

DESCRIPTION

TITRE : Installation de transport sur laquelle circule un véhicule et procédé de commande d'un tel véhicule.

5

Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne une installation de transport comprenant une piste sur laquelle un véhicule circule.

10

L'invention concerne aussi un procédé de commande dudit véhicule.

Etat de la technique

Dans un contexte où de nouveaux modes de déplacements urbains se développent, une attention est portée aux transports en commun utilisant des installations comprenant des voies aériennes. Pour cela, il est envisagé d'utiliser des véhicules compacts équipés de galets pour circuler sur la voie aérienne généralement composée de câbles.

15

Il est connu de l'état de la technique, des installations à câble de type téléphérique, comprenant au moins un câble porteur. Ces installations donnent satisfaction en ce qu'elles permettent de transporter des personnes en milieu urbain notamment dans des zones où la surface disponible au sol est saturée. Dans la majeure partie des cas, le véhicule se positionne naturellement à l'aplomb du point d'accroche à la piste. Bien que les suspentes du véhicule soient parfois amorties, il n'est toutefois pas possible d'éviter les phénomènes de basculement, d'oscillations qui même amorties peuvent dégrader le confort des passagers. Par ailleurs, l'utilisation d'une suspente ne permet pas de compenser les oscillations transversales à la manière d'un train pendulaire. Le parcours du centre de gravité du compartiment voyageur est quant à lui nécessairement globalement parallèle à la courbe de la déformée du câble et ne peut pas être maintenu dans un domaine de confort optimal.

25

Des systèmes sans suspentes existent également, ces derniers sont sujet à suivre la déformée du câble ou s'inscrire sur une trajectoire rectiligne moyennant une correction de la position verticale de la cabine.

30

Ainsi aucun de ces systèmes ne permet d'inscrire un compartiment voyageur sur une trajectoire relativement indépendante de celle des pistes de circulation en permettant simultanément le maintien de l'accélération ressentie au niveau du plancher du compartiment véhicule à une valeur donnée proche de

35

l'accélération de la pesanteur, et dans une direction la plus perpendiculaire possible au plancher.

Le maintien de l'accélération ressentie par un passager ou une charge perpendiculaire au plancher et dans des valeurs acceptables est nécessaire pour
5 préserver l'intégrité et éventuellement le confort de la charge transportée notamment lorsque le compartiment est soumis à des événements non prévisibles car dépendant de phénomènes exogènes (vent, températures, ...) et endogènes (influence des passagers, des autres véhicules...).

10 **Objet de l'invention**

La présente invention a pour but de proposer une solution qui réponde à tout ou partie des problèmes précités.

Ce but peut être atteint grâce à la mise en œuvre d'un procédé de commande d'un véhicule se déplaçant sur une piste, le véhicule comprenant des galets
15 destinés au contact sur au moins un support définissant la piste, un plancher destiné au transport d'une charge, ledit plancher coopérant avec les galets par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions, l'ensemble de suspensions comprenant au moins une suspension, l'au moins une suspension étant contrôlée par au moins une consigne de force définissant la force exercée par l'au moins une suspension sur le plancher, le
20 procédé étant mis en œuvre par un système de contrôle commande et comprenant les étapes suivantes :

- collecte d'un paramètre de tangage du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de tangage du plancher ;
- détermination d'une commande longitudinale de correction destinée
25 à modifier l'au moins une consigne de force ;
- application de la commande longitudinale de correction à l'ensemble de suspensions, la commande longitudinale de correction étant représentative d'un différentiel longitudinal de consigne de force, ledit différentiel longitudinal étant appliqué entre deux suspensions
30 associées respectivement à deux galets disposés longitudinalement selon le sens de déplacement du véhicule, le différentiel étant dépendant de la distance entre les deux galets, et du paramètre de tangage du plancher.

Les dispositions précédemment décrites permettent de contrôler
35 l'inclinaison du véhicule pour maintenir la charge présente dans une situation dite de confort vis-à-vis de l'accélération ou de la décélération du véhicule. Par exemple, la

situation de confort peut correspondre à une situation où l'accélération ressentie par la charge est sensiblement perpendiculaire au plancher.

Par sensiblement perpendiculaire, on entend une direction comprise dans un intervalle angulaire inférieur à 5° par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur, et plus particulièrement dans un intervalle angulaire inférieur à 2,86° par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur.

De manière synergique, les dispositions précédemment décrites permettent de placer la charge dans le véhicule dans la situation de confort notamment lorsque le véhicule est soumis à une rotation de tangage par l'action d'un vent frontal.

De manière avantageuse, l'utilisation d'un paramètre de tangage du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de tangage du plancher permet de s'adapter aux variations de vitesse de tangage du plancher, et permet d'apporter une correction dynamique de l'inclinaison du plancher.

Le procédé de commande peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

Selon un mode de réalisation, l'étape de collecte d'un paramètre de tangage du plancher comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de tangage du plancher, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison de la valeur du paramètre de tangage du plancher à une valeur de tangage de confort prédéterminée, l'étape de détermination d'une commande longitudinale de correction étant mise en œuvre dans le cas où la valeur du paramètre de tangage du plancher est supérieure à la valeur de tangage de confort.

Les dispositions précédemment décrite permettent notamment de ramener l'accélération en rotation de tangage à une valeur inférieure à l'accélération de tangage de confort.

Selon un mode de réalisation, le différentiel longitudinal appliqué entre deux suspensions associées respectivement à deux galets disposés longitudinalement selon le sens de déplacement du véhicule est déterminé de sorte à maintenir l'accélération de la charge sensiblement perpendiculaire au plancher.

Ainsi, et de manière avantageuse, le différentiel longitudinal est configuré pour s'adapter aux variations de vitesse du véhicule, notamment lorsqu'il accélère ou décélère sur la piste. Il est donc bien compris que le différentiel longitudinal peut conduire à une inclinaison du plancher du véhicule différente d'une inclinaison horizontale.

