

Système pour le pilotage d'un engin volant à l'aide de paires de tuyères latérales

La présente invention concerne un système pour le pilotage d'un
5 engin volant, tel qu'un missile ou analogue, à l'aide de jets gazeux latéraux.

On sait que, pour piloter un missile sur une trajectoire, notamment lorsqu'il doit être soumis à des facteurs de charge importants et soudains, on utilise des systèmes de pilotage à tuyères latérales qui sont prévues à
10 bord du missile et qui sont susceptibles d'être alimentées en gaz à partir soit d'un générateur de gaz du propulseur principal, soit d'un générateur de gaz spécialement prévu à cet effet.

Ainsi, il en résulte des jets de gaz latéraux engendrant des forces propulsives transversales aptes à infléchir de façon rapide et importante la
15 trajectoire du missile. On peut faire en sorte que les lignes d'action de telles forces transversales passent par le centre de gravité du missile, ou tout au moins au voisinage de ce centre de gravité et l'on dit alors que le missile est piloté en force, le temps de réponse à la commande étant alors particulièrement rapide. Cependant, ceci n'est pas une obligation et les
20 lignes d'action desdites forces transversales peuvent passer en des points de l'axe du missile différents du centre de gravité. Lesdites forces transversales créent, alors, de façon semblable à des gouvernes aérodynamiques classiques, des moments permettant la commande du missile en attitude par rapport au centre de gravité.

25 Pour modifier la section de passage des gaz traversant les tuyères latérales et agir ainsi sur la trajectoire du missile, les systèmes de pilotage comportent également des dispositifs d'obturation mobiles prévus entre le générateur et les tuyères, et commandant le passage des gaz issus du générateur.

Dans les réalisations connues, à chaque tuyère est associé un dispositif d'obturation comprenant un obturateur lié à la tuyère, et un organe moteur commandant le déplacement de l'obturateur, de manière à faire varier la section de passage des gaz traversant le col de la tuyère.

- 5 Ainsi, ces dispositifs délivrent, selon leur position, une poussée dans une direction donnée (selon l'axe géométrique de la tuyère concernée) et dans un seul sens (selon la sortie de la tuyère).

Les dispositifs d'obturation sont, pour rappel, principalement :

- du type tout ou rien, à modulation de poussée par largeur d'impulsion de type PWM (pulse width modulation) à actionnement de puissance pneumatique. La variation de la pression dans la ou les chambres d'un vérin pneumatique s'effectue grâce à des clapets pilotés par des électroaimants en tout ou rien (de 0 à la poussée maximale en un temps aussi court que possible, limité par la dynamique des électroaimants et du vérin d'actionnement de l'obturateur). Cependant, ce principe de fonctionnement simple induit, de facto, des chocs violents (de plusieurs dizaines de g) et des vibrations sur les structures et les équipements de l'engin à piloter et ne permet pas, de plus, une régulation précise de la poussée ; ou
- 10 - du type électromécanique, utilisant des moteurs électriques associés à un réducteur et/ou un dispositif de transformation de mouvement à vis pour piloter la position de l'obturateur. Ce type de dispositif à déplacement de 'pointeau' rectiligne, compte tenu des efforts et des puissances en jeu, ne permet pas d'obtenir des performances dynamiques élevées avec une masse et un encombrement raisonnable comparativement aux dispositifs pneumatiques précédents.
- 20
- 25

Ces dispositifs présentent des inconvénients. Du fait qu'ils sont associés respectivement aux tuyères, cela implique une réalisation complexe et un encombrement en conséquence. Fonctionnellement, le

déplacement rectiligne d'un obturateur pour fermer plus ou moins le col d'une tuyère agit certes dans une direction donnée (lacet ou tangage par exemple) mais selon le sens imposé par la tuyère. Ces dispositifs ont également pour inconvénient d'engendrer des efforts très importants pour
5 la manœuvre sur l'obturateur. L'équilibrage éventuel des efforts pour réduire la puissance nécessaire, le réglage et la motorisation d'un système différentiel est complexe. De plus, il faut, dans le cas d'une solution électromécanique, transformer la rotation du moteur en un déplacement rectiligne dans un environnement très défavorable de gaz chauds.

