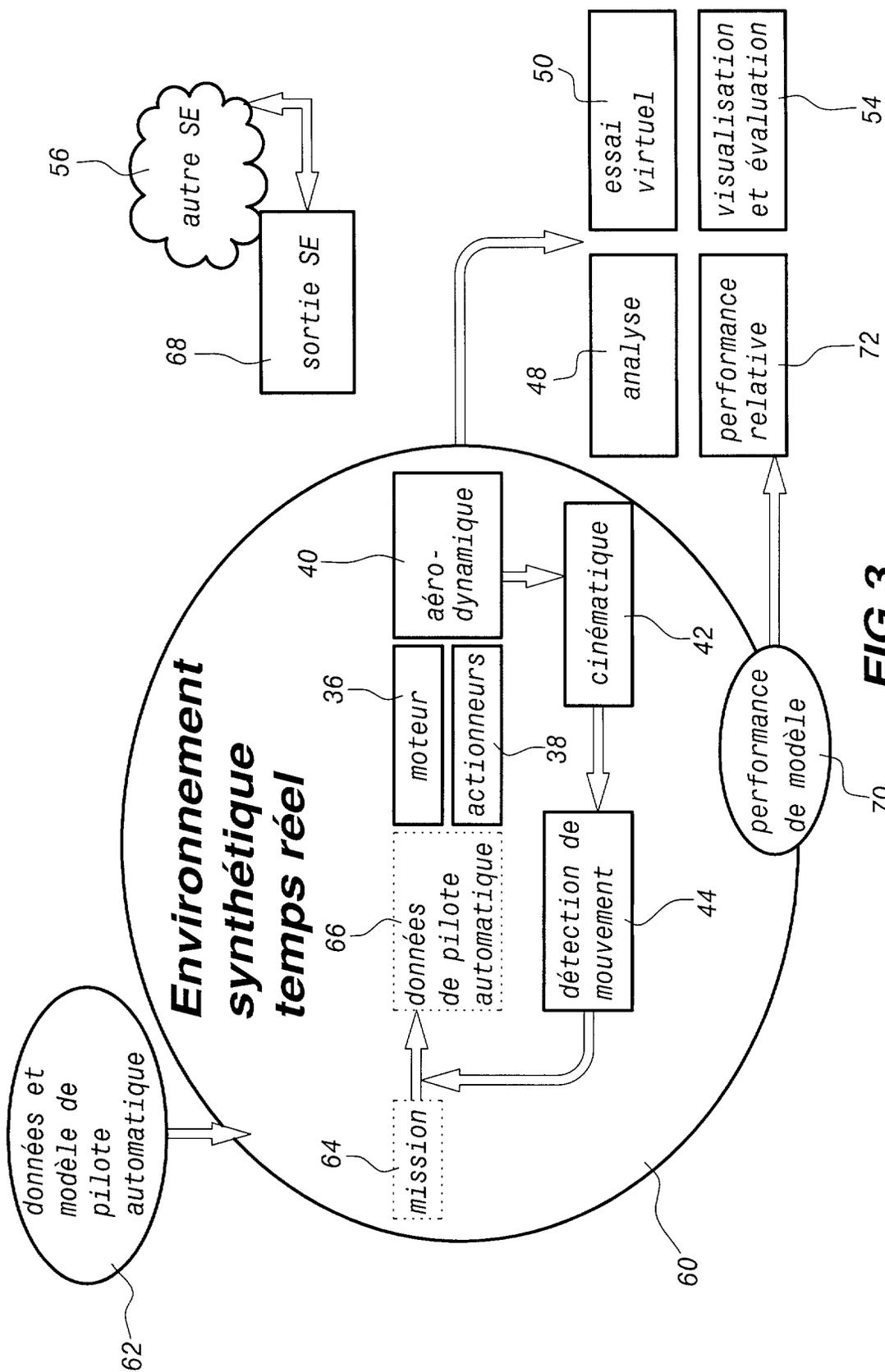