Selon un mode de réalisation, la consigne de force est appliquée par une commande du couple d'un moteur contrôlant une suspension.

Selon un mode de réalisation, la commande longitudinale de correction dépend de la masse du véhicule.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend les étapes suivantes :

- 5
 - collecte d'un paramètre d'accélération sur la piste, représentatif de l'accélération du plancher longitudinalement dans le sens de déplacement du véhicule ;
 - modification du différentiel longitudinal en tenant compte du paramètre d'accélération sur la piste.

10 Selon un mode de réalisation, l'étape de collecte d'un paramètre d'accélération sur la piste comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre d'accélération sur la piste, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison de la valeur du paramètre d'accélération sur la piste à une valeur d'accélération de plancher de confort prédéterminée, l'étape de modification du
15 différentiel longitudinal étant mise en œuvre dans le cas où la valeur paramètre d'accélération sur la piste est supérieure à la valeur d'accélération de plancher de confort.

Les dispositions précédemment décrites permettent d'anticiper le mouvement du plancher du véhicule en cas d'accélération ou de freinage.

20 Ainsi, selon un mode de réalisation, le plancher du véhicule est incliné vers l'avant dans le cas où le véhicule accélère sur la piste.

Alternativement ou conjointement, le plancher du véhicule peut être incliné vers l'arrière lorsque le véhicule ralenti ou freine sur la piste.

25 Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend les étapes suivantes :

- collecte d'un paramètre d'écrasement de la charge, représentatif de l'accélération du plancher selon un axe sensiblement perpendiculaire au plancher ;
- détermination d'une commande normale de correction destinée à
30 modifier l'au moins une consigne de force ;
- application de la commande normale de correction à l'ensemble de suspensions, la commande verticale de correction étant destinée à piloter les suspensions de sorte à ramener le paramètre d'écrasement de la charge dans une direction, et avec une intensité sensiblement
35 proche de l'accélération de la pesanteur.

Par intensité sensiblement proche, on entend une intensité comprise dans un intervalle de 2.5 m/s^2 centré autour de l'intensité de l'accélération de la pesanteur, ou plus particulièrement, dans un intervalle de 1.6 m/s^2 centré autour de l'intensité de l'accélération de la pesanteur.

5 Par direction sensiblement proche, on entend une direction comprise dans un intervalle angulaire inférieur à 5° par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur, et plus particulièrement dans un intervalle angulaire inférieur à $2,86^\circ$ par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur.

10 Selon un mode de réalisation, l'étape de collecte d'un paramètre d'écrasement de la charge comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre d'écrasement de la charge, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison de la valeur du paramètre d'écrasement de la charge, à une valeur d'accélération normale de confort prédéterminée, l'étape de détermination d'une commande normale de correction étant mise en œuvre dans le cas où la valeur
15 paramètre d'écrasement de la charge est supérieure à la valeur d'accélération normale de confort.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend les étapes suivantes :

- 20 - collecte d'un paramètre de roulis du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de roulis du plancher ;
- détermination d'une commande latérale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
- 25 - application de la commande latérale de correction à l'ensemble de suspensions, la commande latérale de correction étant représentative d'un différentiel latéral de consigne de force, ledit différentiel latéral étant appliqué entre deux suspensions associées respectivement à deux galets disposés latéralement par rapport au sens de déplacement du véhicule, et étant dépendant de la distance entre les deux galets, et du paramètre de roulis du plancher.

30 Selon un mode de réalisation, l'étape de collecte d'un paramètre de roulis du plancher comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de roulis du plancher, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison de la valeur du paramètre de roulis du plancher, à une valeur de roulis de confort prédéterminée, l'étape de détermination d'une commande latérale de correction étant
35 mise en œuvre dans le cas où la valeur du paramètre de roulis du plancher est supérieure à la valeur de roulis de confort.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend les étapes suivantes :

- 5 - collecte d'un paramètre de lacet du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de lacet du plancher, comprenant la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de lacet du plancher;
- 10 - comparaison de la valeur du paramètre de lacet du plancher, à une valeur de lacet de confort prédéterminée ;
- 15 - dans le cas où la valeur du paramètre de lacet du plancher est supérieure à la valeur de lacet de confort détermination d'une commande de correction de lacet destinée à modifier l'au moins une consigne de force
- 20 - application de la commande de correction de lacet à l'ensemble de suspensions, la commande de correction de lacet étant représentative d'un différentiel de consigne de force de lacet, ledit différentiel de consigne de force de lacet étant appliqué à l'une ou plusieurs des suspensions de l'ensemble de suspensions.

25 Selon un mode de réalisation, les étapes de collecte du paramètre de tangage du plancher, du paramètre d'accélération sur la piste, du paramètre d'écrasement de la charge, du paramètre de roulis du plancher, ou du paramètre de lacet du plancher sont réalisées par un inclinomètre ou par l'intermédiaire d'un dispositif de mesure cinématique permettant de connaître les 6 caractéristiques cinématiques, comme par exemple une centrale inertielle. Ledit inclinomètre ou ledit dispositif de mesure cinématique pouvant être compris dans le système de contrôle commande.

30 Selon un mode de réalisation, la consigne de force appliquée sur chaque suspension est configurée de sorte à ne pas être inférieure à une force limite d'adhérence. De cette manière, le procédé de commande permet d'éviter le glissement des galets sur le support, notamment si un galet est déchargé.

35 Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend une étape de mesure de la masse de la charge et de sa répartition dans le véhicule, le différentiel longitudinal et/ou le différentiel latéral étant dépendant de la masse de la charge et de la répartition de la masse dans le véhicule.

40 Selon un mode de réalisation, l'étape de mesure de la masse de la charge est réalisée par la mesure de l'effort sur les galets, notamment à l'arrêt.