10 On connaît, par ailleurs, par le brevet FR 2 659 734, un système de pilotage d'un missile par jets gazeux latéraux dont le dispositif d'obturation des tuyères, au nombre de quatre, deux à deux diamétralement opposées, comporte alors quatre vannes rotatives à obturateurs distribuant le débit de gaz d'un propulseur à poudre dans les
15 quatre tuyères.

On peut ainsi obtenir une poussée modulable suivant deux directions perpendiculaires. Les vannes sont couplées mécaniquement deux à deux pour garantir un débit constant dans chaque paire de tuyères diamétralement opposées (risque d'explosion du propulseur à poudre par
20 surpression) et les obturateurs sont actionnés par des pistons de vérins pneumatiques alimentés par emprunt des gaz du propulseur et asservis en position. L'asservissement de la position des obturateurs par des vérins pneumatiques à gaz chauds permet d'obtenir d'excellentes performances dynamiques en raison de leur très grande puissance massique.

25 Bien qu'il soit opérationnel avec succès, ce système est cependant lourd, relativement complexe et délicat à régler, en particulier, en raison de la nécessité de relier mécaniquement deux à deux les dispositifs d'obturation, en l'occurrence les obturateurs des vannes qui sont en liaison avec deux tuyères respectives diamétralement opposées pour agir

dans les deux sens d'une même direction. Il est aussi nécessaire d'utiliser des matériaux réfractaires soumis à des hautes pressions. De plus, à l'allumage du propulseur à poudre, il existe nécessairement un instant transitoire d'asservissement incontrôlé dû à la montée en pression et à la position aléatoire des différents composants du dispositif (obturateur, bille de régulation). La liaison mécanique permettant de coupler les obturateurs des vannes est, en outre, source de frottements importants qui nuisent à la qualité de l'asservissement et obligent à sur-dimensionner la puissance des vérins d'actionnement.

10 On connaît également par le document WO 96/13694 un système de lancement et d'orientation d'engins volants, pourvu de paires de tuyères en opposition commandables par des dispositifs d'obturation et situées en partie arrière de l'engin volant pour placer celui-ci, après son lancement depuis le sol, en direction de la cible, dans la trajectoire.

15 La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients ci-dessus et concerne un système de pilotage d'un engin volant à l'aide de jets latéraux dont la conception est compacte et modulaire, et est simplifiée de façon, notamment, à obtenir un asservissement d'un niveau de poussée dans les deux sens d'une direction donnée.

20 À cet effet, le système pour le pilotage d'un engin volant, tel qu'un missile et analogue, à l'aide de jets gazeux latéraux, comporte un générateur de gaz apte à être relié à des tuyères latérales par l'intermédiaire de dispositifs d'obturation mobiles, commandant le passage des gaz issus du générateur à travers lesdites tuyères, ces dernières étant associées en paires de façon que les tuyères de chaque paire soient alignées sur un même axe et agencées en opposition l'une de l'autre, avec, entre les deux tuyères alignées de la paire, un unique dispositif d'obturation commandable en liaison avec ledit générateur et apte à commander le passage des gaz à travers lesdites tuyères dans les deux

25

sens, le système étant remarquable par le fait que les paires de tuyères sont contenues dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'engin qui passe par le centre de gravité de celui-ci.

Ainsi, grâce à l'invention, un même dispositif d'obturation commande deux tuyères et permet d'agir dans les deux sens d'une même direction imposée par la paire de tuyères opposées et alignées, de sorte à obtenir l'asservissement d'un niveau de poussée dans les deux sens selon la direction de la paire de tuyères, et de moduler en continu la poussée dans cette direction commune.

Le système s'affranchit donc des inconvénients antérieurs imposant un dispositif d'obturation par tuyère avec action seulement dans le sens de la tuyère concernée, et permet de supprimer les liaisons mécaniques entre les vannes, simplifiant la réalisation du système.

