

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 144 874

21 N° d'enregistrement national : 23 00116

51 Int Cl⁸ : G 02 B 27/20 (2024.01), G 02 B 27/01, 30/29, H 04 N
13/346

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.01.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.07.24 Bulletin 24/28.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ALIOSCOPY Société par actions sim-
plifiée — FR.

72 Inventeur(s) : ALLIO Pierre, MAINGREAUD Flavien
et HIRSCH Nicolas.

73 Titulaire(s) : ALIOSCOPY Société par actions simpli-
fiée.

74 Mandataire(s) : BRINGER IP.

54 DISPOSITIF DE PROJECTION AÉRIENNE ET DÉMATÉRIALISÉE D'UNE IMAGE AUTOSTEREOSCOPIQUE OU
D'UNE SÉQUENCE D'IMAGES AUTOSTEREOSCOPIQUES, EN PARTICULIER POUR UN USAGE DANS
L'AUTOMOBILE.

57 DISPOSITIF DE PROJECTION AÉRIENNE ET DÉ-
MATÉRIALISÉE D'UNE IMAGE AUTOSTEREOSCO-
PIQUE OU D'UNE SÉQUENCE D'IMAGES
AUTOSTEREOSCOPIQUES, EN PARTICULIER POUR
UN USAGE DANS L'AUTOMOBILE

L'invention concerne un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image autostéréoscopique à destination d'un observateur, ledit système comprenant : un boîtier (30) comprenant une paroi supérieure opaque (20) s'étendant parallèlement à un plan, dit plan horizon, et munie d'une ouverture ; un miroir semi-réfléchissant incliné (10), par exemple d'un angle à 45°, par rapport audit plan horizon traversant ladite ouverture, ledit miroir présentant une surface réfléchissante orientée vers ledit observateur ; un miroir concave (14) agencé au pied du miroir semi-réfléchissant, en regard de ladite ouverture et orienté de manière à ce que sa surface concave et réfléchissante soit orientée vers ledit miroir incliné ; un écran d'affichage (16) d'une image autostéréoscopique s'étendant sensiblement perpendiculairement audit plan horizon, agencé sous la paroi supérieure opaque à une distance du milieu de l'image du miroir concave formé par le miroir incliné, égale au rayon

de courbure dudit miroir concave, ledit écran étant équipé d'un réseau lenticulaires dont le pas est déterminé pour pouvoir compenser sa modification apparente après réflexion par le miroir concave.

Figure pour l'abrégié : figure 1

FR 3 144 874 - A1



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF DE PROJECTION AÉRIENNE ET DÉMATÉRIALISÉE D'UNE IMAGE AUTOSTEREO- SCOPIQUE OU D'UNE SÉQUENCE D'IMAGES AUTOSTEREO- SCOPIQUES, EN PARTICULIER POUR UN USAGE DANS L'AUTOMOBILE

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne un dispositif de projection aérienne et dématérialisée d'une image ou d'une séquence d'images numériques, en particulier autostéréoscopiques. L'invention est particulièrement destinée à un usage dans le domaine automobile.

Arrière-plan technologique

[0002] Un dispositif de projection aérienne et dématérialisée d'un objet est un dispositif qui permet de projeter une image de l'objet en avant d'une fenêtre pratiquée dans un boîtier et qui donne à l'observateur l'illusion d'un objet tridimensionnel qui flotte dans l'espace.

[0003] Un tel dispositif est connu pour la projection d'objets réels. Un tel dispositif comprend typiquement un boîtier (opaque ou non) dans lequel est ménagée une ouverture destinée à former une fenêtre d'observation de l'image dématérialisée, un système optique, en général une lentille de Fresnel ou une lentille ou ensemble de lentilles ou un miroir concave, et un objet agencé à distance du système optique qui est configuré pour orienter l'image de l'objet vers la fenêtre d'observation.