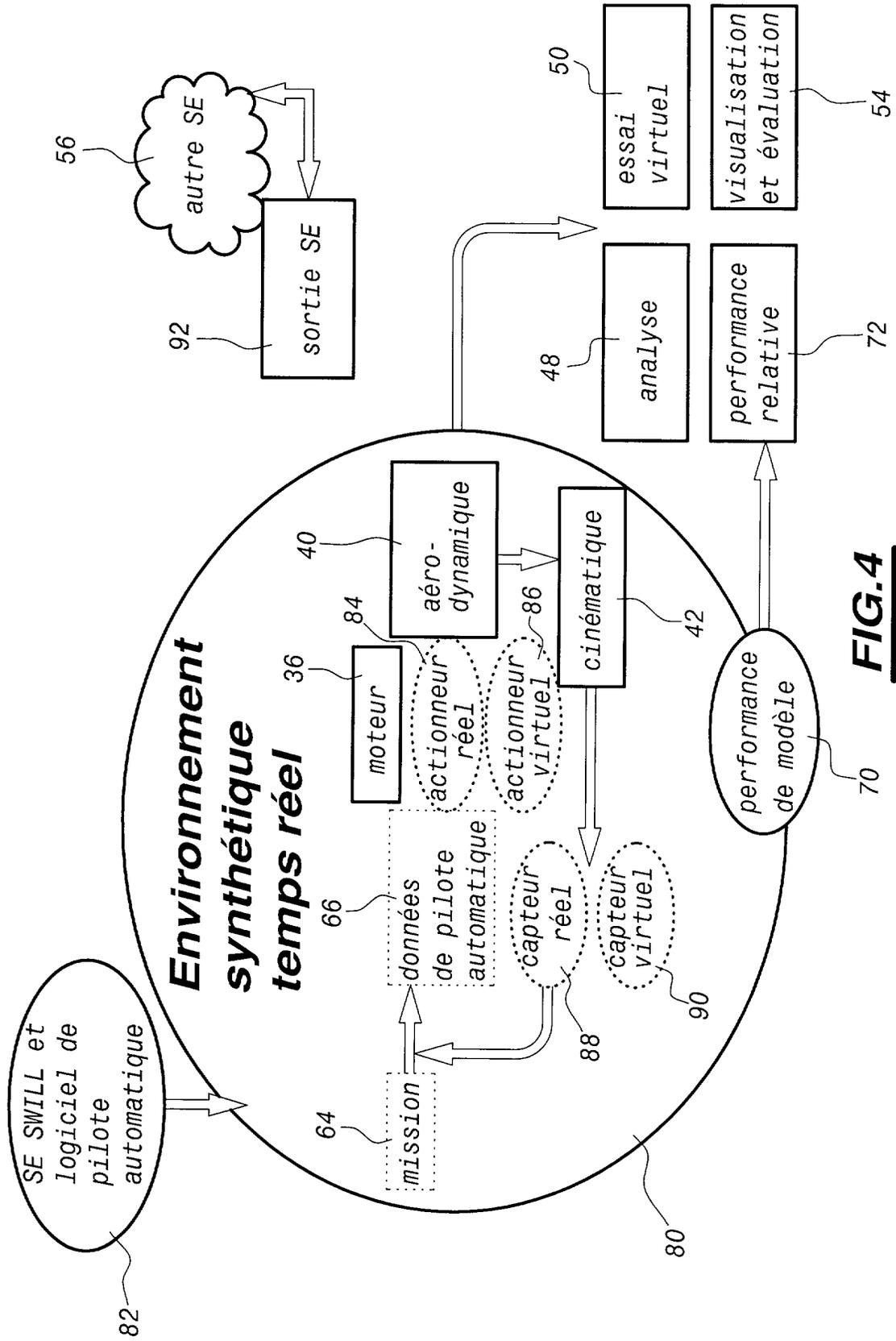


FIG.3