Par exemple, deux paires de tuyères sont agencées de façon diamétralement opposée l'une de l'autre dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'engin. Ainsi, on peut piloter l'engin selon les axes de roulis et de lacet ou de roulis et de tangage. Le fonctionnement des paires de tuyères peut s'effectuer indépendamment l'une de l'autre ou simultanément avec les dispositifs d'obturation des deux paires dans une même position ou dans des positions distinctes de façon que l'engin prenne la trajectoire la mieux appropriée à chaque instant du vol en combinant si nécessaire différents mouvements.

Dans un autre exemple préféré, quatre paires de tuyères sont agencées de façon régulièrement répartie les unes des autres, dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'engin, les quatre paires étant deux à deux diamétralement opposées. Le pilotage en force de l'engin peut se faire selon les axes de roulis, lacet et tangage avec un fonctionnement tel qu'indiqué ci-dessus. Quels que soient les exemples, le pilotage de l'engin

s'effectue jusqu'à la cible tout au long de la trajectoire, laquelle peut varier.

De préférence, le système de pilotage comporte deux ensembles de paires de tuyères alignées et en opposition, lesdits ensembles étant
5 prévus dans des plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'engin, l'un desdits plans passant par le centre de gravité dudit engin. Ainsi, avec un tel agencement, on peut piloter en force l'engin en lui imprimant des forces transversales par le biais de l'ensemble
10 de paires de tuyères passant par le centre de gravité, ou faire du contrôle d'attitude de l'engin selon les axes de roulis, tangage et lacet, par le biais de l'autre ensemble.

Plus particulièrement, les paires de tuyères, à chacune desquelles est associé un dispositif d'obturation unique, sont situées en périphérie du corps cylindrique externe de l'engin et entourent le générateur de gaz en
15 étant en communication fluidique avec celui-ci.

Dans un mode de réalisation préféré, chaque dispositif d'obturation est du type à obturateur rotatif pour la variation des sections de passage des gaz issus du générateur à travers les tuyères, de façon inverse l'une de l'autre.

20 Par exemple, chaque dispositif d'obturation comporte un corps à passage interne dans lequel est reçu l'obturateur rotatif et qui présente deux ouvertures diamétralement opposées raccordées respectivement aux cols des tuyères alignées en opposition, et une ouverture raccordée au générateur de gaz.

25 Chaque obturateur peut occuper une position neutre pour laquelle les ouvertures communiquent entre elles permettant aux gaz, lorsque le générateur est un bloc de poudre assurant de plus la poussée axiale de l'engin, de s'écouler à chaque instant avec un débit constant à travers les paires de tuyères, évitant les risques de surpression. Dans le cas où le

générateur utilise des propergols du type liquide, les obturateurs occupent alors une position neutre pour laquelle ils ferment les ouvertures raccordées au générateur.

Par ailleurs, chaque dispositif d'obturation comporte de plus un
5 organe moteur commandable recevant les ordres de fonctionnement proportionnels et relié à l'obturateur pour déplacer celui-ci et varier continûment les sections de passage des gaz traversant les tuyères. Ledit organe moteur est de préférence un moteur couple relié parallèlement ou coaxialement à un arbre rotatif portant ledit obturateur par l'intermédiaire
10 d'un mécanisme de liaison.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue schématique d'un engin volant tel qu'un
15 missile avec un système de pilotage conforme à l'invention.

La figure 2 montre un exemple de réalisation du système de pilotage comprenant, dans ce cas, deux ensembles de tuyères latérales à dispositifs d'obturation associés.

La figure 3 est une vue transversale de l'un des ensembles de
20 tuyères latérales montrant l'agencement de celles-ci.

La figure 4 représente l'obturateur d'un dispositif d'obturation pilotant la paire de tuyères latérales associées, alignées en opposition.

Les figures 5 et 6 représentent un dispositif d'obturation avec deux exemples de montage de l'organe moteur commandant l'obturateur.

25 L'engin volant tel le missile 1, schématisé sur la figure 1, comprend un corps allongé cylindrique 2 d'axe longitudinal A se terminant, à l'arrière, par des empennages 3 par exemple au nombre de quatre, deux à deux diamétralement opposés, et munis éventuellement de gouvernes non illustrées. Le jet gazeux, sortant d'une tuyère axiale 4 (en

trait pointillé), est symbolisé par une flèche F et est issu de façon usuelle d'un générateur de gaz 5 interne au corps 2 du missile et imprimant la poussée au missile 1.