[0004] Par exemple, le document US6817716 décrit un tel dispositif comprenant un compartiment inférieur dans lequel un objet réel est éclairé par une source de lumière, un compartiment supérieur comprenant une fenêtre d'observation ménagée en face avant, un miroir concave et un miroir plan semi-réfléchissant incliné à 45 degrés sur l'axe optique du miroir concave sur lequel est centré la fenêtre d'observation, ledit miroir semi-réfléchissant étant agencé entre la fenêtre d'observation et le miroir concave au droit de l'objet réel. Ainsi, l'image de l'objet est réfléchié partiellement par le miroir semi-réfléchissant incliné à 45 degrés en direction du miroir concave qui renvoie l'image vers le miroir semi-réfléchissant qui laisse passer une partie de l'image vers la fenêtre d'observation. L'observateur a alors l'impression de voir l'objet réel flotter en avant de la fenêtre d'observation.

[0005] Il a également déjà été proposé par le déposant dans le document WO2018/167410 un dispositif permettant la projection d'une image autostéréoscopique.

[0006] Ce dispositif comprend un boîtier comprenant une paroi avant, une paroi arrière,

reliées l'une à l'autre par une paroi supérieure et une paroi inférieure, ladite paroi avant comprenant une ouverture formant une fenêtre d'observation d'une image aérienne et dématérialisée de ladite image numérique autostéréoscopique.

[0007] Le dispositif comprend aussi un système optique comprenant au moins un miroir sphérique concave présentant un axe optique, une focale F , un centre de rayon de courbure C situé sur ledit axe optique, ledit système optique étant agencé dans ledit boîtier de sorte qu'il puisse orienter au moins une partie de la lumière incidente reçue vers ladite fenêtre d'observation pour y former une image aérienne et dématérialisée de l'image numérique autostéréoscopique.

[0008] Le dispositif comprend enfin un écran d'affichage d'images autostéréoscopiques à N points de vues surmonté d'un réseau de lentilles cylindriques formant un composant optique sélecteur des points de vues de ladite image numérique autostéréoscopique à projeter, logé dans ledit boîtier en regard dudit miroir sphérique à une distance sensiblement égale au double de la focale F , et écarté dudit axe optique dudit miroir sphérique, perpendiculairement à cet axe optique d'une distance au moins égale à la demie-hauteur de l'écran d'affichage, ladite hauteur étant définie selon l'axe perpendiculaire audit axe optique.

[0009] Ce dispositif permet de manière avantageuse de visualiser des images autostéréoscopiques qui semblent flotter dans l'espace, tout en masquant l'écran autostéréoscopique qui les projettent.

[0010] Les inventeurs ont cherché à améliorer ce dispositif, en particulier pour des applications automobiles pour lesquelles des contraintes d'encombrement et de coûts surgissent.

Objectifs de l'invention

[0011] L'invention vise à fournir un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image autostéréoscopique qui pallie au moins certains des inconvénients des solutions connues.

[0012] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image numérique, notamment auto stéréoscopique, qui peut être mis en œuvre pour des applications dans le domaine de l'automobile.

[0013] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image numérique, notamment auto stéréoscopique, qui soit compact.

Exposé de l'invention

[0014] Pour ce faire, l'invention concerne un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image autostéréoscopique à destination d'un observateur, ledit système

comprenant :

- un boîtier comprenant une paroi opaque avant s'étendant en face dudit observateur et une paroi supérieure opaque reliée à ladite paroi avant et s'étendant parallèlement à un plan, dit plan horizon, ladite paroi supérieure étant munie d'une ouverture,
- un miroir semi-réfléchissant incliné par rapport audit plan horizon (par exemple à 45°) traversant ladite ouverture de manière à délimiter une portion de miroir s'étendant au-dessus du plan horizon visible par l'observateur et une portion du miroir s'étendant sous le plan horizon masquée par lesdites parois opaques du boîtier, ledit miroir présentant une surface réfléchissante orientée vers ledit observateur,
- un miroir concave agencé au pied du miroir semi-réfléchissant, en regard de ladite ouverture et orienté de manière à ce que sa surface concave et réfléchissante soit orientée vers ledit miroir incliné;
- un écran d'affichage d'une image autostéréoscopique s'étendant perpendiculairement audit plan horizon, agencé sous la paroi supérieure opaque à une distance du milieu de l'image du miroir concave formé par le miroir incliné, égale au rayon de courbure dudit miroir concave, ledit écran étant équipé d'un réseau lenticulaires dont le pas est déterminé pour pouvoir compenser sa modification apparente après réflexion par le miroir concave.

[0015] Ainsi et selon l'invention, le volume occupé par le système est divisé en deux parties, chacune de part et d'autre d'un plan médian, dit plan horizon.