45 Selon un mode de réalisation, l'étape de mesure de la masse de la charge est réalisée par des jauges de contraintes.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend les étapes suivantes :

- mesure de la position de chacun des galets par rapport au véhicule ;
- dans le cas où la position d'un galet est en dehors d'un intervalle cible prédéterminé, détermination d'une commande de retour destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
- application de la commande de retour à l'ensemble de suspensions de sorte à ramener la position de chacun des galets dans l'intervalle cible.

10 Selon un mode de réalisation, l'étape de détermination d'une commande de retour comprend une étape de transmission d'une instruction d'une réduction de vitesse à destination d'un système externe de contrôle de la vitesse de déplacement du véhicule, dans le but de réduire la vitesse de déplacement du véhicule.

15 Les dispositions précédemment décrites garantissent le ralentissement du véhicule dans le cas où il n'est pas possible de maintenir la course des suspensions dans un intervalle cible, par exemple un intervalle de sécurité. Ainsi et de manière avantageuse, le procédé de commande permet de limiter la vitesse du véhicule, notamment lorsqu'il est soumis à des phénomènes exogènes (vent, températures) ou endogènes (passagers, autres véhicules) non prévisibles.

20 Selon un mode de réalisation, le procédé de commande peut comprendre une étape de blocage d'au moins une suspension dans des positions prédéterminées. Par exemple lorsque le véhicule est à l'arrêt ou lorsqu'il est en panne.

Selon un mode de réalisation, la piste comprend une pluralité de sections de piste définies par un type de section et dans lequel le système de contrôle commande comprend un capteur de position, le procédé de commande comprenant
25 les étapes suivantes

- mesure de la position du véhicule sur la piste;
- détermination d'une section de piste et d'un type de section correspondant à la position du véhicule sur la piste;
- modification de la valeur de tangage de confort, de la valeur d'accélération de plancher de confort, de la valeur d'accélération normale de confort, et de l'intervalle cible en fonction du type de section.

30 Selon un mode de réalisation, le support comprend au moins deux câbles tendus entre au moins deux pylônes, le véhicule étant suspendu par les câbles au-dessus du sol par l'intermédiaire des galets.
35

De manière générale, les câbles peuvent être situés approximativement à la même altitude et présentent un profil de déformation sensiblement similaire de part et d'autre.

Selon un mode de réalisation, la valeur de tangage de confort, la valeur d'accélération de plancher de confort, la valeur d'accélération normale de confort, et l'intervalle cible évoluent en fonction de l'état de la piste.

Selon un mode de réalisation, la valeur de tangage de confort, la valeur d'accélération de plancher de confort, la valeur d'accélération normale de confort, et l'intervalle cible sont communiqués par un opérateur ou une unité de contrôle externe.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comprend une étape de collecte d'une donnée de forme de la piste, représentative de la forme de la piste de circulation s'étendant en amont et une étape de modification de la valeur de tangage de confort, et/ou de la valeur d'accélération de plancher de confort, et/ou de la valeur d'accélération normale de confort, et/ou de l'intervalle cible en fonction de la donnée de forme de la piste.

En particulier, l'étape de collecte des données de forme de la piste peuvent être utilisées pour piloter l'ensemble de suspensions selon un programme prédéterminé, en fonction notamment de la collecte du paramètre de tangage du plancher, de la collecte du paramètre d'accélération sur la piste, de la collecte du paramètre d'écrasement de la charge, de la collecte du paramètre de roulis du plancher, de la collecte du paramètre de lacet du plancher, ou de la position du véhicule sur la piste et de sa masse.

Le but de l'invention peut être également atteint grâce à la mise en œuvre d'une installation de transport d'une charge comprenant un support comprenant au moins deux câbles tendus s'étendant entre au moins deux pylônes de sorte à former une piste sur laquelle un véhicule circule ; le véhicule comprenant des galets destinés au contact sur le support, un plancher destiné au transport de la charge, ledit plancher coopérant avec les galets par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions, l'ensemble de suspensions présentant un débattement, et étant contrôlé par au moins une consigne de force définissant la force exercée par chacun des galets sur le plancher, et un système de contrôle commande configuré pour piloter l'ensemble de suspensions par un procédé de commande du type décrit précédemment.

L'installation de transport peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

Selon un mode de réalisation, le support sur lequel les roues ou les galets sont en contact, est un rail ou un câble.

Selon un mode de réalisation, le véhicule comprend des roues au contact du support.

Selon un mode de réalisation, chaque suspension de l'ensemble de suspensions peut être équipée d'un frein configuré pour permettre son mouvement ou
5 alternativement ralentir et/ou bloquer son mouvement.

Selon un mode de réalisation, la charge transportée comprend des personnes.

Selon un mode de réalisation, le système de contrôle commande comprend un dispositif de mesure cinématique configuré pour mesurer des données
10 cinématiques du plancher du véhicule, par exemple une centrale inertielle.

Selon un mode de réalisation, chaque suspension de l'ensemble de suspensions a un débattement compris entre 1,5 m et 3,0 m.

Selon un mode de réalisation, le véhicule est automoteur.

15

Description sommaire des dessins

D'autres aspects, buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de modes de réalisation préférés de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en
20 référence aux dessins annexés sur lesquels :

[Fig. 1] est une vue en coupe du véhicule selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 2] est une vue schématique des déplacements dans l'espace pouvant être subis par le véhicule de la figure 1.

25 [Fig. 3] est un diagramme illustrant un mode de mise en œuvre du procédé de commande selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 4] est une vue schématique de l'installation de transport selon un premier mode de réalisation de l'invention.

30 [Fig. 5] est une vue schématique de l'installation de transport selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 6] est une vue schématique de l'installation de transport selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 7] est une vue schématique de l'installation de transport selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

35

Description détaillée

Sur les figures et dans la suite de la description, les mêmes références représentent les éléments identiques ou similaires. De plus, les différents éléments ne sont pas représentés à l'échelle de manière à privilégier la clarté des figures. Par ailleurs, les différents modes de réalisation et variantes ne sont pas exclusifs les uns des autres et peuvent être combinés entre eux.