Au voisinage du centre de gravité G du missile 1 est prévu, dans le corps cylindrique 2, un système de pilotage 6 qui, comme le montrent les figures 1 à 3, se compose de tuyères latérales 7, de dispositifs d'obturation commandables 8 et d'un générateur de gaz. Dans cet exemple, le générateur est le générateur de gaz 5 fournissant la poussée axiale au missile, mais il va de soi que le générateur du système pourrait être différent du générateur principal. Le système de pilotage 6 ainsi agencé permet, comme on le verra ci-après, d'agir sur l'attitude du missile 1 selon les axes de roulis, lacet et tangage (voir le référentiel Oxyz, figure 1), et d'appliquer des forces en y et z passant par le centre de gravité G. Il est donc du type à pilotage en force.

Le générateur de gaz 5 du système 6 et du missile 1 est constitué, comme le montre la figure 2, d'un bloc de poudre solide 10 logé dans un boîtier ou bidon cylindrique 11 qui est rapporté de façon usuelle à l'intérieur du corps cylindrique du missile.

Dans cet exemple de réalisation non limitatif, le système 6 comprend deux ensembles E1, E2 de tuyères latérales 7, les ensembles ayant le même nombre de tuyères et étant disposés dans deux plans parallèles PL1 et PL2, perpendiculaires à l'axe longitudinal A du missile (axe x du référentiel).

Le système de pilotage 6 de l'invention consiste à associer en paires des tuyères latérales 7 en opposition l'une de l'autre, de sorte que les deux tuyères de chaque paire sont commandables à partir d'un même dispositif d'obturation 8 prévu entre celles-ci. Pour cela, les deux tuyères latérales 7 de chaque paire sont alignées sur un même axe A1 (figures 3 et 4) et sont agencées en opposition l'une de l'autre avec les cols 12 de

ces tuyères en regard l'un de l'autre et fixés au dispositif d'obturation commun 8, au centre des deux tuyères.

Comme on le voit sur les figures 2 et 3, chaque ensemble E1, E2 comporte, dans cet exemple, quatre paires identiques P1, P2, P3, P4 de
5 deux tuyères latérales et opposées 7, les quatre paires étant diamétralement opposées deux à deux et situées proches de la périphérie du corps cylindrique 2 du missile 1. Ainsi, dans cet exemple, deux paires se trouvent parallèles à l'axe y du référentiel et deux autres paires sont parallèles à l'axe z. Les deux ensembles E1 et E2 comprennent alors seize
10 tuyères 7 formant huit doubles tuyères ou paires de tuyères.

Par ailleurs, toujours dans cet exemple, le plan PL1 du premier ensemble E1 de quatre paires de tuyères latérales opposées passe au moins sensiblement par le centre de gravité G du missile 1, de sorte à assurer le pilotage en force de celui-ci. Quant au plan PL2 du second
15 ensemble E2, il est décalé parallèlement du plan PL1 et les paires de tuyères latérales assurent notamment le pilotage en attitude du missile.

Bien évidemment, le fonctionnement des ensembles E1, E2 peut s'effectuer indépendamment l'un de l'autre ou simultanément, avec la mise en action, par la commande des dispositifs d'obturation concernés 8,
20 de l'une ou de plusieurs paires P1, P2, P3, P4 de tuyères latérales 7 quelles qu'elles soient. Le système de pilotage 6 n'est pas non plus limité à cette disposition spécifique de deux plans de quatre paires de tuyères opposées chacun. Au moins une paire de tuyères latérales opposées 7, commandable par un dispositif d'obturation commun 8 et contenue dans
25 un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du missile, est suffisante pour piloter le missile dans les deux sens d'une seule et même direction donnée par l'axe d'alignement commun A1 des tuyères en opposition. Bien évidemment, il est préférable d'avoir au moins deux paires de tuyères,

agencées symétriquement par rapport à l'axe du missile pour éviter les effets parasites si une seule paire était présente.