[0016] Ce plan horizon est matérialisé par la paroi supérieure opaque du système, qui est de préférence réalisé en un matériau opaque. Cette paroi supérieure est percée d'une ouverture et traversée par un miroir incliné, par exemple à 45° , avec la partie réfléchissante orientée vers l'observateur. Le haut de ce miroir vient vers l'observateur et le bas du miroir s'en éloigne. D'autres inclinaisons sont possibles en fonction des utilisations et contraintes d'intégration.

[0017] La partie émergente du miroir est par exemple de même taille que la partie cachée en dessous du plan horizon.

[0018] Au pied du miroir incliné, par exemple à 45° , se trouve un miroir concave (aussi désigné par la terminologie d'optique convergente), posé horizontalement avec la face concave et réfléchissante tournée vers le haut, en regard de l'ouverture pratiquée dans la paroi supérieure.

[0019] Ainsi le miroir concave se réfléchit dans le miroir plan incliné et y forme une image verticale comme si le miroir concave était placé verticalement derrière ce dernier. Il semble aussi traverser le plan horizon de 50% comme le miroir incliné.

[0020] A une distance égale au rayon de courbure du miroir concave en partant du milieu de

l'image de ce dernier formé par le miroir incliné, se trouve un écran autostéréoscopique placé sensiblement verticalement sous la paroi supérieure (cela signifie que le plan de l'écran et le plan horizon sont sensiblement perpendiculaire, à 20° près), le dos tourné vers l'observateur. Le bord haut de l'écran se trouve au voisinage de la paroi supérieure, juste en dessous de ce dernier, ce qui le rend invisible pour l'observateur.

[0021] Cet écran, une fois allumé, est visible à l'identique de l'autre côté du plan horizon sous la forme d'une image conjuguée à l'échelle -1. En effet, tous les rayons lumineux émanant de l'écran et touchant l'image du miroir concave, sont refocalisés à une distance équivalente en dessus du plan horizon pour former une image fantôme de l'écran et néanmoins réelle (au sens optique) en dessus du plan horizon pour l'observateur placé en face du dispositif.

[0022] Les rayons lumineux provenant de l'écran sont réfléchis vers le bas par la partie cachée du miroir plan à 45°, puis ils se réfléchissent sur le miroir concave vers le haut et sont réfléchis une seconde fois par la partie visible du miroir plan à 45° pour se diriger vers les yeux de l'observateur. La courbure concave du miroir oriente tous les rayons pour que ceux qui proviennent d'un des points de l'écran semblent se croiser sur la partie analogue de l'image réelle (image fantôme) de l'écran en dessus du plan horizon comme si ces derniers en étaient issus réellement.

[0023] Pour l'observateur dont les yeux se situent sur leur trajectoire et en deçà, l'ensemble de ces rayons constitue une image analogue à celle de l'écran et à ce qu'il affiche (image) juste en dessous de ce dernier qui demeure invisible directement.

[0024] L'écran autostéréoscopique est équipé d'un réseau lenticulaire pour pouvoir afficher des images autostéréoscopiques. Le pas du réseau lenticulaire est en revanche modifié (par rapport aux écrans observés directement par l'observateur sans réflexion par un miroir concave) pour compenser la modification de son pas apparent après réflexion dans le miroir concave ou lié à l'utilisation d'une optique convergente comme une lentille de même diamètre et de même focale. En effet, la perspective conique conséquence de ces optiques convergentes, modifie le pas perçu, il faut le compenser préalablement, alors, le dispositif permet d'afficher une image tridimensionnelle au-dessus du plan horizon comme si un écran relief était observé en direct.

[0025] Avantagement et selon l'invention, ledit miroir incliné est formé par un parebrise d'un véhicule automobile et ladite paroi supérieure opaque dudit boîtier est formée par une portion de la plage avant dudit véhicule.

[0026] Selon cette variante avantageuse et pour une utilisation dans le domaine de l'automobile, la plage avant du véhicule automobile fait office de paroi supérieure et s'étend selon le plan horizon et le parebrise fait office, sous certaines conditions d'angle par rapport à la verticale, de forme et de traitements de surface, de miroir incliné à 45°. La plage avant d'un véhicule automobile est l'espace sensiblement plat

situé entre le tableau de bord et le parebrise du véhicule. Cet espace peut donc utilement faire office de portion supérieure opaque s'étendant selon le plan horizon du système selon l'invention. Dans le cas où la courbure du parebrise serait suffisamment régulière et homogène, elle pourrait compléter la courbure concave du miroir principal qui devra être ajustée pour en tenir compte.