L'invention concerne une installation de transport 1 d'une charge comprenant une piste sur laquelle un véhicule 20 circule.

Comme illustré sur la figure 1, le véhicule 20 comprend des galets 24 destinés au contact sur un support 10 comprenant au moins un câble 12 de l'installation de transport 1 définissant la piste, et un plancher 22 destiné au transport de la charge. Le plancher 22 coopère notamment avec les galets 24 par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions 26 qui présente un débattement. L'ensemble de suspension 26 est contrôlé par au moins une consigne de force définissant la force exercée par chacun des galets 24 sur le plancher 22.

L'invention concerne également un procédé de commande mis en œuvre par un système de contrôle commande 28 compris dans ledit véhicule 20, de sorte à piloter l'ensemble de suspensions 26.

Les modes de réalisation décrits ci-après seront mieux compris en référence à la figure 2 qui décrit de manière schématique les déplacements dans l'espace pouvant être subit par le véhicule 20. Il est donc bien compris que les références spatiales décrites ci-après illustrent un mode de réalisation non limitatif de l'invention. Selon ce mode de réalisation, le plancher 22 permet de définir un repère orthonormé, centré au centre de gravité du plancher 22 et comprenant trois axes :

- Un axe noté « X » s'étendant longitudinalement le long du plancher 22, et orienté suivant le sens de progression préférentiel du véhicule 20 autour duquel le véhicule se voit imprimer un mouvement de roulis noté « Rx », et défini par une vitesse de roulis et une accélération de cette vitesse.
- Un axe noté « Y » s'étendant latéralement dans le plan du plancher 22 et perpendiculaire à l'axe X, autour duquel le véhicule 20 se voit imprimer un mouvement de tangage noté « Ry », défini par une vitesse de tangage et une accélération de tangage.
- Un axe noté « Z » s'étendant transversalement par rapport au plancher 22, autour duquel le véhicule 20 se voit imprimer un mouvement de lacet noté « Rz », », défini par une vitesse de lacet et une accélération de lacet.

La figure 3 illustre un mode de réalisation du procédé de commande mis en œuvre par le système de contrôle commande 28.

Selon ce mode de réalisation, le système de contrôle commande 28 collecte Col1 une valeur de tangage de confort, une valeur d'accélération de plancher de confort, une valeur d'accélération normale de confort, et un intervalle cible 5 communiqués par un opérateur ou un système externe de contrôle 27.

Selon une variante non limitative, un moment d'inertie du véhicule 20 vide, la masse du véhicule 20 vide, et la longueur du plancher 22 peuvent être collectés. Une étape de mesure Mes1 de la masse de la charge et de sa répartition dans le véhicule 10 20 peut ensuite être réalisée. Par exemple, l'étape de mesure Mes1 de la masse de la charge peut être réalisée par la mesure de l'effort sur les galets 24, notamment lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt.

Selon un mode de réalisation, l'étape de mesure Mes1 de la masse de la charge est réalisée par des jauges de contraintes.

15 Le procédé de commande peut en outre comprendre une étape de mesure Mes2 de la position de chacun des galets 24 par rapport au véhicule 20. Ainsi, dans le cas où la position d'un galet 24 est en dehors de l'intervalle cible prédéterminé, le procédé de commande peut déterminer Det5 une commande de retour destinée à modifier l'au moins une consigne de force. Dans ce cas, une étape d'application Apl5 de 20 la commande de retour à l'ensemble de suspensions 26 est réalisée, de sorte à ramener la position de chacun des galets 24 dans l'intervalle cible.

Dans certaines configurations non limitatives, l'étape de détermination Det5 d'une commande de retour comprend une étape de transmission Trs1 d'une 25 instruction d'une réduction de vitesse à destination du système externe de contrôle 27 de la vitesse de déplacement du véhicule 20, dans le but de réduire la vitesse de déplacement du véhicule 20.

Les dispositions précédemment décrites garantissent le ralentissement du véhicule 20 dans le cas où il n'est pas possible de maintenir la course des suspensions 26 dans l'intervalle cible, par exemple lorsque l'intervalle cible correspond à un 30 intervalle de sécurité. Ainsi et de manière avantageuse, le procédé de commande permet de limiter la vitesse du véhicule 20, notamment lorsqu'il est soumis à des phénomènes exogènes (vent, températures) ou endogènes (passagers, autres véhicules) non prévisibles.

Selon un mode de réalisation, le procédé de commande peut comprendre 35 une étape de blocage d'au moins une suspension dans des positions prédéterminées. Par exemple lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt ou lorsqu'il est en panne.

Les figures 4 à 7 illustrent l'installation de transport 1 lorsque le véhicule 20 est piloté par le procédé de commande. En particulier, les figures illustrent l'un des deux câbles 12 et un des deux pylônes 14 entre lesquels sont tendus les câbles 12. Le véhicule 20 est suspendu par les câbles 12 au-dessus du sol par l'intermédiaire des galets 24.

De manière générale, les câbles 12 peuvent être situés approximativement à la même altitude et présentent un profil de déformation sensiblement similaire de part et d'autre.

Le procédé de commande peut comprendre une étape de collecte Col3 d'un paramètre de tangage du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de tangage du plancher autour de l'axe Ry. L'étape de collecte Col3 d'un paramètre de tangage du plancher peut notamment comprendre la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de tangage du plancher. La valeur du paramètre de tangage du plancher peut être comparée Cmp1 à la valeur de tangage de confort. Dans le cas où la valeur du paramètre de tangage du plancher est supérieure à la valeur d'accélération de tangage de confort une commande longitudinale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force est déterminée Det1. La commande longitudinale de correction est représentative d'un différentiel longitudinal de consigne de force appliqué entre deux suspensions 26 associées respectivement à deux galets 24 disposés longitudinalement selon le sens de déplacement du véhicule 20. Le différentiel est généralement dépendant de la distance entre les deux galets 24, de la masse du véhicule, et du paramètre de tangage du plancher.

