

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 09.03.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.09.10 Bulletin 10/36.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : TELERELIEF Société par actions sim-
plifiée — FR et UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE
ARDENNE — FR.

72 Inventeur(s) : AIT OUAZZOU SAMIRA, DEBONS
DIDIER, LUCAS LAURENT et REMION YANNICK.

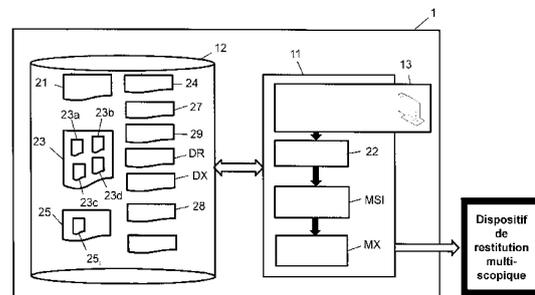
73 Titulaire(s) : TELERELIEF Société par actions simpli-
fiée, UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE
ARDENNE.

74 Mandataire(s) : CABINET REGIMBEAU.

54 SYSTEME ET PROCEDE DE SYNTHESE D'UNE PLURALITE D'IMAGES D'UNE SCENE VIRTUELLE POUR SA
RESTITUTION MULTISCOPIQUE A DEFORMATION CONTROLEE PAR CONFIGURATION PREALABLE
APPROPRIEE DES CAPTEURS VIRTUELS.

57 La présente invention concerne un système de géné-
ration d'une configuration (25) de captation d'une pluralité
de $n \times m$ images d'une scène, l'utilisation de cette configura-
tion (25) par un système de génération d'images pour affi-
chage multiscopique à déformation contrôlée par ladite
configuration et un procédé de génération d'images pour af-
fichage multiscopique, caractérisé en ce qu'un module (22)
de configuration génère des données définissant ladite con-
figuration (25) et représentatives des positionnements, par
rapport à la scène, de $n \times m$ centres optiques (C_i) et des di-
mensions et positionnements, par rapport à la scène, de
 $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, à
partir des données suivantes:

- des données représentatives d'au moins un repère
(27) global de captation,
- des données représentatives d'au moins un paramètre
(23) de configuration, définissant une déformation souhai-
tée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation,
- des données représentatives de paramètres (21) de
restitution, relatifs à au moins un dispositif de restitution.



Système et procédé de synthèse d'une pluralité d'images d'une scène virtuelle pour sa restitution multiscopique à déformation contrôlée par configuration préalable appropriée des capteurs virtuels

La présente invention concerne un système de génération d'une configuration de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène, notamment une scène virtuelle quelconque, permettant de déterminer des paramètres définissant une configuration de captation de cette scène en vue
5 de sa restitution en relief sur un dispositif multiscopique, avec contrôle de sa déformation. La présente invention concerne également l'utilisation de ces paramètres représentatifs de la configuration de captation pour générer un ou des ensemble(s) multiscopique(s) d'images de synthèse d'une même scène virtuelle en 3D, en vue d'une restitution multiscopique (affichage,
10 projection, impression...) avec contrôle de la déformation. Enfin, la présente invention concerne un procédé (et un système) de génération d'une pluralité de $n \times m$ images de synthèse d'une scène virtuelle permettant de générer des ensembles cohérents d'images de synthèse fixes ou animées destinés à l'affichage, la projection ou l'impression multiscopique pour une restitution en
15 relief d'une scène virtuelle quelconque, avec contrôle de la déformation.

L'invention s'applique notamment, mais non exclusivement, à la restitution d'images de synthèse fixes ou animées (en direct comme en différé) sur des dispositifs multiscopiques tels que, par exemple, les systèmes de projection, écrans ou afficheurs stéréoscopiques,
20 autostéréoscopiques ou dits à « imagerie intégrale », ainsi que les photographies lenticulaires. Par ailleurs, certains de ces dispositifs de restitution visés peuvent être couplés à des moyens d'interaction directe (clavier, souris, pointeur 3D, souris 6D, ...) ou indirecte (suivi d'observateur ou « tracking » notamment) qui pourront contrôler certains des paramètres
25 de la génération de la configuration de captation et ainsi rendre cette configuration « interactive ». Enfin, la description de la scène virtuelle restituée peut provenir d'un moyen de stockage du système ou de canaux de

communication de ce système, internes (bus, autre processus) comme
externes (réseaux, connexions inter-systèmes). Cette description peut aussi
être explicite (paramètres de positionnement et caractéristiques diverses des
constituants) ou implicite (succession d'ordres ou instructions graphiques en
5 permettant la captation par un module de synthèse d'images ou un
processeur dédié).

Art antérieur

10 D'une façon générale, on sait que la diffusion d'images en relief
visibles avec ou sans lunettes fait appel à des dispositifs technologiques
qualifiés de stéréoscopiques, « auto-stéréoscopiques », ou encore « à
imagerie intégrale ». Tous ces dispositifs opèrent un mixage spatial, optique,
colorimétrique et/ou temporel, sur un même rectangle, de plusieurs images
15 d'une scène prises depuis des points de vue distincts. La présente invention
est adaptée à ces divers types de dispositif en prévoyant la captation de $n \times m$
images. Un dispositif technologique (par exemple anaglyphe, filtres colorés,
optiques, prismes, miroirs, lunettes à occultation, film polarisant et lunettes
polarisées, barrière de parallaxe ou réseau lenticulaire, notamment) permet
20 de séparer physiquement et/ou temporellement les images parvenant aux 2
yeux d'un ou plusieurs spectateur(s). Dans le cas notamment des systèmes
stéréoscopiques à lunettes colorées, actives ou polarisées, cette séparation
des images peut être opérée au sein d'un seul faisceau optique
indépendamment de la position du spectateur dans ce faisceau. Le dispositif
25 utilise alors 2 images seulement ($n=2$, $m=1$) qui sont transportées par ce
même faisceau optique puis séparées physiquement (polarisation, couleur...)
ou temporellement (occultation) par les lunettes du spectateur. Par contre,
dans les dispositifs autostéréoscopiques notamment, la séparation est
opérée au niveau du dispositif de restitution pour une utilisation sans
30 lunettes. Dans ces derniers cas les différentes images sont restituées dans
des faisceaux optiques distincts qui sont par exemple organisés en

« éventail » horizontal de n images (dans ce cas $n \geq 2$ et $m=1$). Cet éventail horizontal est sensiblement perpendiculaire aux colonnes du dispositif supposées sensiblement perpendiculaires aux lignes joignant les yeux des spectateurs. Ces faisceaux optiques peuvent également être organisés en

5 double éventail horizontal et vertical (perpendiculairement aux lignes du dispositif), ce qui donne alors une distribution matricielle de $n \times m$ faisceaux optiques ($n \geq 2$ pour la distribution horizontale, $m \geq 2$ pour la distribution verticale) transportant chacun une image distincte. On comprendra que l'invention est à fortiori adaptée également à des dispositifs qui mixeraient

10 uniquement des faisceaux optiques organisés en éventail vertical. Enfin, l'invention est aussi compatible avec des systèmes mixtes qui transportent les $n \times m$ images via un nombre plus faible de faisceaux au sein desquels plusieurs images sont mixées temporellement (occultation) et/ou physiquement (polarisation, couleur...). Ces dernières solutions « multi-

15 stéréoscopiques » permettent de transporter un ou plusieurs couples stéréoscopiques de même rang vertical destinés à un ou plusieurs observateurs distincts au sein d'un même faisceau. Le nombre de faisceaux nécessaires est donc réduit ($n' \times m$; $n' < n$). Dans la présente demande, on réfère à des « lignes » et des « colonnes » des dispositifs de restitution ou de

20 la base commune pour désigner les directions, respectivement, horizontales et verticales des alignements de pixels composant les lignes et colonnes des images diffusées par les dispositifs de restitution ou captées par les zones de captation parallèles à la base commune. De même, le terme « directions principales » est également utilisé pour désigner ces directions,

25 respectivement, horizontales et verticales (par exemple, respectivement, la largeur et la hauteur).

Ainsi, tous ces dispositifs connus ont pour principe général d'opérer un mixage spatial (horizontalement – perpendiculairement aux colonnes du dispositif –, voire aussi verticalement – perpendiculairement aux lignes du

30 dispositif –), optique, colorimétrique et/ou temporel d'un ensemble de $n \times m$ images ($n \geq 2$ pour la distribution horizontale, $m \geq 1$ pour la distribution

verticale) pour les diffuser simultanément et/ou alternativement au sein d'un ou plusieurs ($n' \times m$; $1 \leq n' \leq n$ et $m \geq 1$) faisceaux optiques de telle manière que chaque œil d'un spectateur correctement positionné vis-à-vis du dispositif reçoive une image cohérente différente de celle que reçoit l'autre œil (l'une des images initiales et non un mélange de ces images). La perception stéréoscopique non déformée nécessite un alignement des yeux parallèlement au dispositif de restitution. Comme les colonnes du dispositif sont déjà supposées orthogonales aux lignes des yeux de chaque spectateur, ces lignes des yeux doivent donc toutes être parallèles aux lignes du dispositif. Par ailleurs, les systèmes autostéréoscopiques imposent généralement une (distribution horizontale seulement) ou plusieurs (distribution matricielle) « chaînes » horizontales de positions d'œil privilégiées (assurant une séparation correcte d'une des images mixées) qui sont alors alignées sur une ou plusieurs droites parallèles aux lignes du dispositif. Cet arrangement s'applique aussi formellement, dans une configuration réduite (une chaîne de 2 positions), au cas de la stéréoscopie puisque la ligne des yeux doit être parallèle aux lignes du dispositif.

En « nourrissant » un tel dispositif avec des images d'une même scène virtuelle « captée » depuis des points de vues distincts bien choisis et selon des géométries projectives adaptées, un spectateur correctement positionné reçoit donc 2 images distinctes de cette scène qui forment un véritable couple stéréoscopique permettant à son cerveau de percevoir la scène en relief.

Ainsi, chaque œil de chaque spectateur reçoit une image provenant physiquement d'une même zone de l'espace de restitution (généralement rectangulaire) qui correspond à la « zone utile » ou « zone image » du dispositif de restitution. Ce qui diffère est que tous ces yeux ne sont pas situés au même endroit et observent donc la zone utile du dispositif selon des axes de visée différents.