Comme on le voit plus particulièrement en regard de la figure 4, les parois latérales 13 délimitant les deux tuyères latérales 7 alignées en opposition de la paire représentée P1 sont rapportées sur un corps 14 du dispositif d'obturation commandable 8, commun aux deux tuyères, par tout moyen approprié (vissage, soudage, etc..). Dans le corps 14 est ménagé un passage axial 15 dans lequel est logé l'obturateur proprement dit 16 qui est du type rotatif, tournant autour d'un axe A2 parallèle à l'axe A du missile et, donc, perpendiculaire à l'axe commun A1 des tuyères alignées.

Ce passage interne 15 présente une forme cylindrique pour la rotation de l'obturateur et fait office de chambre intermédiaire entre le générateur 5 et les deux tuyères latérales 7, avec l'obturateur 16 qui permet de régler, selon sa position et de façon inverse l'une de l'autre, la section de passage des gaz issus du générateur 5, avec un débit constant dans le cas d'un générateur à poudre, à travers les cols 12 des tuyères, et par suite, d'agir sur la trajectoire du missile.

Pour cela, pour assurer la communication fluidique entre le passage ou chambre interne 15 du corps 14 et les cols 12 des tuyères 7 alignées en opposition, deux ouvertures 17 sont pratiquées, de façon diamétralement opposée, dans le corps et débouchent, une fois les tuyères solidaires du corps, respectivement en regard des cols desdites tuyères.

Et, pour assurer la communication fluidique entre le passage interne 15 du corps du dispositif 8 et le bloc de poudre 10 du générateur de gaz 5, une ouverture radiale 18 est prévue dans le corps, perpendiculairement, d'une part, à l'axe commun A1 des tuyères 7 et des

ouvertures diamétrales 17 et, d'autre part, à l'axe de rotation A2 de l'obturateur, c'est-à-dire du passage axial 15 du corps 14.

En particulier, l'obturateur représenté 16 a une forme appropriée pour permettre le libre passage des gaz du générateur 5 lorsque le bloc de
5 poudre 10 est initié, et varier la section de passage des gaz à travers les ouvertures 17 en direction du col des tuyères opposées 7 de la paire en question P1, par suite de la commande de l'obturateur. Il permet donc la modulation de la poussée par la position qu'il occupe. Dans cet exemple, l'obturateur 16 couvre sensiblement 180° du passage interne 15 et se
10 présente sous forme d'un secteur angulaire en demi-couronne (ou haricot) prévu sur un arbre rotatif 19 autour de l'axe A2. L'obturateur 16 et l'arbre 19 sont, de préférence, réalisés en une seule et même pièce.

Ainsi, dans la position illustrée sur la figure 4, position qualifiée de neutre, pour laquelle aucun ordre de pilotage n'est envoyé en direction de
15 cette paire P1 de tuyères latérales en opposition 7, l'obturateur 16 obstrue la moitié des deux ouvertures diamétrales 17 du corps 14 donnant dans les cols 12 des tuyères (dans le cas où le générateur est à propergol liquide, la section angulaire de l'obturateur sera de l'ordre de 240° pour fermer simultanément les cols des deux tuyères). Le fonctionnement du
20 système 6 et de ses dispositifs 8 sera décrit ci-après.

La commande en rotation de l'arbre 19 de l'obturateur du dispositif concerné 8 est réalisée par un organe moteur 20 qui est agencé, dans les deux exemples de réalisation illustrés respectivement sur les figures 5 et 6, soit parallèlement à l'axe de rotation A2 de l'arbre 19
25 (figure 5), ou coaxialement à l'axe A2 de celui-ci (figure 6).

Dans la réalisation représentée sur les figures 2 et 5 notamment, l'organe moteur 20 de chaque dispositif d'obturation 8 commun à la paire de tuyères concernée P1, P2, P3, P4, est décalé parallèlement de l'obturateur 16. Pour assurer la transmission de mouvement, l'arbre de

sortie 21 de l'organe moteur et l'arbre 19 de l'obturateur sont reliés l'un à l'autre par un mécanisme de liaison, tel qu'un secteur denté 23, formant étage réducteur entre le pignon de l'arbre de sortie 21 et l'arbre 19 du corps 14. Un carter commun 24 réunit, par ailleurs, l'organe moteur 20 au
5 corps 14 du dispositif.