Le procédé de commande peut également comprendre une étape de collecte Col4 d'un paramètre d'accélération sur la piste, représentatif de la valeur et du signe de la valeur de l'accélération du plancher longitudinalement dans le sens de déplacement du véhicule 20. Une étape de comparaison Cmp2 de la valeur du paramètre d'accélération sur la piste à une valeur d'accélération de plancher de confort peut être réalisée. Dans le cas où la valeur paramètre d'accélération sur la piste est supérieure à la valeur d'accélération de plancher de confort, le différentiel longitudinal peut être modifié Mod1 en tenant compte du paramètre d'accélération sur la piste. La commande longitudinale de correction peut ensuite être appliquée Apl1 à l'ensemble de suspensions 26 par exemple par une commande du couple d'un moteur contrôlant la suspension 26.

De cette manière, il est possible de ramener l'accélération en rotation de tangage à une valeur inférieure à l'accélération de tangage de confort.

Les dispositions précédemment décrites permettent de contrôler l'inclinaison du véhicule 20 pour maintenir la charge présente dans une situation dite de confort vis-à-vis de l'accélération du véhicule 20. Par exemple, la situation de confort peut correspondre à une situation où l'accélération ressentie par la charge est
5 sensiblement perpendiculaire au plancher 22.

Par sensiblement perpendiculaire, on entend une direction comprise dans un intervalle angulaire inférieur à 5° par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur, et plus particulièrement dans un intervalle angulaire inférieur à $2,86^\circ$ par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur.

10 De manière synergique, les dispositions précédemment décrites permettent de placer la charge dans le véhicule 20 dans la situation de confort notamment lorsque le véhicule 20 est soumis à une rotation de tangage par l'action d'un vent frontal.

Alternativement ou conjointement, il est possible d'anticiper le
15 mouvement du plancher 22 du véhicule 20 en cas d'accélération ou de freinage. Ainsi, comme illustré sur la figure 5, le plancher 22 du véhicule 20 peut être incliné vers l'avant dans le cas où le véhicule 20 accélère sur la piste. Par ailleurs, comme illustré sur la figure 6, le plancher 22 du véhicule 20 peut être incliné vers l'arrière lorsque le véhicule 20 ralenti ou freine sur la piste.

20 Le procédé de commande peut par ailleurs comprendre les étapes suivantes :

- collecte Col5 d'un paramètre d'écrasement de la charge, représentatif de l'accélération du plancher selon l'axe Z . Le paramètre d'écrasement de la charge peut notamment comprendre la valeur et le signe de la
25 valeur de l'accélération du plancher selon l'axe Z ;
- collecte Col6 d'un paramètre de roulis du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de roulis Rx du plancher. Le paramètre de roulis du plancher peut notamment comprendre la valeur et le signe de la valeur de l'accélération en rotation de roulis Rx du plancher
- 30 - collecte Col7 d'un paramètre de lacet du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de lacet Rz du plancher, comprenant la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de lacet du plancher ;

Selon un mode de réalisation, les étapes de collecte Col3, Col4, Col5, Col6,
35 Col7 du paramètre de tangage du plancher, du paramètre d'accélération sur la piste, du paramètre d'écrasement de la charge, du paramètre de roulis du plancher, ou du

paramètre de lacet du plancher sont réalisées par un inclinomètre ou par l'intermédiaire d'un dispositif de mesure cinématique 29 permettant de connaître les 6 caractéristiques cinématiques, comme par exemple une centrale inertielle. Ledit inclinomètre ou ledit dispositif de mesure cinématique 29 pouvant être compris dans
5 le système de contrôle commande 28.

Suite à chacune de ces étapes, le procédé de commande peut comprendre des étapes de comparaison des valeurs collectées, par exemple une étape de comparaison Cmp3 de la valeur du paramètre d'écrasement de la charge à la valeur d'accélération normale de confort. Dans le cas où la valeur paramètre d'écrasement de
10 la charge est supérieure à la valeur d'accélération normale de confort, une commande normale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force est déterminée Det 2.

De plus, une étape de comparaison Cmp4 de la valeur du paramètre de roulis du plancher à la valeur de roulis de confort peut être réalisée. Dans le cas où la
15 valeur du paramètre de roulis du plancher est supérieure à la valeur de roulis de confort, une commande latérale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force est déterminée Det3.

Enfin, une étape de comparaison Cmp5 de la valeur du paramètre de lacet du plancher, à une valeur de lacet de confort prédéterminée peut être mise en œuvre.
20 Dans le cas où la valeur du paramètre de lacet du plancher est supérieure à la valeur de lacet de confort, une commande de correction de lacet destinée à modifier l'au moins une consigne de force est déterminée Det 4.

Selon un mode de réalisation, le différentiel longitudinal et/ou le différentiel latéral sont dépendant de la masse de la charge et de la répartition de la
25 masse dans le véhicule 20.

Le procédé de commande peut ensuite mettre en œuvre :

- une étape d'application Apl2 de la commande normale de correction à l'ensemble de suspensions 26, la commande verticale de correction étant destinée à piloter les suspensions 26 de sorte à ramener le
30 paramètre d'écrasement de la charge dans une direction, et avec une intensité sensiblement proche de l'accélération de la pesanteur. Par intensité sensiblement proche, on entend une intensité comprise dans un intervalle de $2,5 \text{ m/s}^2$ centré autour de l'intensité de l'accélération de la pesanteur, ou plus particulièrement, dans un intervalle de $1,6 \text{ m/s}^2$ centré autour de l'intensité de l'accélération de la pesanteur, et
35 par direction sensiblement proche, on entend une direction comprise

dans un intervalle angulaire inférieur à 5° par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur, et plus particulièrement dans un intervalle angulaire inférieur à $2,86^\circ$ par rapport à la direction de l'accélération de la pesanteur ;

- 5 - une étape d'application Apl3 de la commande latérale de correction à l'ensemble de suspensions 26, la commande latérale de correction étant représentative d'un différentiel latéral de consigne de force, ledit différentiel latéral étant appliqué entre deux suspensions 26 associées respectivement à deux galets 24 disposés latéralement par rapport au
10 sens de déplacement du véhicule 20, et étant dépendant de la distance entre les deux galets 24, et du paramètre de roulis du plancher ;
- une étape d'application Apl4 de la commande de correction de lacet à l'ensemble de suspensions 26, la commande de correction de lacet étant représentative d'un différentiel de consigne de force de lacet,
15 ledit différentiel de consigne de force de lacet étant appliqué à l'une ou plusieurs des suspensions 26 de l'ensemble de suspensions 26.