30

Un problème majeur dans le domaine de la multiscopie à partir d'images fixes ou animées, réelles et/ou virtuelles concerne le fait que la

restitution par des dispositifs multiscopiques plats implique le mixage coplanaire de ces images. Ces images « transmises » par le dispositif ne sont donc pas toutes orthogonales à chaque axe de visée des utilisateurs (axes entre chaque œil et le centre de la zone utile du dispositif). La
5 restitution des images se fait selon des pyramides dont la base commune est formée par la zone utile du dispositif et dont les sommets sont les yeux des utilisateurs. Les axes de vision n'étant forcément pas tous orthogonaux au plan de l'image observée, la restitution de ces images induit des déformations trapézoïdales s'il a mal (ou pas) été tenu compte de ces
10 restitutions « de biais » lors de la capture des images. Cela a 2 conséquences directes :

Problème P1 : Si ces déformations trapézoïdales ne sont pas similaires pour les 2 images perçues par un observateur, l'appariement stéréoscopique par le cerveau est plus délicat, voire même impossible, ce
15 qui réduit ou annule la perception du relief. Il s'agit là de ce qu'il est courant de dénommer en stéréoscopie la « contrainte épipolaire », c'est-à-dire la nécessité, pour permettre l'appariement stéréoscopique, que les 2 projections d'un même point d'une scène sur chacune des images du couple stéréoscopique soient restituées sur le dispositif multiscopique de façon à
20 être coplanaires avec les 2 yeux de l'observateur. Lorsque la restitution (comme c'est notre cas) impose des yeux parallèles aux lignes du dispositif, cela se traduit par la nécessité que les 2 images d'un même point soient restituées sur la même ligne du dispositif. Cette condition est nécessaire à la perception du relief (qui découle de cette contrainte épipolaire). Pour une
25 restitution multiscopique plane, cela implique de choisir, pour les 2 images destinées à un même observateur, des pyramides de captation appuyées sur une base rectangulaire commune dans la scène et dont les sommets sont disposés sur une droite parallèle aux lignes de cette base commune. Pour les situations de restitution collective d'une même scène (dispositifs
30 autostéréoscopiques multi-vues notamment) qui partagent des vues entre plusieurs observateurs ou positions d'observation potentielles au sein d'une ou plusieurs « chaînes » de positions clés, il faut étendre cette base

commune à toutes les captations destinées à une même chaîne, voire à toutes les chaînes si l'on souhaite une cohérence entre les restitutions sur les différentes chaînes. Ainsi, les axes de visée sont donc tous forcément convergents au centre de cette base commune, et les sommets des pyramides doivent former 2 à 2 (par observateur ou position d'observation choisie) des droites parallèles aux lignes de la base commune. Chaque « chaîne » d'images doit donc être captée depuis des positions alignées sur une droite parallèle à la base commune. Par ailleurs, pour que les zones de captation appuyées sur ces pyramides, et donc les images qu'elles captent, restent rectangulaires, elles doivent être parallèles à cette base commune.

Problème P2 : Si, pour les images destinées à une position donnée, la captation respecte la configuration à base commune et centres optiques sur une ligne parallèle à cette base, la perception de relief est garantie. Cependant cela n'implique en rien que le relief perçu reste conforme au relief initialement capté. En effet, l'absence de déformation lors de la restitution nécessite de plus une parfaite similarité image par image, des pyramides de captation avec les pyramides de restitution (mêmes angles d'ouverture horizontaux et verticaux, mêmes angles entre l'axe principal et la base rectangulaire). En cas de non similarité des pyramides de captation et de restitution (mais dans le respect d'une géométrie de captation assurant la perception de relief), le relief perçu correspond à une déformation complexe du relief initialement capté. Cette déformation peut être désirable pour mettre en œuvre certains effets spéciaux dans certaines utilisations, comme elle peut être indésirable dans d'autres applications. A l'évidence, cela implique que captation et restitution doivent être menées de façon cohérente, que l'on souhaite ou non une déformation du relief perçu.

Des dispositifs connus sont proposés dans un schéma convergent sans base commune pour les pyramides de captation. Il est connu notamment les demandes FR 2 909 778 et WO 2008 081115 déposées par la demanderesse de la présente demande, qui concernent des solutions utilisant une répartition physique d'une pluralité de capteurs

optoélectroniques sur un arc de cercle dont le rayon correspond à la distance entre le centre optique de chacun des capteurs et un point de la scène captée sur lequel on effectue la mise au point d'au moins l'un desdits capteurs dénommé capteur de référence et vers lequel les capteurs sont orientés de façon convergente. D'autres dispositifs connus disposent plusieurs capteurs optoélectroniques sur une ligne tout en faisant converger leurs axes de visée en un point de la scène. Tous ces dispositifs convergents proposent de facto des systèmes de captation manifestant le problème P1 ci-dessus à moins d'une correction trapézoïdale systématique des images avant utilisation, ce qui n'est guère souhaitable puisque cela alourdit la chaîne de traitement et produit une dégradation qualitative des images restituées.

Positionnement de l'invention

Pour permettre une restitution multiscopique offrant une perception de relief qui soit conforme au relief attendu (ou souhaité), il est nécessaire de configurer correctement le système de captation. Certaines applications de la visualisation multiscopique d'une scène virtuelle (totalement ou partiellement) nécessitent soit l'assurance d'une restitution fidèle du relief, soit de contrôler les déformations impliquées pour ce relief pour obtenir des effets *a priori* choisis ou acceptés en toute connaissance. Les solutions de l'art antérieur permettent un rendu relief mais présentent l'inconvénient que ce rendu relief n'est pas maîtrisé et donc pas forcément fidèle à la scène et/ou à la volonté de l'opérateur. C'est précisément ce problème technique, non adressé par l'art antérieur, que cette invention permet de résoudre en proposant un contrôle de la déformation (ou de l'absence de déformation) du relief par la mise en cohérence des géométries de captation et de restitution.

On notera que l'invention est adaptée notamment à la « captation » de scènes virtuelles pour des applications de type « Synthèse d'Images », « Réalité Virtuelle », « Réalité Augmentée » ou « Virtualité Augmentée ».

Un des buts de l'invention est de générer une configuration de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène, pour permettre une

restitution, avec un effet relief déterminé, sur au moins un dispositif de restitution multiscopique.

Ce but est atteint par un système de génération d'une configuration de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène virtuelle, ces $n \times m$ images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation associées chacune à un centre optique, définissant un dispositif virtuel de captation, le système comportant des moyens de traitement de données et des moyens de mémorisation et/ou de communication interne (avec d'autres processus du système) ou externe (avec d'autres systèmes ou dispositifs) et/ou une interface utilisateur, caractérisé en ce que les moyens de traitement exécutent un module de configuration générant des données définissant ladite configuration, permettant une restitution avec un effet relief déterminé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface utilisateur :

- des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère global de captation représentant le(s) choix de l'opérateur du système en terme de position(s) et orientations d'observation de la scène,
- des données représentatives d'au moins un paramètre de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation, au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire commune aux $n \times m$ faisceaux optiques et disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques alignés, par lots, sur une ou plusieurs droite(s), dites droites

- d'alignement des centres, parallèle(s) à l'une des directions principales de cette base commune, les zones de captation correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune, les axes de visée ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique, convergeant tous vers le centre de la base commune,
- 5
- des données représentatives de paramètres de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile choisie du dispositif de restitution et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.
- 10

Selon une autre particularité, les données représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données représentatives d'au moins un ensemble de paramètres parmi les ensembles de paramètres suivants :

- 15
- un ensemble de paramètres, dits internes, de captation définissant directement la géométrie de captation par au moins les positions, vis-à-vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation, des centres optiques alignés sur la droite(s) d'alignement des centres et les positions des zones de captation, parallèles entre elles et orientées de
- 20
- façon à ce que leurs lignes soient parallèles à ces droites d'alignement des centres,
 - un ensemble de paramètres, dits externes, de captation définissant ou permettant d'identifier la géométrie de captation à partir du point de convergence, par au moins les dimensions de la base commune centrée sur le point de convergence, le positionnement de la ou des droites d'alignement des centres, le positionnement des centres optiques sur ces droites d'alignement des centres et la position des plans parallèles à la base commune (BC) contenant les zones de captation (ZC_i).
- 25
- un ensemble de paramètres de déformation définissant des déformations envisageables pour la restitution en relief de la scène.
- 30

Selon une autre particularité, les données représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données représentatives d'un paramètre définissant un relief restitué sans aucune déformation par rapport au relief de la scène captée.

5 Selon une autre particularité, les données représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données représentatives d'au moins un paramètre parmi les paramètres de déformation suivants, définissant des transformations entre l'espace initial de la scène et l'espace de restitution et définis soit individuellement pour chaque position
10 d'observation n°i, soit par lots, soit globalement, par :

- au moins un facteur k_i de grossissement global et notamment en profondeur,
- au moins un paramètre ε_i de contrôle de la déformation non linéaire potentielle (qui transforme un cube en tronc de pyramide),
- 15 • au moins un taux μ_i de grossissement relatif de la largeur par rapport à la profondeur ou facteur d'anamorphose horizontal/profondeur souhaité,
- au moins un taux ρ_i de grossissement relatif de la hauteur par rapport à la largeur ou facteur d'anamorphose vertical/horizontal souhaité,
- au moins un taux γ_i de cisaillement horizontal du relief perçu,
- 20 • au moins un taux δ_i de cisaillement vertical du relief perçu par un observateur de plongement conforme à celui attendu.

Selon une autre particularité, les données représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données représentatives des paramètres externes de géométrie de captation suivants :

- 25 - au moins un paramètre définissant, relativement à la base commune, le positionnement de la ou des droite(s) d'alignement des centres,
- au moins un paramètre définissant les positionnements des centres optiques sur ces droites d'alignement des centres,
- au moins un paramètre définissant directement ou indirectement les
30 dimensions de la base commune,

- au moins un paramètre définissant la position précise de chaque plan parallèle à la base commune portant au moins une zone de captation

Selon une autre particularité, les données représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données représentatives des paramètres internes de géométrie de captation suivants :

- au moins un paramètre définissant les positionnements des centres optiques vis-à-vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation,
- au moins un paramètre définissant l'orientation de l'axe de visée de chaque pyramide de projection (ou axe principal),
- 10 - au moins un paramètre définissant la géométrie de la pyramide de projection effective de chaque zone de captation.

Selon une autre particularité, tout ou partie des ensembles de données à partir desquels le module de configuration détermine ladite configuration sont variables au cours du temps, grâce à des données
15 provenant des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface utilisateur et définissant au moins une référence temporelle pour le changement des données représentatives du ou des paramètre(s) de configuration et/ou des données représentatives du repère global de captation et/ou des données représentatives dispositif de
20 restitution, notamment des positions d'observation choisies.

Un autre but de l'invention est d'utiliser cette configuration de captation pour générer une pluralité d'images d'une scène virtuelle utilisables sur un dispositif de restitution multiscopique.

25 Ce but est atteint par une utilisation des données représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation par rapport à la scène et définissant ladite configuration selon l'une des revendications précédentes, pour la génération de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène
30 virtuelle, statique ou dynamique, par un module de synthèse d'images

exécuté par le système de génération de la configuration ou par un autre système comportant des moyens de traitement de données exécutant le module de synthèse d'images et des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface utilisateur, caractérisé en ce que le module de synthèse d'images génère des données représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse à partir desdites données représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation par rapport à la scène et définissant ladite configuration et de données représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène.

Selon une autre particularité, le module de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, grâce à l'exécution de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image.

Selon une autre particularité, le module de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs captations d'images en une même instance.