- [0027] Ainsi, selon cette variante de réalisation, le système de projection permet de projeter vers les yeux de l'observateur des informations du tableau de bord (par exemple les compteurs de vitesse, des informations de navigation, GPS, etc.) en les affichant sur l'écran autostéréoscopique. Ces informations sont alors projetées par le pare-brise et le miroir concave vers les yeux du conducteur. Le système selon cette variante met à profit la présence du parebrise et le détourne de sa fonction première pour en faire un miroir semi-réfléchissant. Un éventuel traitement du pare-brise peut être nécessaire pour le doter de cette fonctionnalité semi-réfléchissante additionnelle.
- [0028] Selon une variante de réalisation, le parebrise est incliné d'un angle de 36° par rapport à un plan horizontal définie comme un plan perpendiculaire à la gravité, le miroir concave est incliné de $19^\circ 40'$ par rapport audit plan horizontal, le plan horizon est incliné d'un angle de $6^\circ 40'$ par rapport audit plan horizontal, et ledit écran autostéréoscopique est incliné d'un angle de 12° par rapport à la direction verticale, formée par la gravité.
- [0029] Dans ce mode de réalisation spécifique, le parebrise est incliné de 36° et le miroir concave est incliné de $19^\circ 40'$ pour assurer une image verticale de ce dernier vu en reflet dans le parebrise. Ainsi, le paramètre important est la presque verticalité de l'image du miroir concave dans la partie réfléchissante du parebrise. Des petites modifications de position et d'angle de tous les composants rétablissent, chacune, la position, la taille et l'inclinaison de l'image virtuelle de l'écran, juste en dessus du plan horizon.
- [0030] Ce dispositif fonctionne lorsque la distance D entre la surface de l'écran (le centre du haut de l'écran) et le point placé au centre de la surface du miroir concave (vue en réflexion) ou vu directement (si ce dernier est placé verticalement en regard de l'écran lorsque l'on ne dispose pas d'un miroir plan à 45°) est égale au rayon de courbure R dudit miroir concave. Lorsque la distance D est un peu plus petite, l'image de l'écran devient plus grande que ce dernier et se rapproche de l'observateur.
- [0031] Lorsque la distance D est un peu plus grande que R , l'image de l'écran est plus petite que ce dernier en s'éloignant de l'observateur.
- [0032] Le principe de l'invention peut également être utilisé dans le cadre d'un afficheur tête haute, plus connu sous l'acronyme anglais HUD pour *Head Up Display*, qui permet au conducteur de surveiller son environnement tout en visualisant des informations fournies par les instruments de bord.

- [0033] Pour ce faire, il convient de substituer le miroir concave du système décrit précédemment par un miroir placé au même endroit de même diamètre, mais présentant un rayon de courbure beaucoup plus grand, par exemple égal à sa focale F divisé par 4 ou 5.
- [0034] Lorsque l'écran est placé à une distance D sensiblement inférieur à $R/2$ ou plus, l'image de l'écran se situe en arrière du miroir concave (ou de son image dans le miroir plan incliné).
- [0035] Il apparaît plus en arrière et plus grand que si l'écran était réfléchi par un miroir plan.
- [0036] Ainsi, la même configuration physique constituée d'un plan horizon, d'un miroir plan incliné, d'un miroir concave réfléchi par ce dernier comme s'il était placé verticalement en arrière de ce miroir plan incliné, et un écran placé verticalement entre l'observateur et tourné vers l'ensemble optique (d'un ou deux miroirs), va, selon le rayon de courbure du miroir concave, pouvoir faire l'objet de deux applications très différentes.
- [0037] La première est celle décrite précédemment et la deuxième s'apparente à un fantôme de Pepper avec agrandissement.
- [0038] La première est particulièrement adaptée à la présentation d'objet ou d'image flottante en dessus du plan horizon à la condition que tous les rayons lumineux ne dépassent pas la partie opaque basse du parebrise. (Cette zone est mise au noir par le constructeur, et respecte des règles internationales très précises et contraignantes).
- [0039] La seconde est particulièrement adaptée à un affichage éloigné et agrandi vu en dehors du véhicule comme un rétroviseur vidéo, un afficheur d'alerte ou de données, un GPS 3D ou un écran de loisir lorsque le véhicule est à l'arrêt.
- [0040] Dans ce cas, c'est la partie transparente du parebrise qui est utilisée pour obtenir un effet de réalité augmentée, toujours sous des contraintes d'usage et de sécurité.
- [0041] Il est à noter que la correction du pas du réseau lenticulaire est différente pour chacun des deux usages décrits.
- [0042] Ces deux dispositifs peuvent être installés côte à côte simultanément sur une plage avant du véhicule automobile afin d'offrir un maximum de richesse d'affichage à l'utilisateur.
- [0043] L'invention concerne également un système de projection aérienne et dématérialisée d'une image numérique ; notamment auto-stéréoscopique, caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