De manière générale, la consigne de force appliquée sur chaque suspension 26 est configurée de sorte à ne pas être inférieure à une force limite d'adhérence. De cette manière, le procédé de commande permet d'éviter le glissement
20 des galets 24 sur le support 10, notamment si un galet 24 est déchargé.

Le mode de réalisation précédemment décrit peut être mis en œuvre par un algorithme suivant :

1. Comparaison de la position de chaque suspension de chaque galet 24 (Z_{gar} , Z_{gav}) sur l'ensemble de suspensions 26 avec l'intervalle cible $[Z_{min} ; Z_{max}]$ collecté.
25 a. Si les conditions suivantes sont réunies

$$Z_{gar} \in [Z_{min}; Z_{max}]$$

$$Z_{gav} \in [Z_{min}; Z_{max}],$$
 Execution des étapes 2 à 4 de l'algorithme.
 - b. Si les conditions ne sont pas réunies, transmission Trs1 d'une
30 instruction d'une réduction de vitesse et application Apl5 de la commande de retour.
2. Comparaison de la valeur du paramètre de tangage du plancher (α) à la valeur de tangage de confort $[\alpha_{min} ; \alpha_{max}]$.
 - a. Si la condition suivante est validée :
35 $\alpha \in [\alpha_{min}; \alpha_{max}]$, alors on définit un coefficient longitudinal de consigne K_1 à 0.

- b. Si la condition n'est pas respectée, alors on définit le coefficient longitudinal de consigne K1 à :

$$K_1 = \text{constante 1} * \left(\alpha - \frac{\alpha_{min} + \alpha_{max}}{2} \right)$$

- Où constante 1 dépend de longueur du plancher 22 entre les suspensions, du moment d'inertie du véhicule 20 vide, de la masse du véhicule 20 vide, de la masse de la charge.

3. Comparaison de la projection A_{XZ} de l'accélération du plancher 22 sur le plan défini par les axes X et Z à la valeur d'accélération normale de confort [A_{XZmin} ; A_{XZmax}].

- a. Si la condition suivante est validée :

$$A_{XZ} \in [A_{XZmin}; A_{XZmax}]$$

détermination Det 2 d'un coefficient normal de correction K_2 à 0.

- b. Si la condition n'est pas respectée, détermination Det 2 du coefficient normal de correction à :

$$K_2 = \text{constante 2} * \left(A_{XZ} - \frac{A_{XYmin} + A_{XYmax}}{2} \right)$$

où constante 2 dépend de longueur du plancher 22 entre les suspensions, du moment d'inertie du véhicule 20 vide, de la masse du véhicule 20 vide, de la masse de la charge.

4. Application Apl1 du différentiel longitudinal, et Apl2 de la commande normale de correction en fonction de K_1 et K_2 :

$$F_{arCons} - F_{avCons} = K_1$$

$$F_{arCons} + F_{avCons} = K_2$$

- où F_{avCons} est la consigne de force exercée par la suspension avant entre le plancher 22 et le galet 24 ; et
où F_{arCons} est la consigne de force exercée par la suspension arrière entre le plancher 22 et le galet 24.

- F_{avCons} et F_{arCons} permettent notamment de piloter les efforts dans chaque suspensions de l'ensemble de suspensions 26 suivant une loi de régulation en boucle fermée de type PID

De manière générale, constante 1 et constante 2 peuvent faire l'objet d'un dimensionnement par des mesures expérimentales, ou des études spécifiques au véhicule 20 et au support 10 utilisé.

- Selon un mode de réalisation, le premier algorithme peut prendre en compte un intervalle de vitesse ($\dot{Z}_{gar}$ et $\dot{Z}_{gav}$) et d'accélération ($\ddot{Z}_{gar}$ et $\ddot{Z}_{gav}$) de la position de chaque galet 24 par rapport à l'ensemble de suspensions 26.

Selon un mode de réalisation, la détermination Det5 d'une commande de retour est corrigée proportionnellement en fonction de la position de chaque galets 24 (Z_{gar} , Z_{gav}) par rapport aux bornes de l'intervalle cible [Z_{min} ; Z_{max}]. De cette manière, la commande de retour peut être augmentée lorsque la position de chaque galet 24 se rapproche des bornes de l'intervalle cible.

Selon un mode de réalisation, le différentiel longitudinal de consigne peut être déterminé en fonction de la vitesse de rotation autour de l'axe Y et de l'accélération de rotation autour de l'axe Y.

Selon un mode de réalisation, la commande normale de correction est déterminée en fonction de la vitesse et l'accélération du véhicule 20 sur la piste.

En référence à la figure 7, la piste peut comprendre une pluralité de sections de piste S1, S2, S3 définies par un type de section. Le système de contrôle commande 28 peut alors comprendre un capteur de position capable de mesurer Mes3 de la position du véhicule 20 sur la piste. Cela permet de déterminer Det6 une section de piste et un type de section correspondant à la position du véhicule 20 sur la piste. Le procédé de commande peut ainsi comprendre une étape de modification Mod2 de la valeur de tangage de confort, de la valeur d'accélération de plancher de confort, de la valeur d'accélération normale de confort, et de l'intervalle cible en fonction du type de section.