Selon une autre particularité, les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module de synthèse d'image sont stockées ou transmises à d'autres systèmes ou processus grâce aux moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe.

Selon une autre particularité, les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module de synthèse d'image font l'objet d'un mixage adapté au dispositif de restitution multiscopique choisi, grâce à un module de mixage utilisant des données représentatives des caractéristiques techniques du dispositif de restitution pour générer des données représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images mixées de manière appropriée pour leur restitution sur le dispositif de restitution.

Selon une autre particularité, les données représentatives des images ou séquences d'images mixées, générées par le module de mixage sont stockées ou transmises à d'autres systèmes ou processus grâce aux moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe.

Selon une autre particularité, les données représentatives des images ou séquences d'images mixées, générées par le module de mixage sont transmises au dispositif de restitution.

Un autre but de l'invention est de proposer un procédé de génération d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène virtuelle, pour permettre une restitution de ces images, avec un effet de déformation de relief déterminé, sur au moins un dispositif de restitution multiscopique.

Ce but est atteint par un procédé de génération d'une pluralité de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène virtuelle, statique ou dynamique, ces $n \times m$ images ou séquences d'images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, et correspondant à la projection de la scène virtuelle statique ou dynamique sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation associées chacune à un centre optique, le procédé étant caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre par au moins un système comportant des moyens de traitement de données et des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface utilisateur, et en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- génération, par un module de configuration, de données représentatives d'une configuration de la captation, permettant une restitution avec un effet relief déterminé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface utilisateur :
 - des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère global de captation,
 - des données représentatives d'au moins un paramètre de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée par la projection de la scène virtuelle sur les $n \times m$ zones de captation au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire commune aux $n \times m$ faisceaux optiques, disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques alignés par lots sur une ou plusieurs droites, dites droites d'alignement des centres, parallèles à l'une des directions principales de cette base commune, les zones de captation correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune, les axes de visée ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique, convergeant tous vers le centre de la base commune,
 - des données représentatives de paramètres de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile du dispositif de restitution choisi et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.

- captation virtuelle de la scène par génération, par un module de synthèse d'images, de données représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'image à partir desdites données représentatives de ladite configuration et de données représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène, ces données provenant des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou provenant de l'interface utilisateur.

Selon une autre particularité, l'étape de génération des données représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par le module de synthèse d'image, comporte des étapes d'exécution de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image.

Selon une autre particularité, l'étape de génération des données représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par le module de synthèse d'image, comporte une étape d'exécution d'une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs captations d'images en une même instance.

Les images générées par le procédé, une fois mixées de manière adéquate en fonction des caractéristiques du dispositif de restitution (quelconque mais préalablement choisi et caractérisé) peuvent être affichées ou imprimées ou projetées à l'aide de, ou sur, ce dispositif de restitution et permettent, pour un observateur doué de stéréoscopie et correctement positionné par rapport au dispositif de percevoir effectivement la scène en relief, avec, de plus, une perception sans déformation ou avec une déformation choisie ou contrôlée.

Description de l'invention

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après, faite en
5 référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 représente un système de génération de configuration de captation selon certains modes de réalisation, pour une utilisation par un module de synthèse d'images, selon certains modes de réalisation de l'invention, de manière à générer $n \times m$ images d'une
10 scène virtuelle,
- la figure 2 représente une configuration de captation d'images d'une scène selon certains modes de réalisation de l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement en perspective la géométrie de captation utilisée dans la configuration selon certains modes de
15 réalisation de l'invention,
- les figures 4A et 4B représentent, respectivement, une vue de face et une vue de dessus, de la géométrie de captation utilisée dans la configuration selon certains modes de réalisation de l'invention,
- la figure 5 représente schématiquement une vue en perspective de la
20 géométrie de restitution sur un dispositif de restitution multiscopique, d'une pluralité d'images captées avec la configuration selon certains modes de réalisation de l'invention,
- la figure 6 représente un procédé de génération d'une pluralité de
25 $n \times m$ images d'une scène virtuelle pour une restitution multiscopique, selon certains modes de réalisation de l'invention.

La présente invention est donc destinée dans un premier but à la génération d'une configuration (25) de captation (détermination de paramètres d'une géométrie de captation vis à vis de la scène à capter) pour permettre ultérieurement la réalisation d'une pluralité cohérente de vues
30 d'une même scène virtuelle (générer des images de la scène) pour la restitution en relief de cette scène avec un relief sans déformation ou à

déformation maîtrisée sur tout dispositif de restitution multiscopique préalablement choisi. On notera ici que la génération de la configuration et la génération des images sera faite en fonction des caractéristiques techniques d'au moins un dispositif de restitution multiscopique choisi, comme détaillé ci-après. Plusieurs dispositifs de restitution multiscopique pourront avoir des caractéristiques techniques identiques et la configuration générée, ainsi que les images obtenues, pourront donc être utilisables pour plusieurs dispositifs de restitution. Le terme « captation » est utilisé ici pour désigner la création des images à partir d'une scène virtuelle, de manière similaire à (ou simulant plus ou moins) une acquisition d'image d'une scène réelle. Le terme « restitution » est utilisé pour désigner l'affichage, la projection ou l'impression d'un mixage adapté des images captées (qui peut être réalisé par divers types de dispositifs multiscopiques). En effet, la captation est réalisée par la projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation associées chacune à un centre optique. Cet arrangement revient à une simulation d'optiques et de capteurs virtuels placés par rapport à la scène et définissant un dispositif virtuel de captation, en fonction des paramètres que l'invention permet de déterminer.

En ce sens, l'invention se place dans un cadre qui résout systématiquement P1. Elle utilise par ailleurs une analyse du problème P2 pour proposer un système informatique permettant, selon diverses modalités, de sélectionner un dispositif de restitution, puis de définir une configuration de captation (par exemple un dispositif de captation virtuel) cohérente avec ce dispositif de restitution et éventuellement avec la déformation attendue, avant de calculer les images de la scène virtuelle captées au travers des zones de captation ($ZC_i, i=(i_1, i_2) \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$) (ou capteurs virtuels) associées aux centres optiques ($C_i, i=(i_1, i_2) \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$), précédemment définis puis de les stocker et/ou les mixer et/ou les transmettre pour restitution multiscopique au dispositif désigné. Cette architecture permet d'assurer que le relief initial de la scène virtuelle subira, à la restitution, la déformation attendue ou souhaitée.

L'homme de métier comprendra que l'indice i est utilisé dans la présente demande en référence à divers éléments (C_i , ZC_i , etc.) ou paramètres (f_i , X_i etc.) pour désigner le fait que l'élément ou le paramètre (pour lequel il apparaît en indice) concerne l'image numéro i à capter. On notera que ce terme i peut en fait correspondre à un couple de valeurs i_1 (allant de 1 à n) et i_2 (allant de 1 à m), comme défini ci-dessus par l'expression $i=(i_1, i_2)$ utilisée pour une définition matricielle, mais que l'on peut, lorsque l'on n'a besoin de définir qu'une dimension (par exemple lorsque les paramètres sont regroupés selon m lots de n paramètres), n'utiliser que le terme i_2 (ou i_1 éventuellement) pour caractériser un lot de paramètres (par exemple, lot numéro i_2 , compris entre 1 et m).

Un autre but de la présente invention est, de proposer une solution permettant, efficacement et sans surcoût trop important, de générer des vues multiples ($n \times m$ images) d'une même scène virtuelle dont l'utilisation conjointe sur tout dispositif multiscopique plat permet la perception effective en relief de cette scène par un observateur correctement positionné par rapport au dispositif multiscopique.

Il s'agit en fait de résoudre systématiquement le problème P1 en choisissant une configuration de captation assurant une projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i), au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux appuyés sur une base (BC) rectangulaire commune aux $n \times m$ faisceaux optiques et disposée dans la scène à capter. On comprendra à la lecture de la description ci-après que cette base commune correspond en fait au « cadrage » de la prise de vue, c'est-à-dire au rectangle de la scène qui sera restitué précisément sur la zone utile du dispositif de restitution, ou encore à la représentation dans la scène de l'homologue de cette zone utile de restitution. Les $n \times m$ faisceaux passent chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés par lots sur une ou plusieurs droites (LC_{i_2}) parallèles à cette base commune (la numérotation bidimensionnelle $i=(i_1, i_2)$ permet alors de dire que chaque centre C_i est positionné sur la droite LC_{i_2} correspondant à son second indice). Ces droites

(LC_{i2}) sont désignées ici sous le terme « droites (LC_{i2}) d'alignement des centres ». Par exemple, m lots de n centres optiques (C_i) pourront être alignés sur m droites (LC_{i2}) d'alignement des centres. Les zones de captation correspondent à l'intersection de ces faisceaux optiques (pyramides de captation) avec au moins un plan parallèle à cette base commune. Les axes de visée ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux, passant par leur centre optique, convergent tous vers le centre (PS) de la base commune. Un exemple illustratif de cette configuration (25) est représenté sur la figure 2 montrant un exemple de scène virtuelle (une voiture) et la base commune (BC) placée devant celle-ci. Par rapport à cette scène, le positionnement de chaque centre optique (C_i), ainsi que les dimensions et le positionnement de la zone de captation associée (ZC_i), forment des jeux de paramètres (25i) de définition de la configuration de chaque capteur virtuel n° i. Ces jeux de paramètres (25i) définissent collectivement la configuration (25) de captation et l'on comprend d'après cette figure 2 que cette configuration (25) peut être représentée (de manière illustrative et non limitative) par des faisceaux pyramidaux (ou pyramides de captation). Ces faisceaux pyramidaux comportant une première série de pyramides (seulement deux représentées sur la figure 2, n° i et j) dont les bases correspondent à la base commune (BC) et dont les sommets correspondent aux centres optiques (C_i et C_j , figure 2) et une seconde série de pyramides (inversées) dont les sommets correspondent aux centres optiques (C_i et C_j , figure 2) et dont les bases correspondent aux zones de captation (ZC_i et ZC_j , figure 2).

Cette configuration revient à ce que les axes de visée (AV_i , figure 2) convergent au centre (PS) de la base commune (BC) et à ce que les zones de captation (ZC_i) soient parallèles à la base commune (BC). Les axes de visée (AV_i) (ou « axes principaux »), passent donc tous par le centre (PS) de la base commune (BC) puis par le centre optique (C_i) et le centre (I_i) de la zone de captation (ZC_i) de leur capteur associé. Remarquons encore que les zones de captation (ZC_i) peuvent être positionnées à toute distance (f_i) du centre optique (C_i) sans conséquence sur les images captées et donc sur la

restitution du relief, pour peu qu'elles soient définies comme l'intersection
 d'au moins un plan parallèle à la base commune avec la pyramide de
 captation impliquée. Il est ainsi plus simple de considérer, par lots de centres
 optiques alignés (c'est-à-dire à i_2 fixé) ou globalement, toutes ces zones de
 5 captation comme les intersections des diverses pyramides avec un plan
 unique parallèle à la base commune et situé à une distance fixe f_{i_2} ou f de la
 droite (LC_{i_2}) d'alignement des centres optiques (C_i), comme représenté sur la
 figure 2. On comprend donc que, dans cet exemple, les zones de captation
 (ZC_i) sont alignées par lots sur une ou plusieurs lignes incluses dans ce ou
 10 ces plan(s) commun(s) et parallèle(s) aux droites (LC_{i_2}) d'alignement des
 centres optiques (C_i). On voit donc qu'un point (U) de la scène se projette sur
 les zones de captation (ZC_i, ZC_j , figure 2) en des points (u_i, u_j , figure 2) dont
 la position dépend des positionnements des centres optiques (C_i, C_j , figure 2)
 et des dimensions et positionnements des zones (ZC_i, ZC_j , figure 2) de
 15 captation.