Liste des figures

- [0044] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre uniquement non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :
- la [Fig.1] est une vue schématique du système de projection selon un premier

mode de réalisation de l'invention,

- la [Fig.2] est une vue schématique d'un système de projection selon un deuxième mode de réalisation pour une application HUD.

[0045] **Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention**

[0046] Sur les figures, les échelles et les proportions ne sont pas strictement respectées et ce, à des fins d'illustration et de clarté.

[0047] Les éléments identiques, similaires ou analogues sont désignés par les mêmes références dans toutes les figures.

[0048] Les modes de réalisation décrits en lien avec les figures concernent l'affichage d'une image auto-stéréoscopique.

[0049] La [Fig.1] illustre schématiquement un système selon un mode de réalisation de l'invention destiné à être intégré au sein d'un véhicule automobile.

[0050] Sur la [Fig.1], les lignes pointillées représentent les cheminements des rayons lumineux et les images fantômes de l'image et du miroir concave.

[0051] Le véhicule automobile comprend un parebrise 10 et une plage avant 20. Le parebrise est formé d'un miroir semi-réfléchissant incliné par rapport au plan horizon formé par la plage avant 20 qui forme une paroi opaque d'un boîtier 30 munie d'une ouverture 22 à travers laquelle s'étend le miroir incliné 10.

[0052] Sur le mode de réalisation de la [Fig.1], cette plage avant 20 est inclinée d'un angle de $6^{\circ}40'$ par rapport à l'horizontal et le miroir incliné 10 est incliné d'un angle de 36° par rapport à l'horizontal.

[0053] Le miroir 10 délimite une portion de miroir s'étendant au-dessus du plan horizon visible par l'observateur (qui est destiné à être situé à droite de la figure) et une portion du miroir s'étendant sous le plan horizon masqué par le boîtier 30.

[0054] Le système comprend également un miroir concave 14 agencé au pied du miroir 10 semi-réfléchissant, en regard de l'ouverture 22 et orienté de manière à ce que sa surface concave et réfléchissante soit orientée vers le miroir incliné 10.

[0055] Ce miroir concave a par exemple un rayon de 300 mm, une focale de 150 mm pour une zone utile de 150 mm, soit F/1.

[0056] Le système comprend également un écran d'affichage 16 d'une image autostéréoscopique s'étendant sensiblement perpendiculairement au plan horizon 20, agencé sous la paroi supérieure opaque à une distance du milieu de l'image du miroir concave formé par le miroir incliné, égale au rayon de courbure du miroir concave 14. La notion de sensiblement perpendiculaire signifie que le plan de l'écran et le plan horizon forme un angle droit, à 20° près. Ainsi, selon le mode de réalisation représenté, l'écran autostéréoscopique 16 est incliné par rapport à la verticale d'un angle de 12° de sorte que le plan horizon et le plan de l'écran forme un angle de $71^{\circ}60'$.

[0057] Cet écran est équipé d'un réseau lenticulaire dont le pas est déterminé pour pouvoir

compenser sa modification apparente après réflexion par le miroir concave.

[0058] Bien entendu, les valeurs d'angle données ne sont qu'un mode de réalisation spécifique et l'invention n'est pas limitée à ce mode de réalisation spécifique.