De manière avantageuse, la valeur de tangage de confort, la valeur d'accélération de plancher de confort, la valeur d'accélération normale de confort, et l'intervalle cible peuvent évoluer en fonction de l'état de la piste. En particulier, selon un mode de réalisation dans lequel le procédé de commande comprend une étape de collecte Col8 d'une donnée de forme de la piste représentative de la forme de la piste de circulation s'étendant en amont, il est possible de réaliser une étape de modification Mod3 de la valeur de tangage de confort, et/ou de la valeur d'accélération de plancher de confort, et/ou de la valeur d'accélération normale de confort, et/ou de l'intervalle cible en fonction de la donnée de forme de la piste.

Selon une variante non limitative, l'étape de collecte Col8 des données de forme de la piste peuvent être utilisées pour piloter l'ensemble de suspensions 26 selon un programme prédéterminé, en fonction notamment de la collecte Col3 du paramètre de tangage du plancher, de la collecte Col4 du paramètre d'accélération sur la piste, de la collecte Col5 du paramètre d'écrasement de la charge, de la collecte Col6 du paramètre de roulis du plancher, de la collecte Col7 du paramètre de lacet du plancher, ou de la position du véhicule 20 sur la piste et de sa masse.

Comme indiqué ci-avant, l'invention concerne également une installation de transport 1 d'une charge illustrée en partie sur les figures 4 à 7. De manière générale, la charge transportée comprend des personnes.

L'installation de transport 1 comprend un support 10 comprenant au moins deux câbles 12 tendus s'étendant entre au moins deux pylônes 14 de sorte à former une piste sur laquelle un véhicule 20 circule. De manière avantageuse, le véhicule 20 peut être automoteur.

Le véhicule 20 comprend des galets 24 destinés au contact sur le support 10, et un plancher 22 destiné au transport de la charge.

Selon un mode de réalisation, le véhicule 20 comprend des roues au contact du support 10.

Selon un mode de réalisation, le support 10 sur lequel les roues ou les galets 24 sont en contact, est un rail ou un câble 12.

Le plancher 22 coopère notamment avec les galets 24 par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions 26. Chaque suspension 26 de l'ensemble de suspensions 26 peut notamment présenter un débattement compris entre 1,5 m et 3,0 m. L'ensemble de suspensions 26 est contrôlé par au moins une consigne de force définissant la force exercée par chacun des galets 24 sur le plancher 22.

Selon un mode de réalisation, chaque suspension 26 de l'ensemble de suspensions 26 peut être équipée d'un frein configuré pour permettre son mouvement ou alternativement ralentir et/ou bloquer son mouvement.

Enfin, le véhicule 20 comprend un système de contrôle commande 28 configuré pour piloter l'ensemble de suspensions 26 par un procédé de commande du type décrit précédemment. Le système de contrôle commande 28 peut notamment comprendre un dispositif de mesure cinématique 29 configuré pour mesurer des données cinématiques du plancher 22 du véhicule 20, par exemple une centrale inertielle.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande d'un véhicule (20) se déplaçant sur une piste, le véhicule (20) comprenant des galets (24) destinés au contact sur au moins un support (10) définissant la piste, un plancher (22) destiné au transport d'une charge,
5 ledit plancher (22) coopérant avec les galets (24) par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions (26), l'ensemble de suspensions (26) comprenant au moins une suspension (26), l'au moins une suspension (26) étant contrôlée par au moins une consigne de force définissant la force exercée par l'au moins une suspension (26) sur le plancher (22), le procédé étant mis en œuvre par un
10 système de contrôle commande (28) et comprenant les étapes suivantes :
 - a. collecte (Col3) d'un paramètre de tangage du plancher, représentatif de l'accélération en rotation de tangage du plancher ;
 - b. détermination (Det1) d'une commande longitudinale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
 - 15 c. application (Apl1) de la commande longitudinale de correction à l'ensemble de suspensions (26), la commande longitudinale de correction étant représentative d'un différentiel longitudinal de consigne de force, ledit différentiel longitudinal étant appliqué entre deux suspensions (26) associées respectivement à deux galets (24)
20 disposés longitudinalement selon le sens de déplacement du véhicule (20), le différentiel étant dépendant de la distance entre les deux galets (24), et du paramètre de tangage du plancher.
2. Procédé de commande selon la revendication 1, dans lequel l'étape de collecte (Col3) d'un paramètre de tangage du plancher comprend la collecte de la valeur
25 et du signe de la valeur du paramètre de tangage du plancher, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison (Cmp1) de la valeur du paramètre de tangage du plancher à une valeur de tangage de confort prédéterminée, l'étape de détermination (Det1) d'une commande longitudinale de correction étant mise en œuvre dans le cas où la valeur du paramètre de tangage du plancher est supérieure à la valeur de tangage de confort.
30
3. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 comprenant les étapes suivantes :
 - a. collecte (Col4) d'un paramètre d'accélération sur la piste, représentatif de l'accélération du plancher longitudinalement dans le sens de
35 déplacement du véhicule (20) ;