Dans certains modes de réalisation, toutes les zones de captation
 (ZC_i) (ou « capteurs virtuels ») ont les mêmes dimensions l, h (figure 3) et
 sont donc positionnées par leur centre I_i qui est décalé horizontalement d'une
 distance a_i (figure 3) et verticalement d'une distance e_i (figure 3) par rapport
 20 à l'axe optique (AO_i , figure 2), c'est-à-dire une droite orthogonale aux zones
 de captations (ZC_i) et passant par le centre optique (C_i). On notera que, dans
 certains modes de réalisation, on pourra avoir des zones de captation (ZC_i)
 situées à des distances f_i différentes de la droite (LC_{i_2}) des centres optiques
 (C_i) et ayant donc des dimensions l_i, h_i différentes entre elles. On comprend
 25 donc que l'alignement des zones de captation est donné ici à titre illustratif
 pour faciliter la compréhension de la configuration de captation et qu'il est
 possible d'utiliser des zones de captation de dimensions variables et placées
 dans plusieurs plans parallèles à la base commune (BC) à des distances
 variées des droites (LC_{i_2}) portant leur centre optique associé, mais cela
 30 complique la configuration sans constituer une réelle modification.

La figure 5 montre à titre d'exemple l'analyse de la géométrie de restitution permettant de définir les caractéristiques du dispositif pour lequel les images vont être générées. Sur cette figure 5, le point U affiché sur le dispositif, de centre (Ce), est perçu comme un point u grâce aux images u_i et u_{gi} affichées sur l'écran et à leur appariement stéréoscopique par le cerveau de l'observateur (dont les yeux sont positionnés en O_i et O_{gi})

Le nombre $n \times m$ de zones de captation (ZC_i) (ou de « capteurs virtuels » ou « de dispositifs de capture ») pourra varier, par exemple en fonction du nombre d'images attendues par le dispositif de restitution multiscopique permettant son observation de plusieurs points de vue différents. Toutefois, le nombre de vues captées peut être différent du nombre de points de vue restitués par les dispositifs auxquels la capture est destinée. Par exemple, il est possible de capter moins de vues que ce que le dispositif de restitution est capable de diffuser notamment si le nombre d'observateur est limité. Inversement, il est possible de capter plus de vues que ce que le dispositif de restitution peut diffuser et de sélectionner les points de vue qui seront restitués, par exemple selon le choix de l'opérateur.

Le terme « opérateur » est utilisé ici pour désigner la personne décidant des paramètres à appliquer pour la captation, c'est-à-dire l'utilisateur du système de génération de la configuration et/ou du système de génération des images ou contrôlant la mise en œuvre du procédé.

Ces principes d'architecture du système de captation virtuel sont nécessaires pour résoudre le problème P1, mais ne suffisent pourtant pas à obtenir une restitution à relief contrôlé puisqu'il faut encore analyser le problème P2 et notamment les relations entre les angles caractéristiques des pyramides de visée et d'observation.

La présente invention concerne donc un système (1, figure 1) de génération d'une configuration (25, fig. 1 et 2) de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène virtuelle, ces $n \times m$ images étant destinées à une restitution, avec un effet relief déterminé (grâce à l'invention), sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, la captation étant réalisée par la

projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation (ZC_i) associées chacune à un centre optique (C_i). Ce système comporte des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne (avec d'autres processus exécutés par le système) ou externe (avec d'autres systèmes) et/ou une interface (13) utilisateur. Grâce à ces moyens de mémorisation et/ou de communication et/ou cette interface utilisateur, l'opérateur pourra sélectionner et/ou définir des paramètres relatifs à au moins un dispositif de restitution pour lequel le système adaptera la configuration (25) de captation (et auquel sont destinés les images qui seront générées (« captées ») grâce à cette configuration). Dans certains modes de réalisation, le système pourra être préconfiguré et utiliser directement les paramètres sans intervention de l'opérateur, notamment dans le cas d'un des modes de réalisation décrit ci-après concernant une configuration de captation pour un relief sans déformation. Dans certains modes de réalisation, le système permet à l'opérateur, grâce à l'interface (13), de sélectionner (ou saisir) les paramètres définissant le type de dispositif de restitution et/ou définissant la déformation qu'il choisit d'avoir sur le rendu relief de la scène et/ou définissant au moins un des paramètres relatifs à la géométrie de captation détaillé ci-après. Dans certains modes de réalisation, le système permet à l'opérateur, grâce à l'interface (13), de sélectionner directement des configurations parmi une pluralité enregistrées au préalable dans des moyens de mémorisation accessibles par le système.

Les moyens (11) de traitement exécutent un module (22, figure 1) de configuration générant des données définissant ladite configuration (25) et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées. Le système est caractérisé en ce que le module (22, figure 1) génère ladite configuration (25) par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou provenant de l'interface (13) utilisateur :

- des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27, figures 1 et 2) global de captation,
- des données représentatives d'au moins un paramètre (23, figure 1) de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation,
- des données représentatives de paramètres (21, figure 1) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile choisie du dispositif de restitution et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.

Le module (22) de configuration utilise des relations déterminées pour effectuer la mise en relation au moins des données représentatives du repère (27), des données représentatives d'au moins un paramètre de configuration (23) et des données représentatives des paramètres de restitution (21). Ces relations, comme expliqué ci-après, pourront être définies par des équations, qui pourront par exemple être exprimées sous la forme des équations détaillées ci-après (ou selon divers équivalents comme expliqué ci-après). Le module (22) de configuration pourra par exemple utiliser au moins un algorithme pour la mise en relation des paramètres, de façon au moins équivalente aux équations détaillées ici. Comme mentionné précédemment, la captation est réalisée par la projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i), au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques, disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés par lots sur une ou plusieurs droite(s) (LC_{i2}) d'alignement des centres, parallèle(s) à une direction principale de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique

(C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC). Cette projection prescrit donc au moins une partie des paramètres (23) de configuration.

Dans certains modes de réalisation, les moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe du système apportent ces 3 types de données. Dans d'autres modes de réalisation, un module de pilotage de l'interface (13) utilisateur, intégré ou non au module de configuration (22), permet de saisir via cette interface ces 3 types de données ou permet de sélectionner toujours via cette interface ces 3 types de données parmi les données apportées par les moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe. Certains modes de réalisation correspondent donc à des combinaisons de ces modes de réalisation, l'invention permettant par exemple de choisir au moins un dispositif de restitution (ce qui prescrit tout ou partie des paramètres 21) et de choisir comment on souhaite que la captation soit réalisée (soit en choisissant des paramètres de déformation, soit en choisissant au moins un paramètre relatif à la géométrie de captation, comme détaillé ci-après), de façon à ce que le système génère la configuration (25) permettant d'obtenir les images correspondant à ces choix. Dans d'autres modes de réalisation, le système est préconfiguré pour au moins un dispositif de restitution et n'offre pas de choix sur les déformations ni la géométrie de captation. Dans ces modes de réalisation, les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration pourront correspondre à un paramètre implicite, du fait que le rendu relief ne doit pas présenter de déformation ou présenter une déformation « préconfigurée », ce qui prescrit un certain nombre de paramètres de la géométrie de captation comme détaillé ci-après. Le système ne mettrait alors en relation que les données représentatives du repère (27) et celles représentatives des paramètres (21) de restitution, en utilisant une relation (équation) spécifique tenant compte de ce paramètre implicite.

Le module (22) de configuration utilise des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27, figures 1 et 2) global de captation qui

permet notamment de positionner dans la scène le point de convergence (PS) et d'orienter dans la scène, autour de ce point, la base commune (BC). Ce repère (27) permet alors aussi de positionner, orienter, voire conformer, les zones de captation (ZC_i) et les centres optiques (C_i) vis à vis de la scène.

- 5 Ces données (27) peuvent être ou doivent permettre de déterminer :
- les coordonnées dans la scène $PS_{/scn}$ du point de convergence,
 - les coordonnées dans la scène $X_{/scn}$, $Y_{/scn}$, $Z_{/scn}$ (figure 2) des 3 directions caractéristiques de la base commune (BC) : directions principales pour X et Y, et direction normale pour Z.

10 Le module (22) de configuration utilise des données représentatives de paramètres (21, figure 1) de restitution. Ces paramètres (21) de restitution concernent d'une part les dimensions de la zone utile du dispositif de restitution. Cette zone utile peut être exprimée en termes de largeur L(figure 5) et de hauteur H(figure 5) par exemple, mais également en terme de ratio (par exemple, de type 16/9 ou 4/3) et dimension de la diagonale (par exemple en pouces : 32") ou encore en dimension d'un point image (pitches, par exemple en μm ou densité en dpi) et en résolution utilisée (nombre de pixels par ligne et colonne de la zone utile). On comprend donc que l'expression donnée ici aux paramètres utilisés n'est donnée qu'à titre

15 d'exemple. On comprendra à la lecture de la présente description que cette notion est vraie pour la plupart des paramètres détaillés ici.

Ces paramètres (21) de restitution concernent d'autre part les positions d'observation privilégiées (O_i , O_{gi} , figure 5) pour le dispositif de restitution choisi (par exemple $n \times m$ positions privilégiées). Ces positions peuvent être définies par le positionnement optimal du spectateur (par exemple à une distance optimale d'observation), un ou plusieurs plongements (ou zéniths) optimaux d'observation, comme détaillé ci-après. Un exemple d'expression de ces paramètres est donné en définition cartésienne par :

- 30 - la distance d_i de chaque position d'observation par rapport au plan du dispositif de restitution,

- le décalage latéral (selon les lignes du dispositif) o_i de chaque position d'observation par rapport au centre (Ce) du dispositif,
- le décalage vertical (selon les colonnes du dispositif) p_i de chaque position d'observation par rapport au centre (Ce) du dispositif.