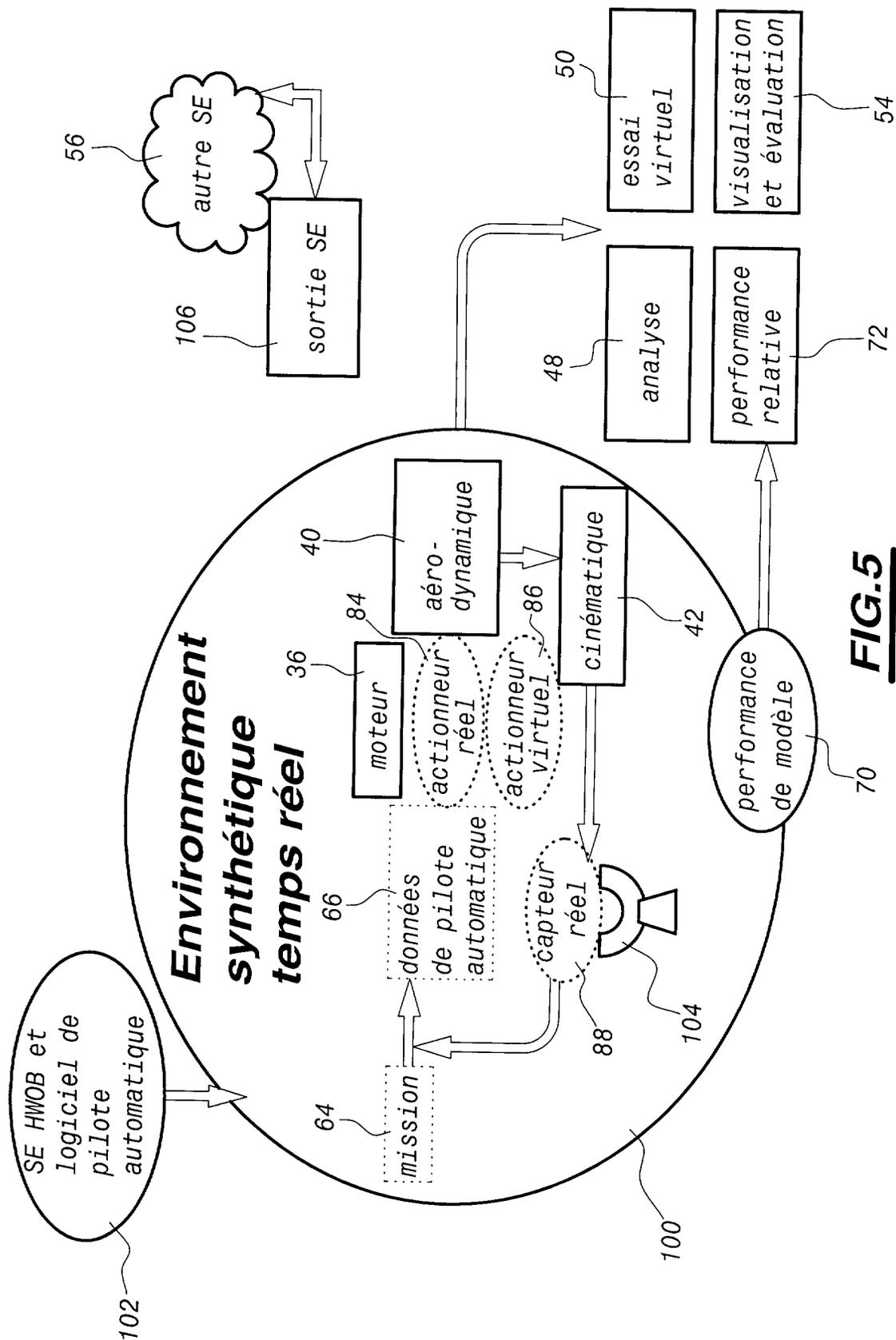


FIG.5