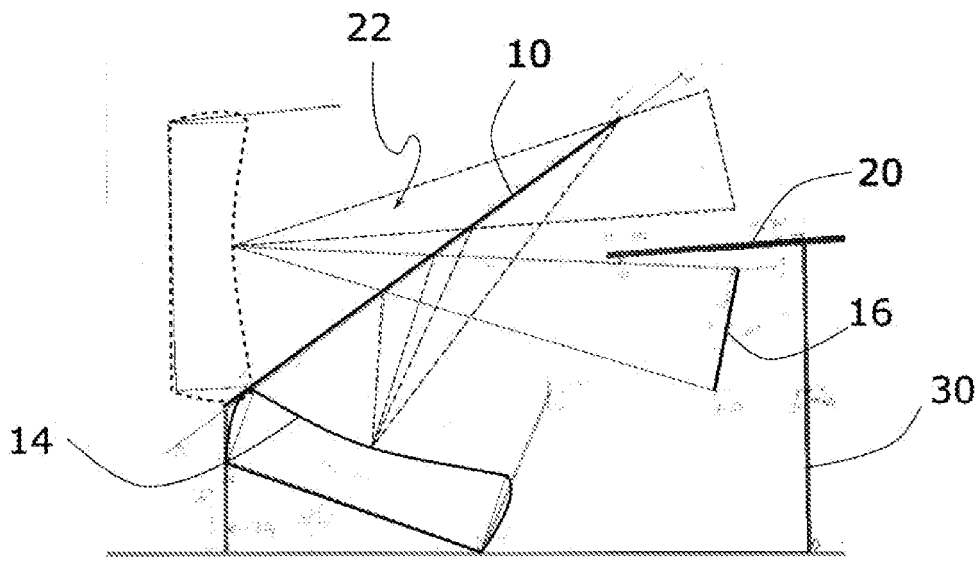
[0059] La [Fig.2] illustre schématiquement un autre mode de réalisation du système mis en œuvre dans le cadre d'un afficheur tête haute.

Revendications

- [Revendication 1] Système de projection aérienne et dématérialisée d'une image autostéréoscopique à destination d'un observateur, ledit système comprenant :
- un boîtier (30) comprenant une paroi opaque (20) avant s'étendant en face dudit observateur et une paroi supérieure opaque reliée à ladite paroi avant et s'étendant parallèlement à un plan, dit plan horizon, ladite paroi supérieure étant munie d'une ouverture (22),
 - un miroir semi-réfléchissant (10) incliné par rapport audit plan horizon, par exemple à 45° , traversant ladite ouverture (22) de manière à délimiter une portion de miroir s'étendant au-dessus du plan horizon visible par l'observateur et une portion du miroir s'étendant sous le plan horizon masquée par lesdites parois opaques du boîtier, ledit miroir présentant une surface réfléchissante orientée vers ledit observateur,
 - un miroir concave (14) agencé au pied du miroir semi-réfléchissant, en regard de ladite ouverture (22) et orienté de manière à ce que sa surface concave et réfléchissante soit orientée vers ledit miroir incliné (10);
 - un écran d'affichage (16) d'une image autostéréoscopique s'étendant sensiblement perpendiculairement audit plan horizon, agencé sous la paroi supérieure opaque (20) à une distance du milieu de l'image du miroir concave formé par le miroir incliné, égale au rayon de courbure dudit miroir concave, ledit écran (16) étant équipé d'un réseau lenticulaires dont le pas est déterminé pour pouvoir compenser sa modification apparente après réflexion par le miroir concave.
- [Revendication 2] Système de projection selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit miroir incliné (10) est formé par un parebrise d'un véhicule automobile et en ce que ladite paroi supérieure opaque (20) dudit boîtier est formée par une portion de la plage avant dudit véhicule.
- [Revendication 3] Système de projection selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit parebrise (10) est incliné d'un angle de 36° par rapport à un plan horizontal définie comme un plan perpendiculaire à la gravité, ledit miroir concave est incliné de $19^\circ 40'$ par rapport audit plan horizontal,

ledit plan horizon est incliné d'un angle de $6^{\circ}40$ par rapport audit plan horizontal, et ledit écran autostéréoscopique est incliné d'un angle de 12° par rapport à la direction verticale, formée par la gravité.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