5 Cependant, il est évident que l'on peut également utiliser, pour chaque position, une définition sphérique par la distance au centre (Ce) et des angles d'azimut et de zénith, ou même utiliser des coordonnées cylindriques. Par ailleurs, dans les exemples détaillés ici, et comme illustré sur la figure 5, ces positions étant alignées par lots sur une ou plusieurs droites (LO_{i2})

10 « d'alignement des positions d'observations », parallèles aux lignes du dispositif, un paramétrage réduit peut aussi être utilisé en ne conservant que les paramètres non redondants, tels que la distance d_{i2} , le décalage vertical p_{i2} de chaque droite (LO_{i2}) d'alignement impliquée et le décalage latéral o_i de chaque position sur sa droite d'alignement. Ce décalage peut même être

15 réduit aux décalages o_{i1} communs « par colonnes » si la distribution matricielle place les positions d'observation de même indice $i1$ au même décalage latéral.

Chaque position privilégiée (O_i) est supposée recevoir en provenance du dispositif l'image n° i avec cohérence (sans mélange trop important avec

20 les autres images), comme détaillé ci-après en référence à la géométrie de restitution.

Les données représentatives de la configuration (25) définissent les positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et les dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de

25 captation (ZC_i) qui leur sont associées. Ces données permettent donc de définir chaque zone (ZC_i) de captation (ou capteur virtuel) n° i dans la scène au moyen d'informations (25 i , figure 1 et 2) qui comprennent ou permettent de déterminer la configuration (25, figure 2) de captation par :

- Les coordonnées $C_{i/scn}$ dans la scène du centre optique (C_i).
- 30 - L'orientation de la zone de captation (ZC_i) dans la scène. Par exemple les coordonnées, dans la scène, des 2 vecteurs principaux $X_{i/scn}$,

orienté selon les lignes de l'image à capter et $Y_{i/scn}$, orienté selon les colonnes de l'image à capter.

- Les dimensions (de la zone utile) des zones de captation (ZC_i), par exemple exprimées en largeur l_{z_i} et en hauteur h_{z_i} ,
- 5 - Le positionnement effectif de la zone de captation (ZC_i) vis-à-vis du centre optique (C_i) (ou « centre de projection »).

Ce positionnement effectif du centre optique (C_i) peut être exprimé grâce au repère global (27) par $C_{i/scn} = PS_{i/scn} + pX_i \cdot X_{i/scn} - pY_i \cdot Y_{i/scn} - pZ_i \cdot Z_{i/scn}$, en coordonnées cartésiennes, avec :

- 10 - pZ_i : distance (figure 2) séparant ce centre optique (C_i) de la base commune (BC) (selon $-Z_{i/scn}$),
- pX_i : décalage (selon $X_{i/scn}$) de ce centre optique (C_i) par rapport au point de convergence (PS), centre de la base commune (BC),
- pY_i : décalage (selon $-Y_{i/scn}$) de ce centre optique (C_i) par rapport au
- 15 point de convergence (PS), centre de la base commune (BC),

Ce positionnement effectif grâce au repère global (27) peut également être exprimé en coordonnées angulaires : par exemple par l'azimut et le zénith de l'axe PS- C_i (figure 2).

Ce positionnement effectif de la zone de captation (ZC_i) peut être

20 exprimé en coordonnées cartésiennes par :

- dZ_i (figure 2) : distance séparant la zone de captation n° i de son centre optique (C_i) (orthogonalement au plan de la zone de captation, c'est-à-dire selon l'axe optique AO_i , soit selon $Z_{i/scn}$),
- dX_i : décalage (selon $X_{i/scn}$) du centre I_i de la zone de captation (ZC_i) par
- 25 rapport au centre optique (C_i)
- dY_i : décalage (selon $Y_{i/scn}$) du centre I_i de la zone de captation (ZC_i) par rapport au centre optique (C_i).

Ce positionnement effectif peut également être exprimé en coordonnées angulaires : par exemple par l'azimut et le zénith de l'axe de

30 visée (AV_i , figure 2).

De même les dimensions cartésiennes l_{z_i} et h_{z_i} de la zone de captation (ZC_i) peuvent être remplacées, une fois la distance d_{Z_i} déterminée, par les ouvertures angulaires horizontale et verticale (voire les azimuts gauche et droit et les zéniths bas et haut).

5 Ainsi, l'invention permet de déterminer, à partir des paramètres (21) de restitution, du repère global (27) de captation et des paramètres (23) de configuration, les données représentatives de la configuration (25) en déterminant au moins une partie des informations (25i) ci-dessus.

10 Les géométries de restitution et de captation (prise de vue) sont maintenant détaillées en référence aux figures 3, 4A et 4B et la figure 5. Dans les figures 3, 4A et 4B sont montrées, sous divers angles de vues, la géométrie de captation dans les modes de réalisation où toutes les zones de captation ont les mêmes dimensions et sont placées à une même distance f (mesurée parallèlement à Z) de leurs centres optiques associées. Leurs
15 caractéristiques intrinsèques peuvent être représentées par divers jeux de paramètres globalement totalement équivalents bien que distincts dans leur structure interne (description de pyramides par des distances et/ou par des angles, caractérisation de points ou vecteurs en coordonnées cartésiennes ou cylindriques, ou sphériques, ...). Ainsi, comme mentionné précédemment,
20 les jeux de paramètres utilisés pour les descriptions géométriques à venir doivent être considérés comme des exemples non limitatifs de la façon de caractériser ces géométries et les équations détaillées ici ne sont que des exemples des relations utilisées dans l'invention pour mettre en relation les paramètres.

25 **Géométrie de restitution**

 La figure 5 représente un exemple de description de la géométrie du dispositif de restitution pour lequel les images vont être générées et expose, à titre d'exemple, tout ou partie d'un jeu de paramètres permettant de caractériser cette géométrie complètement (pour les besoins de cette
30 invention).

Le dispositif mixe $n \times m$ images étendues par exemple sur toute sa surface utile de dimensions L (largeur, figure 5) et H (hauteur, figure 5).

Chacune de ces images $n^\circ i=(i_1,i_2) \in \{1\dots n\} \times \{1\dots m\}$ est supposée visible « correctement » (sans trop de mixage avec les autres) au moins depuis la position préférentielle choisie (O_i) (figure 5) positionnée sur une des droites (LO_{i2}) d'alignement des positions d'observation choisies, parallèles aux lignes du dispositif et sont dédiées chacune à un observateur aux caractéristiques prédéfinies (écart binoculaire et hauteur de regard) qui peut alors s'y déplacer pour modifier son angle de vue de la scène restituée.

10 Cette droite (LO_{i2}) d'alignement, et donc la position d'observation (O_i), est située à une distance d_{i2} de la zone utile du dispositif qui peut être définie d'après le dispositif de restitution choisi, de façon à assurer qu'un utilisateur d'écart binoculaire b_{i2} (figure 5), avec une ligne des yeux parallèle aux lignes du dispositif, ayant son œil droit en (O_i) (figure 5) qui percevrait l'image $n^\circ i$,
 15 aurait son œil gauche en (O_{g_i} , figure 5) avec $g_i=i-(q_{i2},0)$ qui y percevrait donc l'image $n^\circ g_i$. Ainsi, pour chaque droite (LO_{i2}), sont définis 2 attributs ou paramètres interdépendants : b_{i2} l'écart binoculaire choisi pour cette position (souvent les b_{i2} seront tous identiques à l'écart binoculaire humain moyen 65 mm, mais il est envisageable de choisir des écarts différents selon le public
 20 attendu : enfants, ...) et q_{i2} l'écart de numéros d'images composant les couples stéréoscopiques cohérents visibles avec écart binoculaire b_{i2} depuis les positions préférentielles de la droite (LO_{i2}) d'alignement des positions d'observation.

Selon une caractéristique des dispositifs multiscopiques, il est possible, depuis une position (O_i) (figure 5), de continuer à percevoir du relief en se décalant verticalement (parallèlement aux colonnes de la zone utile du dispositif) plus ou moins selon que ce dispositif propose ou non une distribution verticale des images ($m>1$ ou $m=1$). Ainsi, des spectateurs de tailles variées peuvent utiliser le dispositif au prix d'une possible déformation
 30 en cisaillement du relief qu'ils perçoivent (cf. plus loin). Les conditions de visualisation sont ainsi définies pour une taille d'utilisateur donnée commune à toute une « chaîne » de positions d'observation, ou plutôt pour un

plongement p_{i2} donné qui représente l'écart vertical (parallèlement aux colonnes du dispositif) de positionnement des yeux des observateurs sur cette chaîne par rapport au centre (Ce) de la zone utile. Lorsque l'observateur (et donc le plongement effectif) n'est pas a priori connu, on se contente d'un plongement moyen p_{i2}^m (correspondant à un observateur de taille moyenne à définir).

L'analyse des caractéristiques de la géométrie de restitution s'appuie sur un repère global défini par rapport au dispositif de restitution, par exemple en son centre, ($Ce, x, y, z \equiv x^y$) tel que, comme représenté sur la figure 5 :

- x est parallèle aux lignes du dispositif de restitution et orienté vers leur droite sur la figure 5,
- y est parallèle aux colonnes du dispositif de restitution et orienté vers leur bas sur la figure 5,

Selon une particularité du système (1) de génération de la configuration (25), les données représentatives des paramètres (21) de restitution, définissant notamment les caractéristiques du dispositif de restitution multiscopique, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication et comportant par exemple un moyen de mémorisation spécifique pour ces données, comprennent et/ou permettent de déduire au moins, et si besoin, les « paramètres de restitution » susmentionnés L, H, d_{i2}, p_{i2} (ou p_{i2}^m), o_i qui représentent :

- les dimensions, largeur L et hauteur H , du rectangle de zone utile choisie du dispositif (affichage, projection ou impression des images mixées),
- la localisation précise des droites (LO_{i2}) d'alignement des positions dans le repère global de restitution (Ce, x, y, z), basées sur leur distance d_{i2} au dispositif et leur plongement ou décalage vertical p_{i2} par rapport à Ce .

- la localisation précise des positions d'observation choisies ou imposées sur leur droite (LO_{i2}) (par exemple décalage o_i latéral – selon les lignes du dispositif – par rapport au centre du dispositif)
- réglages stéréoscopiques de chaque chaîne de positions (LO_{i2}) : écart d'index q_{i2} des images de la chaîne prévues pour les yeux gauche et droit et écart binoculaire b_{i2} prévu pour cette relation stéréoscopique,

Notons que les positions d'observation sont souvent régulièrement espacées sur les droites (LO_{i2}). Dans ce cas, les décalages latéraux o_i des positions d'observation sur l'une de ces droites sont collectivement définis par l'une seulement de ces données et les caractéristiques associées à cette ligne : $o_i = o_{(1,i2)} + b_{i2}(i1-1)/q_{i2}$. Ainsi, il est possible de disposer de jeux de paramètres réduits qui permettent, dans ces configurations particulières, de calculer les paramètres manquants.

L'interface (13) utilisateur (ou « interface homme/machine », comme par exemple au moins un écran et des moyens de saisie et/ou d'interaction) permet, en coopération avec le module (22) de configuration, la gestion interactive (saisie, consultation, sélection, édition, sauvegarde) de ces paramètres (21) de restitution mémorisés, entre autres. On notera que pour les paramètres concernant des dispositifs de restitution, ces données pourront être mises à jour dans le système en fonction de l'évolution des dispositifs connus.