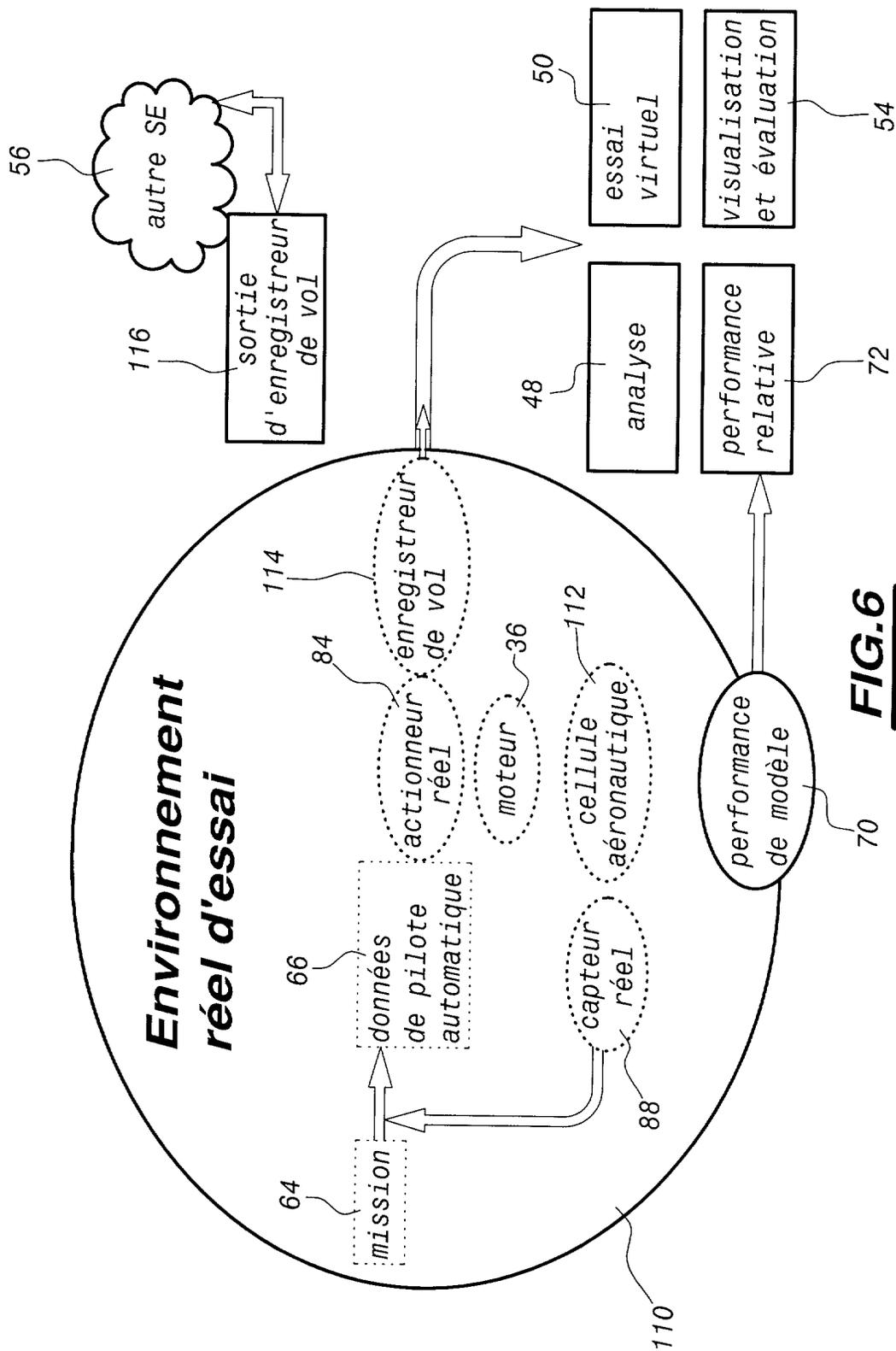


FIG. 6