- b. modification (Mod1) du différentiel longitudinal en tenant compte du paramètre d'accélération sur la piste.
- 4. Procédé de commande selon la revendication 3, dans lequel l'étape de collecte (Col4) d'un paramètre d'accélération sur la piste comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre d'accélération sur la piste, le
5 procédé de commande comprenant une étape de comparaison (Cmp2) de la valeur du paramètre d'accélération sur la piste à une valeur d'accélération de plancher de confort prédéterminée, l'étape de modification (Mod1) du différentiel longitudinal étant mise en œuvre dans le cas où la valeur paramètre
10 d'accélération sur la piste est supérieure à la valeur d'accélération de plancher de confort.
- 5. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 comprenant les étapes suivantes :
 - a. collecte (Col5) d'un paramètre d'écrasement de la charge, représentatif
15 de l'accélération du plancher selon un axe sensiblement perpendiculaire au plancher (22) ;
 - b. détermination (Det2) d'une commande normale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
 - c. Application (Apl2) de la commande normale de correction à l'ensemble
20 de suspensions (26), la commande verticale de correction étant destinée à piloter les suspensions (26) de sorte à ramener le paramètre d'écrasement de la charge dans une direction, et avec une intensité sensiblement proche de l'accélération de la pesanteur.
- 6. Procédé de commande selon la revendication 5, dans lequel l'étape de collecte (Col5) d'un paramètre d'écrasement de la charge comprend la collecte de la
25 valeur et du signe de la valeur du paramètre d'écrasement de la charge, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison (Cmp3) de la valeur du paramètre d'écrasement de la charge, à une valeur d'accélération normale de confort prédéterminée, l'étape de détermination (Det2) d'une
30 commande normale de correction étant mise en œuvre dans le cas où la valeur paramètre d'écrasement de la charge est supérieure à la valeur d'accélération normale de confort.
- 7. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 comprenant les étapes suivantes :
 - a. collecte (Col6) d'un paramètre de roulis du plancher, représentatif de
35 l'accélération en rotation de roulis du plancher ;

- b. détermination (Det3) d'une commande latérale de correction destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
 - c. application (Apl3) de la commande latérale de correction à l'ensemble de suspensions (26), la commande latérale de correction étant représentative d'un différentiel latéral de consigne de force, ledit différentiel latéral étant appliqué entre deux suspensions (26) associées respectivement à deux galets (24) disposés latéralement par rapport au sens de déplacement du véhicule (20), et étant dépendant de la distance entre les deux galets (24), et du paramètre de roulis du plancher.
- 8. Procédé de commande selon la revendication 7, dans lequel l'étape de collecte (Col6) d'un paramètre de roulis du plancher comprend la collecte de la valeur et du signe de la valeur du paramètre de roulis du plancher, le procédé de commande comprenant une étape de comparaison (Cmp4) de la valeur du paramètre de roulis du plancher, à une valeur de roulis de confort prédéterminée, l'étape de détermination (Det3) d'une commande latérale de correction étant mise en œuvre dans le cas où la valeur du paramètre de roulis du plancher est supérieure à la valeur de roulis de confort.
- 9. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant une étape de mesure (Mes1) de la masse de la charge et de sa répartition dans le véhicule (20), le différentiel longitudinal et/ou le différentiel latéral étant dépendant de la masse de la charge et de la répartition de la masse dans le véhicule (20).
- 10. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comprenant les étapes suivantes :
 - a. mesure (Mes2) de la position de chacun des galets (24) par rapport au véhicule (20) ;
 - b. dans le cas où la position d'un galet (24) est en dehors d'un intervalle cible prédéterminé, détermination (Det5) d'une commande de retour destinée à modifier l'au moins une consigne de force ;
 - c. application (Apl5) de la commande de retour à l'ensemble de suspensions (26) de sorte à ramener la position de chacun des galets (24) dans l'intervalle cible.
- 11. Procédé de commande selon la revendication 10, dans lequel l'étape de détermination (Det5) d'une commande de retour comprend une étape de transmission (Trs1) d'une instruction d'une réduction de vitesse à destination

d'un système externe de contrôle (27) de la vitesse de déplacement du véhicule (20), dans le but de réduire la vitesse de déplacement du véhicule (20).

12. Procédé de commande selon les revendications 2, 4, 6, et 10, et selon l'une
5 quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la piste comprend une pluralité de sections de piste (S1, S2, S3) définies par un type de section et dans lequel le système de contrôle commande (28) comprend un capteur de position, le procédé de commande comprenant les étapes suivantes
- a. mesure (Mes3) de la position du véhicule (20) sur la piste;
 - 10 b. détermination (Det6) d'une section de piste et d'un type de section correspondant à la position du véhicule (20) sur la piste;
 - c. modification (Mod2) de la valeur de tangage de confort, de la valeur d'accélération de plancher de confort, de la valeur d'accélération normale de confort, et de l'intervalle cible en fonction du type de section.
13. Procédé de commande selon la revendication 12, dans lequel la valeur de tangage de confort, la valeur d'accélération de plancher de confort, la valeur d'accélération normale de confort, et l'intervalle cible évoluent en fonction de l'état de la piste.
14. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13,
20 comprenant une étape de collecte (Col8) d'une donnée de forme de la piste, représentative de la forme de la piste de circulation s'étendant en amont et une étape de modification (Mod3) de la valeur de tangage de confort, et/ou de la valeur d'accélération de plancher de confort, et/ou de la valeur d'accélération normale de confort, et/ou de l'intervalle cible en fonction de la donnée de forme de la piste.
15. Installation de transport (1) d'une charge comprenant un support (10) comprenant au moins deux câbles (12) tendus s'étendant entre au moins deux pylônes (14) de sorte à former une piste sur laquelle un véhicule (20) circule ; le véhicule (20) comprenant des galets (24) destinés au contact sur le support (10),
30 un plancher (22) destiné au transport de la charge, ledit plancher (22) coopérant avec les galets (24) par l'intermédiaire d'un ensemble de suspensions (26), l'ensemble de suspensions (26) présentant un débattement, et étant contrôlé par au moins une consigne de force définissant la force exercée par chacun des galets (24) sur le plancher (22), et un système de contrôle commande (28) configuré pour piloter l'ensemble de suspensions (26) par un procédé de commande selon l'une des revendications 1 à 14.
- 35

16. Installation de transport (1) selon la revendication 15, dans laquelle la charge transportée comprend des personnes.
17. Installation de transport (1) selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, dans laquelle le système de contrôle commande (28) comprend un dispositif de mesure cinématique (29) configuré pour mesurer des données cinématiques du plancher (22) du véhicule (20), par exemple une centrale inertielle.
18. Installation de transport (1) selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans laquelle chaque suspension (26) de l'ensemble de suspensions (26) a un débattement compris entre 1,5 m et 3,0 m.
19. Installation de transport (1) selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, dans laquelle le véhicule (20) est automoteur.