Selon une autre variante de réalisation du système de génération, un module de reconnaissance permet la reconnaissance automatique d'un dispositif de restitution connecté au système, puis la sélection dans une liste de dispositifs connus de tout ou partie de ses « paramètres de restitution » pour que le module (22) de configuration utilise les paramètres du dispositif détecté et reconnu, par exemple pour (ré-)initialiser leur contenu et les présenter de façon interactive à l'opérateur via l'interface

La figure 3 montre une représentation en perspective de la géométrie de captation des images permettant de définir la configuration de la zone de captation n° i (par exemple la zone ZC_i représentée sur la figure 2) et expose, à titre d'exemple, tout ou partie d'un jeu de paramètres permettant de caractériser complètement cette géométrie de captation (pour les besoins de cette invention). Les figures 4A et 4B montrent des représentations, respectivement, de face et de dessus, de cette géométrie de captation.

La définition de la géométrie de captation s'appuie sur le repère global de captation (27, fig. 2 et 3) par exemple positionné au point (PS) de convergence désiré et orienté de telle sorte que les 2 premiers vecteurs de base soient parallèles aux directions principales de la base commune centrée en (PS) et donc aux directions principales des zones de captation (ZC_i). De façon illustrative et nullement limitative, le premier vecteur de base est ici choisi parallèle aux lignes des zones de captation et le second parallèle aux colonnes de ces zones. Les données représentatives des paramètres relatifs à ce repère (27) proviennent par exemple des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication, comportant par exemple un moyen de mémorisation spécifique pour ces données, et/ou proviennent de l'interface (13) utilisateur (paramètres saisis, ou sélectionnés parmi une pluralité mémorisée, par l'opérateur pour définir une position dans la scène). Ce repère (27) permet de définir la position et l'orientation de toutes les pyramides de projection représentatives des zones de captation, en spécifiant notamment la direction d'observation Z et la ou les droites (LC_{i2}) d'alignement des centres optiques : $R = (PS, X, Y, Z \equiv X \wedge Y)$.

Ces paramètres définissant le repère (27) de captation pourront donc comporter :

- les coordonnées $PS_{/scn}$, dans la scène, du centre (PS) du repère (27).
- les coordonnées $X_{/scn}$, $Y_{/scn}$ et $Z_{/scn}$, dans la scène, des 3 vecteurs de base du repère (27), donnant les directions caractéristiques de la base commune.

Plus précisément, les $n \times m$ pyramides de captation représentatives d'un dispositif (ou système) virtuel de captation (ou prise de vues) qui respecte les principes précédemment énoncés pour résoudre le problème P1, sont spécifiées par :

- 5 • des axes optiques (AO_i , fig. 2) parallèles de direction Z,
- des centres optiques (C_i), alignés sur une ou plusieurs droites (LC_{i2}) parallèles aux lignes de la base commune et donc de direction X,
- des zones de captation (ZC_i) rectangulaires :
 - 10 - orthogonales à Z, donc parallèles entre elles, à la base commune (BC) et aux droites (LC_{i2}) d'alignement des centres optiques ; éventuellement coplanaires ;
 - placées à une distance f_i du centre optique (C_i), voire à une distance f_{i2} commune à toutes les zones associées aux centres optiques alignés sur (LC_{i2}), ou encore à une distance f commune à
 - 15 toutes les zones ;
 - de taille physique précisée, par exemple l_i et h_i , ou de taille physique identique par lots (l_{i2} , h_{i2}) ou globalement (l , h) selon les choix opérés ci-dessus pour les distances entre zone de captation et centre optique;
 - 20 - décentrées par rapport à leur axe optique respectif (AO_i , fig. 2) en des points I_i de sorte que les droites ($I_i C_i$, fig. 2) qui définissent les axes de visée (AV_i) passent toutes par le point de convergence fixé PS.

On notera que les zones de captation (ZC_i) sont parallèles à la base commune (BC). Les capteurs virtuels qu'elles définissent ont donc un axe de capture perpendiculaire à la base commune (BC) mais les pyramides de projection ont des axes de visée (AV_i) (ou axes principaux) convergent vers le point PS.

Contrôle de la configuration de captation

30 En plus des données représentatives des paramètres (21) de restitution, le module (22) de configuration utilise, pour générer ladite configuration (25),

les données représentatives du repère global (27) qui représentent le(s) choix de l'opérateur du système en termes de position(s) et orientation(s) d'observation de la scène. Pour représenter les choix de l'opérateur en termes de captation et les traduire en une configuration opérationnelle (25), le module (22) de configuration utilise, en sus de ces paramètres (21) et (27), les données (23) représentatives d'au moins un paramètre de configuration. Selon la nature des paramètres de configuration utilisés, ce module (22) est décliné selon plusieurs modalités qui laissent plus ou moins de liberté à l'opérateur.

10 **Modalités « contraintes »**

Dans certains modes de réalisation, dits « à effet relief parfait », les données (23) représentatives d'au moins un paramètre de configuration comportent des données (23d) représentatives d'un paramètre définissant un relief restitué sans aucune déformation par rapport au relief de la scène captée. Dans certains modes de réalisation, ce paramètre sera utilisé suite à la sélection d'un choix de l'utilisateur sur l'interface (13) qui souhaite avoir un rendu de la scène sans aucune déformation. Dans d'autres modes de réalisation, ce paramètre est en fait implicite car le système est préconfiguré pour générer seulement les données de la configuration (25) pour un relief parfait et le module (22) n'utilise en fait que les paramètres (27) et (21), sans nécessiter de paramètre (23) indiquant le relief parfait puisque c'est la seule modalité envisagée. Dans ce cas du relief parfait, les paramètres (25i) peuvent être calculés comme suit (avec les jeux de paramètres choisis comme exemple) :

25 f_i peut être imposé ou choisi de façon arbitraire $\forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$

$$lz_i = L f_i / d_{i2}$$

$$hz_i = H f_i / d_{i2}$$

$$dX_i = o_i f_i / d_{i2}$$

$$dY_i = p_{i2} f_i / d_{i2}$$

$$dZ_i = f_i$$

$$X_{i/scn} = X_{i/scn}$$

$$Y_{i/scn} = Y_{i/scn}$$

$$pX_i = o_i$$

$$pY_i = p_{i2}$$

$$pZ_i = d_{i2}$$

30

soit

$$C_{i/scn} = PS_{i/scn} + o_i \cdot X_{i/scn} - p_{i2} \cdot Y_{i/scn} - d_{i2} \cdot Z_{i/scn}$$

De plus, comme mentionné ci-dessus, les distances f_i peuvent être choisies égales par lots ou globalement. Le jeu de paramètres (25i) est alors calculé à partir de la ou des valeurs communes f_{i2} ou f des distances f_i , et montre que les zones de captation ont les mêmes dimensions par lots ou globalement :

f_{i2} imposé ou choisi de façon arbitraire, $\forall i2 \in \{1 \dots n\}$

$$\begin{aligned} l_{z_i} &= L f_{i2}/d_{i2} & h_{z_i} &= H f_{i2}/d_{i2} \\ dX_i &= o_i f_{i2}/d_{i2} & dY_i &= p_{i2} f_{i2}/d_{i2} & dZ_i &= f_{i2} \\ X_{i/scn} &= X_{i/scn} , & Y_{i/scn} &= Y_{i/scn} \\ pX_i &= o_i & pY_i &= p_{i2} & pZ_i &= d_{i2} \\ \text{soit} & & C_{i/scn} &= PS_{i/scn} + o_i \cdot X_{i/scn} - p_{i2} \cdot Y_{i/scn} - d_{i2} \cdot Z_{i/scn} \end{aligned}$$

f imposé ou choisi de façon arbitraire

$$\begin{aligned} l_{z_i} &= L f/d_{i2} & h_{z_i} &= H f/d_{i2} \\ dX_i &= o_i f/d_{i2} & dY_i &= p_{i2} f/d_{i2} & dZ_i &= f \\ X_{i/scn} &= X_{i/scn} , & Y_{i/scn} &= Y_{i/scn} \\ pX_i &= o_i & pY_i &= p_{i2} & pZ_i &= d_{i2} \\ \text{soit} & & C_{i/scn} &= PS_{i/scn} + o_i \cdot X_{i/scn} - p_{i2} \cdot Y_{i/scn} - d_{i2} \cdot Z_{i/scn} \end{aligned}$$

Dans ce cas du relief parfait avec des zones de captations de dimensions identiques (rapport f_i/d_{i2} constant), l'homme de métier comprendra qu'avec les données représentatives des paramètres (21) de restitution (L , H , d_{i2} , p_{i2} et o_i) et les données représentatives du repère (27) de captation ($PS_{i/scn}$, $X_{i/scn}$, $Y_{i/scn}$ et $Z_{i/scn}$), il suffit de fixer un seul paramètre (23) de configuration (distance commune f , une des distances f_i ou f_{i2} , une des valeurs commune de dimensions des zones de captation l_{z_i} , h_{z_i} , un des décalages x_i ou y_i). Les autres paramètres peuvent en effet en être aisément déduits d'après les équations ci-dessus.

Le module de configuration (22), dans les modes de réalisation dédiés au relief parfait, peut donc utiliser, comme seul paramètre (23) de configuration, la distance f ou plusieurs distances f_i ou f_{i2} , qui peu(ven)t être choisie(s) par l'opérateur via l'interface (13) ou imposée de façon arbitraire, par exemple en provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de

communication interne ou externe. Le module (22) génère donc bien la configuration (25) à partir des paramètres (21) de restitution, des données définissant le repère (27) de captation et de données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, mais le seul paramètre (23) de configuration réellement utilisé peut en fait n'être qu'un paramètre implicite définissant l'absence de déformation souhaitée. Dans le cas d'un système ne prévoyant que cette modalité de relief parfait, on comprend donc que les paramètres de configuration en tant que tels pourront être omis et que seul un paramètre implicite imposera l'utilisation d'équations permettant une mise en relation des données représentatives des paramètres (21) de restitution et du repère global (27) équivalente à la relation définie par les équations ci-dessus.

Certains modes de réalisation de l'invention concernent donc un système (1) de génération d'une configuration (25) de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène virtuelle, ces $n \times m$ images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation (ZC_i) associées chacune à un centre optique (C_i), définissant un dispositif virtuel de captation, le système comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur, caractérisé en ce que les moyens (11) de traitement exécutent un module (22) de configuration générant des données définissant ladite configuration (25), permettant une restitution avec un effet relief parfait (sans déformation), et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur :

- des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27) global de captation représentant le(s) choix de l'opérateur du système en terme de position(s) et orientations d'observation de la scène,
 - 5 - des données représentatives de paramètres (21) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile choisie du dispositif de restitution et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution,
- 10 la captation étant réalisée par la projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i), au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques et disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés, par lots, sur
- 15 une ou plusieurs droite(s), dites droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, parallèle(s) à l'une des directions principales de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux
- 20 optiques, passant par leur centre optique (C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC).