De plus, pour minimiser les couples de frottement, l'arbre 19 de l'obturateur est monté sur des roulements à aiguilles 25 prévus entre le corps 14 du dispositif et l'arbre 19, respectivement de part et d'autre de l'obturateur 16. Un joint d'étanchéité torique 26 est, par ailleurs, prévu
10 entre le corps et l'arbre protégeant l'intérieur du dispositif d'obturation 8 du milieu extérieur (flux thermiques). Et une butée à billes 27 est aussi disposée entre le support 28 du joint et un épaulement 29 ménagé sur l'arbre 19 de l'obturateur.

Dans une autre réalisation illustrée sur la figure 6, l'organe moteur
15 20 est coaxial au dispositif d'obturation 8. Pour cela, un réducteur planétaire 30 ou tout autre mécanisme de réduction approprié est rapporté en sortie de l'organe moteur et est relié, par son arbre 21, à l'arbre 19 de l'obturateur. Un carter cylindrique 31 associe également le réducteur 30 au corps 14 du dispositif. Là aussi, l'arbre rotatif 19 est monté, par
20 rapport au corps fixe 14, sur des roulements à aiguilles 25 et par une butée à billes axiale 27. Le joint d'étanchéité 26 est, également, prévu.

Le rapport de réduction doit, cependant, rester suffisamment faible pour conserver au dispositif une dynamique élevée (vitesse et accélération) compatible avec le pilotage du missile.

25 Quelle que soit la réalisation adoptée, grâce notamment au montage de roulements et butée à billes, l'organe moteur 20 peut être un simple moteur-couple électrique, de dimension compacte et fournissant un couple suffisant pour entraîner l'obturateur. A ce moteur-couple est avantageusement associé, à l'arrière de celui-ci, un boîtier 32 renfermant

une électronique de puissance et d'asservissement appropriée, non représentée, pour le fonctionnement de chaque dispositif d'obturation 8 à commander. L'organe moteur est asservi en position et intègre un capteur de position angulaire ou tout autre dispositif approprié. La connaissance
5 précise de la position de chaque obturateur par le capteur de recopie et d'une mesure de la pression des gaz de propulsion permet de déterminer, de façon relativement précise, le niveau de poussée (amplitude et signe) en fonction de la position commandée de l'obturateur.

On remarque, également, la réalisation particulièrement simple du
10 dispositif d'obturation commun 8, tant du point de vue structurel (assemblage) que fonctionnel (réglage et valeur de l'angle du secteur angulaire de l'obturateur nécessaire pour l'ouverture et la fermeture des tuyères associées).

Bien qu'il soit préférable d'utiliser un obturateur rotatif, on pourrait
15 envisager un obturateur déplaçable en translation, mais cela impliquerait un montage plus complexe.

Le fonctionnement du système de pilotage 6 équipant un tel missile 1 est le suivant.

On suppose que le missile suit la trajectoire imposée, le bloc de
20 poudre 10 du générateur 5 étant en cours de combustion procurant la poussée axiale F au missile, sans intervention du système de pilotage.

Dans cette configuration, les obturateurs 16 des dispositifs d'obturation 8 associés aux paires P1, P2, P3, P4 de tuyères opposées 7 occupent tous une position neutre telle qu'illustrée sur les figures 3 et 4.
25 C'est-à-dire que les sections des cols 12 des tuyères par lesquelles passent les jets gazeux latéraux J après avoir franchi l'ouverture 18, le passage ou chambre 15 et les deux ouvertures diamétrales 17 de chaque dispositif, sont égales. Ainsi, les jets J sortant, dans l'exemple décrit, des

quatre paires de tuyères opposées 7 des deux ensembles E1, E2 s'équilibrent et n'influent pas sur la trajectoire axiale du missile.