Selon les choix opérés pour les distances entre zone de captation et centre optique et avec les jeux de paramètres choisis comme exemple, ce système de génération de configuration destinée à une restitution avec un

25 relief « parfait » impose une mise en relation (par le module (22) de configuration) des données représentatives du repère (27) avec les données représentatives des paramètres de restitution (21) selon les équations détaillées ci-dessus dans la modalité « contraintes ». Ce module de configuration pourra donc par exemple utiliser un paramètre (23) de

30 configuration (par exemple implicite) définissant un effet relief sans déformation, tel que le paramètre (23d) implicite mentionné précédemment ou simplement utiliser les relations correspondant, ou équivalentes, aux

équations détaillées ci-dessus dans la modalité « contraintes », sans nécessiter réellement un tel paramètre (notamment si le relief parfait est la seule fonctionnalité envisagée).

On notera que cette modalité « sans déformation » correspond à une restitution relief sans déformation et à l'échelle 1. Il est possible de prendre en compte une restitution sans déformation avec un facteur de grossissement global différent de 1 qui pourra être choisi par l'opérateur. Cette possibilité est fournie par les modalités relief contrôlé ci-dessous décrites.

10

Modalités « relief contrôlé »

Dans certains modes de réalisation, l'opérateur est plus libre de ses réglages et les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives d'au moins un ensemble de paramètres parmi les ensembles de paramètres suivants :

15

- ensemble (23a) de paramètres internes de captation définissant la géométrie de captation directement par au moins les positions, vis à vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation, des centres optiques (C_i) et les positions des zones de captation (ZC_i) sur lesquelles la scène sera projetée pour former les $n \times m$ images,
- ensemble (23b) de paramètres externes de captation définissant la géométrie de captation à partir du point de convergence (PS) par au moins : les dimensions de la base commune (BC) centrée sur le point (PS) de convergence ; le positionnement précis de la ou des droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, relativement à la base commune ; le positionnement précis des centres optiques (C_i) sur ces droites (LC_{i2}) d'alignement ; et enfin la position précise des plans de captation parallèles à la base commune qui définissent les zones de captation (ZC_i) comme leur intersection avec les faisceaux de projection.
- ensemble (23c) de paramètres de déformation définissant les déformations envisageables pour la restitution en relief de la scène.

20

25

30

La figure 3 présente la géométrie de captation et fait apparaître, à titre d'exemple, deux jeux de paramètres dont l'un est dit interne et l'autre externe.

La présente invention, grâce à ces divers ensembles (23a, 23b, 23c) de paramètres, permet à l'utilisateur, dans divers modes de réalisation du module (22) de configuration du système, permettant les fonctionnalités et modalités décrites ici, de choisir des valeurs pour les paramètres (23a) internes de captation et/ou des valeurs pour les paramètres (23b) externes de captation et/ou des valeurs pour les paramètres (23c) de déformation. On comprendra de l'analyse faite ci-après que certains des paramètres de ces ensembles permettent de déduire d'autres paramètres du même ensemble ou d'un autre ensemble. L'invention permet donc en fait diverses combinaisons des modes de réalisation décrits ci-après, à moins que ces modes de réalisation ne soient incompatibles ou que cela ne soit expressément mentionné.

Grâce aux analyses des géométries de restitution et captation faites ci-dessus, il est possible de relier les coordonnées (X,Y,Z) dans le repère (27) des points U (en 3D) de la scène virtuelle captée par les caméras virtuelles précédemment définies avec les coordonnées (x_i,y_i,z_i) dans le repère (C_e,x,y,z) de leurs homologues perçus par un observateur du dispositif de restitution, placé dans en une position préférentielle (œil droit en O_i) précédemment définie lorsque le dispositif exploite conformément à ses prescriptions des images générées par une utilisation de la configuration conformément à l'invention, telle que décrite ci-après.

Cette relation entre les coordonnées 3D des points de la scène et celles de leurs images restituées par le dispositif pour cette position est caractérisée par exemple par l'expression en coordonnées homogène :

$$a \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_i & \mu_i & \gamma_i & 0 \\ & \rho_i \mu_i & \delta_i & 0 \\ & & 1 & 0 \\ 0 & 0 & k_i(\varepsilon_i - 1)/d_i & \varepsilon_i \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

qui fait apparaître, en sus de a , résidu de calcul sans autre importance, les paramètres de déformation (23c) qui la caractérisent collectivement. Des matrices homogènes permettent ainsi de définir les transformations entre l'espace initial de la scène et l'espace de restitution pour chaque position d'observation privilégiée n°i.

Les paramètres de déformation (23c) peuvent être identifiés individuellement de multiples façons et notamment, par exemple, comme :

- un (ou des) facteur(s) k_i de grossissement global et notamment en profondeur,
- un (ou des) paramètres ε_i de contrôle de la déformation non linéaire potentielle (qui transforme un cube en tronc de pyramide),
- un (ou des) taux μ_i de grossissement relatif de la largeur par rapport à la profondeur ou facteur d'anamorphose horizontal/profondeur souhaité,
- un (ou des) taux ρ_i de grossissement relatif de la hauteur par rapport à la largeur ou facteur d'anamorphose vertical/horizontal souhaité,
- un (ou des) taux γ_i de cisaillement horizontal du relief perçu,
- un (ou des) taux δ_i de cisaillement vertical du relief perçu par un observateur de plongement conforme à celui attendu.

Les paramètres de restitution (21), de captation (internes 23a ou externe 23b) et de déformation (23c) ci-dessus sont liés par un jeu d'équations qui découle de la comparaison entre les coordonnées (X,Y,Z) des points (U) de la scène virtuelle 3D et celles (x_i, y_i, z_i) de leurs homologues perçus par un observateur du dispositif de restitution.

Ces équations découlant de cette comparaison permettent plusieurs modalités ou variantes du module (22) de configuration qui peut par exemple et si nécessaire ou utile :

- calculer les paramètres (23b) externes et/ou (23a) internes de captation en fonction des paramètres (21) de restitution et des paramètres (23c) de déformation désirés, ce qui permet au système d'assurer que la

déformation désirée sera obtenue effectivement à la restitution en relief de la scène virtuelle. Les équations alors utilisées sont délivrées ci-après dans la modalité concernée « contrôle de déformation ».

- calculer les paramètres (23c) de déformation induits par les choix techniques (paramètres de captation (23b) externes et/ou (23a) internes et de restitution (21)), ce qui permet au système de quantifier précisément les déformations perceptibles et de les présenter textuellement ou schématiquement à l'opérateur pour le guider dans ses choix. Les équations alors utilisées sont délivrées ci-après dans les modalités concernées « réglage interne » et « réglage externe ».

En sus du facteur de grossissement global k_i qui n'est pas à proprement parler de nature à déformer la scène, la transformation du relief comporte donc quatre possibilités indépendantes de déformation :

1. une non linéarité globale qui se traduit par une déformation du volume restitué en « tronc de pyramide » lorsque $\varepsilon_i \neq 1$,
2. un glissement ou « cisaillement horizontal » du volume restitué en fonction de la profondeur lorsque $\gamma_i \neq 0$,
3. un glissement ou « cisaillement vertical » du volume restitué en fonction de la profondeur lorsque $\delta_i \neq 0$ et/ou lorsque le plongement réel de l'observateur est différent du plongement optimal,
4. une anamorphose produisant des dilatations inégales des 3 axes lorsque $\mu_i \neq 1$ et/ou $\rho_i \neq 1$.

Ainsi pour permettre une restitution d'images à déformation maîtrisée comme sans déformation, il est nécessaire, dans certaines modalités, que la capture des images, la configuration du dispositif de restitution (zone utilisée) et les conditions d'utilisations (positions privilégiées) soient définies conjointement en fonction des paramètres de déformation souhaités.

Pour permettre une restitution fidèle du relief (au grossissement k_i près), il convient notamment, une fois les conditions de restitution

choisies, de configurer la prise de vues (géométrie de capture virtuelle) de façon à résorber ces 4 déformations potentielles. Cela est obtenu par le module (22, figure 1) de configuration en s'assurant directement ou indirectement selon les modalités retenues que les paramètres de déformation vérifient $\varepsilon_i=1$, $\gamma_i=0$, $\mu_i=1$, $\rho_i=1$ et enfin $\delta_i=0$. Cette dernière condition $\delta_i=0$ est plus délicate car elle dépend de la taille de l'observateur qui agit inévitablement sur son plongement effectif vis-à-vis du dispositif. Elle ne peut alors être assurée que pour des observateurs ayant le plongement défini dans les paramètres (21) de restitution pour cette position d'observation.

Par contre, pour obtenir une déformation contrôlée du relief restitué, il convient de configurer la prise de vues (géométrie de captation de la scène virtuelle) de façon à obtenir le paramétrage désiré de chacune des 4 déformations potentielles. Cela est obtenu par le module (22) de configuration qui permettent le réglage direct ou indirect selon les modalités retenues des paramètres de déformation ε_i (et donc $k_i(\varepsilon_i - 1)/d_i$), γ_i , μ_i , ρ_i et enfin δ_i . Là encore, le glissement vertical choisi δ_i ne peut être assuré que pour des observateurs ayant le plongement défini dans les paramètres (21) de restitution pour cette position d'observation.

20

Modalité « réglage interne »

Dans certains modes de réalisation, le module (22) de configuration utilise des données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration qui comportent des données représentatives des paramètres internes (23a) de géométrie de captation suivants :

25

- au moins un paramètre définissant les positionnements des centres optiques (C_i) vis-à-vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation,
- au moins un paramètre définissant l'orientation de l'axe de visée (AV_i) de chaque capteur virtuel,

30

- au moins un paramètre définissant la géométrie de la pyramide de projection effective de chaque zone de captation (ZC_i).

Ce repère propre au dispositif virtuel de captation peut être quelconque, mais doit permettre l'identification précise de la position du « point de référence de la captation » autour ou en référence duquel sont positionnés les centres optiques et les zones de captation (la convergence n'étant pas assurée intrinsèquement dans cette modalité, ce point ne peut pas toujours être qualifié de point de convergence), de la direction de captation Z orthogonale aux zones de captation comme de l'orientation commune X perpendiculaire à Z des lignes de toutes ces zones de captation. Il peut par exemple, être centré sur le point de référence, avec ses 3^{ème} et 1^{er} axes orientés respectivement selon Z et X définis ci-dessus relativement à l'orientation de captation désirée.