Lorsque l'on veut modifier la trajectoire du missile pour une quelconque raison, un ordre est donné pour agir, via l'électronique de commande 32, sur l'obturateur 16 de la paire de tuyères du dispositif
5 choisi 8 ou, bien entendu, sur les électroniques de commande de plusieurs obturateurs des paires choisies si l'on veut par exemple imprimer au missile des mouvements selon les axes de roulis, tangage et lacet (référentiel Oxyz) autour du centre de gravité, et/ou des forces dans un
10 plan yz perpendiculaire à l'axe x, passant par le centre de gravité G.

Dans l'exemple rapporté aux figures 3, 4 et 5 ou 6, le dispositif d'obturation 8 est mis sous tension par une source appropriée non représentée alimentant l'électronique de commande. L'organe moteur 20 alors excité entraîne, par l'intermédiaire du mécanisme de liaison 23
15 (figures 2 et 5) ou 30 (figure 6), le pivotement angulaire de l'arbre 19 dans le sens et l'angle choisis. De la sorte, l'obturateur 16 en forme de secteur angulaire tourne autour de l'axe A2 quittant la position neutre. Une nouvelle position prise alors par l'obturateur est illustrée à titre d'exemple en trait pointillé sur la figure 4, et on voit alors que l'ouverture
20 17 donnant vers la tuyère de gauche sur cette figure est davantage obturée par rapport à la position initiale où cette ouverture est à moitié ouverte et à moitié fermée. En revanche, simultanément et inversement, l'ouverture 17 donnant vers la tuyère de droite est davantage ouverte.

On comprend donc que, dans cette nouvelle position en trait pointillé, la section de passage du jet gazeux J sortant par la tuyère de
25 droite est plus importante que la section de passage du jet gazeux sortant par la tuyère de gauche.

Si l'on considère que la paire de tuyères du dispositif en question 8 appartient à l'ensemble E2 destiné au contrôle de l'attitude du missile, et

correspond à celle P1 située en partie haute de la figure 3, il résulte de la rotation de l'obturateur (sur environ 20°), une action des jets gazeux J dans les deux sens selon l'axe commun A1 aux deux tuyères, ce qui entraîne un déplacement en roulis du missile autour de l'axe A et de
5 contrôler le degré de liberté dans les deux sens par une seule paire de tuyères. Si l'on n'agit que sur ce degré de liberté (axe de roulis), pour ne pas perturber les autres degrés de liberté (axes de tangage et de lacet), il est préférable d'agir de la même façon sur la paire P3 de tuyères en partie basse de la figure 3 par la rotation de l'obturateur du dispositif
10 correspondant. De la sorte, on obtient une symétrie d'action des deux paires P1, P3 de tuyères 7 et donc un couple pur pour effectuer du roulis.

Dans le cas où la paire P1 de tuyères appartient à l'ensemble E1 destiné au pilotage en force, par la mise en œuvre du dispositif 8 ayant entraîné la rotation de l'obturateur vers la gauche, on engendre une force
15 vers la droite, selon l'axe y, déplaçant en translation le missile de ce côté.

Si l'on revient aux paires de tuyères de l'ensemble E2, on peut aussi bien agir de la même façon sur les obturateurs que différemment.

Par exemple, en considérant toujours les deux paires P1, P3 de tuyères opposées 7 en parties haute et basse de la figure 3, on contrôle
20 deux degrés de liberté avec celles-ci, à savoir roulis et lacet. Si on fait tourner les obturateurs des deux dispositifs 8 dans le même sens avec une rotation identique, on engendre une force vers la gauche ou vers la droite perpendiculaire au plan xz formé par les axes de roulis x et de lacet z, tandis que, si on les fait tourner dans des sens opposés, on engendre un
25 couple de roulis autour de l'axe A (axe x du référentiel).

On peut aussi combiner l'action des deux paires de tuyères ci-dessus en tournant par exemple de 20° vers la gauche l'obturateur 16 de la paire P1 pour créer du roulis et de 10° vers la droite l'obturateur 16 de

la paire P3 pour créer du lacet. Bien évidemment cela se fait dans les limites du pilotage du missile.

Un tel fonctionnement est aussi atteint par les deux paires P2, P4 de tuyères 7, situées en parties gauche et droite de la figure 3, où on peut
5 contrôler deux degrés de liberté, à savoir roulis et tangage. Si on fait tourner les obturateurs 16 des deux paires P2, P4 dans le même sens avec une rotation identique, on engendre une force vers le haut ou vers le bas perpendiculaire au plan xy formé par les axes de roulis x et de tangage y, tandis que, si on les fait tourner dans des sens opposés, on engendre
10 un couple de roulis autour de l'axe A (axe x).

Toute combinaison des quatre paires de tuyères selon le sens de rotation des obturateurs et l'angle donné est bien entendu possible pour moduler les sections de passage des jets gazeux dans les tuyères et obtenir alors la trajectoire souhaitée et réalisable par le missile. Cela est
15 valable aussi bien pour l'ensemble E1 que pour l'ensemble E2.

Une telle disposition en quatre paires de deux ensembles implique une certaine redondance entre les paires de tuyères dans les mouvements selon les axes. Bien que celle-ci ne soit pas contraignante, on pourrait envisager, sans sortir du cadre de l'invention, une disposition avec trois
20 paires de tuyères régulièrement réparties à 120° les unes des autres autour de l'axe A du corps.

Le système de pilotage 6 selon l'invention permet de guider le missile tout au long de sa trajectoire jusqu'à la cible en agissant sur les trois degrés de liberté du missile par un contrôle d'attitude autour des
25 axes xyz du référentiel et/ou en exerçant des efforts sur celui-ci passant par son centre de gravité.

REVENDICATIONS

1. Système pour le pilotage d'un engin volant, tel qu'un missile et analogue, à l'aide de jets gazeux latéraux, comportant un générateur de gaz (5) apte à être relié à des tuyères latérales (7) par l'intermédiaire de dispositifs d'obturation mobiles (8), commandant le passage des gaz issus du générateur à travers lesdites tuyères, ces dernières étant associées en paires (P1, P2, P3, P4) de façon que les tuyères de chaque paire soient alignées sur un même axe (A1) et agencées en opposition l'une de l'autre, avec, entre les deux tuyères alignées de la paire, un unique dispositif d'obturation commandable (8) en liaison avec ledit générateur (5) et apte à commander le passage des gaz à travers lesdites tuyères (7) dans les deux sens, caractérisé par le fait que les paires (P1, P2, P3, P4) de tuyères (7) sont contenues dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'engin qui passe par le centre de gravité (G) de celui-ci.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé par le fait que quatre paires (P1, P2, P3, P4) de tuyères (7) sont agencées de façon régulièrement répartie les unes des autres, les quatre paires étant deux à deux diamétralement opposées.

3. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que deux ensembles (E1, E2) de paires (P1, P2, P3, P4) de tuyères (7) alignées et en opposition sont prévus dans des plans (PL1, PL2) parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'engin, l'un (PL1) desdits plans passant par le centre de gravité (G) dudit engin.

4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les paires de tuyères, à chacune desquelles est associé un dispositif d'obturation unique (8), sont situées en périphérie du

corps cylindrique externe (2) de l'engin et entourent le générateur de gaz (5) en étant en communication fluidique avec celui-ci.

5. Système selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que chaque dispositif d'obturation (8) est du type à obturateur rotatif (16) pour la variation des sections de passage des gaz issus du générateur à travers les tuyères, de façon inverse l'une de l'autre.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé par le fait que chaque dispositif d'obturation (8) comporte un corps (14) à passage interne (15) dans lequel est reçu l'obturateur rotatif (16) et qui présente deux ouvertures diamétralement opposées (17) raccordées respectivement aux cols des tuyères (7) alignées en opposition, et une ouverture (18) raccordée au générateur de gaz (5).

7. Système selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que chaque dispositif d'obturation (8) comporte de plus un organe moteur commandable (20) recevant les ordres de fonctionnement proportionnels et relié à l'obturateur (16) pour déplacer celui-ci et varier continûment les sections de passage des gaz traversant les tuyères (7).

8. Système selon la revendication 7, caractérisé par le fait que ledit organe moteur (20) est un moteur couple relié parallèlement ou coaxialement à un arbre rotatif (19) portant ledit obturateur par l'intermédiaire d'un mécanisme de liaison (23, 30).