Les centres optiques (C_i) sont par exemple, choisis alignés par lots sur une ou plusieurs droites (LC_{i2}) d'alignement parallèles aux lignes des zones de captation, soit de direction commune (X). Ainsi, chaque point C_i d'indice $i=(i1,i2)$ est positionné sur la droite LC_{i2} d'alignement dont l'indice est identique à son second indice $i2$ et chacune de ces droites LC_{i2} d'alignement porte tous les points C_i $i=(i1,i2)$, de second indice identique au leur. Cela s'exprime par $(C_{(i1,i2)}) \in (LC_{i2}) \quad \forall (i1,i2) \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$. Le positionnement des points C_i $i=(i1,i2)$ est donc prescrit par celui de ces droites (LC_{i2}) d'alignement qui sont, par exemple, définies par leur distance D_{i2} selon Z au point de référence et leur plongement P_{i2} (décalage selon Y , produit vectoriel de Z et X , vis-à-vis du point de référence). De façon alternative et équivalente, il peut être exprimé en polaire dans le plan (YZ) passant par le point de référence par un angle de zénith et la distance euclidienne à ce point ou, encore par le zénith et l'une des 2 distances précédentes D_{i2} ou P_{i2} .

Ces positionnements de chaque centre optique (C_i) sur la droite (LC_{i2}) d'alignement qui le porte, peuvent par exemple être exprimés par leurs abscisses c_i sur cette droite (selon X) avec une origine par exemple dans le plan (YZ) passant par le point de référence, ou, en polaire dans le plan (XZ)

par les angles d'azimut (angles du plan XY ou du plan YZ avec chacun des plans parallèle à Y passant par le point de référence et chaque centre optique), ou encore, comme détaillé ci-après, pour des optiques régulièrement espacées, au moins, par ligne (LC_{i2}), une abscisse d'un centre optique et un écart constant B_{i2}/q_{i2} entre ces centres optiques.

Cette orientation de l'axe de visée (AV_i) (ou « axe principal ») de chaque pyramide de projection peut, par exemple, être exprimée en angles d'azimut et de zénith de visée ou par des distances relatives caractéristiques représentées sur les figures 3, 4A et 4B :

- 10 - le décalage a_i (selon X), à la distance f (ou f_{i2} ou f_i), du centre (I_i) de la zone de captation (ZC_i) par rapport à l'axe optique (AO_i) du centre optique (C_i) qui lui est associé,
- le décalage e_i (selon Y), à la distance f , f_{i2} ou f_i , des centres (I_i) des zones de captation (ZC_i) par rapport à l'axe optique (AO_i) (ou à la ligne
- 15 (LC_{i2}) des centres optiques (C_i).

Cette géométrie de la pyramide de projection effective de chaque zone de captation (ZC_i) peut par exemple être exprimée par au moins un paramètre définissant les ouvertures de la pyramide de projection effective de chaque zone de captation. Par exemple, ces ouvertures peuvent être données par les

20 caractéristiques dimensionnelles (dimensions (l, h) , (l_{i2}, h_{i2}) ou (l_i, h_i) à une distance f , f_{i2} ou f_i) ou angulaires (angles d'ouvertures horizontale ou azimutale et verticale ou zénithale) ou d'autres expressions à la portée de l'homme de métier.

Rappelons que les données dimensionnelles des pyramides a_i , e_i , f_i , l_i , h_i , sont relatives puisque toute multiplication de chacune d'elles par un

25 facteur identique conduit à une pyramide de projection semblable qui donnera rigoureusement la même image. Il est pourtant usuel de les expliciter toutes pour plus de confort, quitte à user d'une règle implicite qui fixe l'une de ces valeurs.

Dans ces modalités de « réglage interne », les informations (25i) permettant de définir la configuration (25), peuvent être calculées très simplement (avec les jeux de paramètres choisis comme exemple ci-dessus) puisque les paramètres internes (23a) sont très directement impliqués dans la description géométrique des capteurs virtuels. Ainsi, selon les choix de distance opérés, ces paramètres (25i) s'obtiennent par exemple selon l'un des jeux d'équations suivants :

▪ f_i imposé ou choisi de façon arbitraire $\forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = l_i & & hz_i = h_i \\
 dX_i = a_i & & dY_i = e_i \quad \quad \quad dZ_i = f_i \\
 X_{i/scn} = X_{/scn} , & & Y_{i/scn} = Y_{/scn} \\
 pX_i = c_i & & pY_i = P_{i2} \quad \quad \quad pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & & C_{i/scn} = PS_{/scn} + c_i \cdot X_{/scn} - P_{i2} \cdot Y_{/scn} - D_{i2} \cdot Z_{/scn}
 \end{array}$$

▪ f_{i2} imposé ou choisi de façon arbitraire $\forall i2 \in \{1 \dots n\}$

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = l_{i2} & & hz_i = h_{i2} \\
 dX_i = a_i & & dY_i = e_i \quad \quad \quad dZ_i = f_{i2} \\
 X_{i/scn} = X_{/scn} , & & Y_{i/scn} = Y_{/scn} \\
 pX_i = c_i & & pY_i = P_{i2} \quad \quad \quad pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & & C_{i/scn} = PS_{/scn} + c_i \cdot X_{/scn} - P_{i2} \cdot Y_{/scn} - D_{i2} \cdot Z_{/scn}
 \end{array}$$

▪ f imposé ou choisi de façon arbitraire

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = l & & hz_i = h \\
 dX_i = a_i & & dY_i = e_i \quad \quad \quad dZ_i = f \\
 X_{i/scn} = X_{/scn} , & & Y_{i/scn} = Y_{/scn} \\
 pX_i = c_i & & pY_i = P_{i2} \quad \quad \quad pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & & C_{i/scn} = PS_{/scn} + c_i \cdot X_{/scn} - P_{i2} \cdot Y_{/scn} - D_{i2} \cdot Z_{/scn}
 \end{array}$$

Dans certains modes de réalisation, lorsque les centres optiques sont voulus régulièrement espacés sur leur droite d'alignement (notamment, mais pas uniquement, lorsque le dispositif de restitution multiscopique propose des positions d'observation privilégiées régulièrement espacées et que l'opérateur souhaite un relief sans déformation ou à déformation linéaire), le jeu de paramètres internes (23a) utilisé par le module (22) de configuration

peut être réduit par le remplacement, global ou par lots, des abscisses c_i par les informations représentatives d'une abscisse (unique par exemple $c_{(1,0)}$ ou par droite, par exemple $c_{(1,i_2)}$) et de l'écart inter-optique séparant les 2 centres optiques supposés capter les vues gauche et droite destinées à l'observateur attendu en toutes positions privilégiées ou sur chaque « chaîne » du dispositif de restitution. Cet écart inter-optique est alors défini de façon globale B ou par droite B_{i_2} . Ces paramétrages réduits remplacent aisément les précédents pour la génération des paramètres de configuration (25i) par les substitutions ci-dessous dans les équations précédentes :

- 10 ▪ $c_{(i_1,i_2)} = c_{(1,0)} + (i_1-1) B/q$ pour la réduction globale,
- $c_{(i_1,i_2)} = c_{(1,i_2)} + (i_1-1) B_{i_2}/q_{i_2}$ pour la réduction par lots.

Selon divers modes de réalisation, comme déjà mentionné, le système incorpore également une interface (13) homme/machine. Cette interface pourra être agencée ici pour permettre la gestion interactive (consultation, édition, sauvegarde) des « paramètres internes de captation » mémorisés en (23a), puis le module (22) de configuration, après consultation des informations définies par les données représentatives du repère global (27) de captation mémorisé, calcule et sauvegarde et/ou transfère, dans un ou plusieurs moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, des données (25i) caractéristiques de chaque capteur virtuel comprenant suffisamment de paramètres pour correctement positionner, dans la scène virtuelle, les centres optiques (C_i), (système au choix) et les zones de captation (ZC_i) (approche dimensionnelle ou angulaire).

Notons enfin qu'il revient, dans cette modalité « réglage interne », à l'opérateur d'assurer que les « paramètres internes » fournis correspondent bien à une convergence de tous les axes de visée au point de référence.

Dans certains modes de réalisation, le module de configuration (22) peut être agencé pour alerter l'utilisateur, via l'interface (13) homme/machine, sur le non respect de cette nécessité. Par exemple, le module (22) de configuration pourra comporter (ou coopérer avec) un module de vérification vérifiant les saisies réalisées et contrôlant l'affichage

de messages d'alerte. De plus, la rectification des erreurs pourra être réalisée par le module (22) de configuration, ou un autre module optionnel spécifique, de façon à régler automatiquement cette convergence en fixant certains paramètres (les c_i , a_i notamment) non encore donnés dès lors que
 5 suffisamment de paramètres (par exemple e_i , f_i , ainsi que deux couples c_i , a_i quelconques) ont déjà été fournis pour identifier le point de convergence (PS).

Dans des variantes de ces précédents modes de réalisation concernant la modalité « réglage interne », un module optionnel d'aide à
 10 l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans le module de configuration (22) et/ou le module de pilotage de l'interface (13) homme/machine) est configuré de façon à calculer, à partir des paramètres (21) de restitution et (23a) internes de captation qu'ils manipulent, et uniquement lorsque les axes de visée sont convergents, la déformation de relief (valeurs
 15 numériques des paramètres de déformation (23c)) induite par les réglages en cours et les présenter à l'opérateur. Les équations impliquées, sur les jeux de paramètres choisis pour exemple (avec ici, par soucis de généralité un paramétrage individuel de chaque zone de captation (f_i , l_i , h_i) alors que ce paramétrage peut être par lots ou global), peuvent s'exprimer selon :

$$20 \quad k_i = d_{i2}/D_{i2} \quad \mu_i = b_{i2}/(B_{i2} k_i) \quad \varepsilon_i = b_{i2} l_i f_i / (B_{i2} L D_{i2}) \quad \rho_i = l_i H / (h_i L) \\ \gamma_i = (b_{i2} c_i - B_{i2} o_i) / (B_{i2} d_{i2}) \quad \delta_i = (B_{i2} p_i - b_{i2} \rho_i P_i) / (B_{i2} d_{i2})$$

Dans certaines variantes de réalisation, le module optionnel d'aide à l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans le module (22) de
 25 configuration et/ou le module de pilotage de l'interface (13) homme/machine) est agencé pour montrer par représentation graphique ou synthèse d'images dans une vue statique ou interactive, l'effet sur un objet de forme prédéterminée (parallélépipède, sphère, ...) des déformations impliquées par les valeurs actuelles des paramètres choisis par l'utilisateur dans l'interface.

30 Ces dernières variantes (présentation de la déformation impliquée sous une forme textuelle ou graphique) donnent à l'opérateur un véritable

contrôle de la déformation que ses choix impliquent et justifient donc la dénomination de modalité à déformation de relief contrôlée.

Modalité « réglage externe »

5 Dans certains modes de réalisation, les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives des paramètres (23b) externes de géométrie de captation suivants :

- 10 - au moins un paramètre définissant, directement ou indirectement, les dimensions de la base commune (BC) centrée sur le point de convergence (PS) et orientée implicitement dans un repère propre au dispositif virtuel de captation,
- 15 - au moins un paramètre définissant le positionnement précis de la ou des droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, r elativement à la base commune (BC) et parallèlement à ses lignes.
- au moins un paramètre définissant le positionnement précis des centres optiques (C_i) sur ces droites (LC_{i2}) d'alignement,
- 20 - au moins un paramètre définissant la position précise des plans de captation parallèles à la base commune (BC) qui définissent les zones de captation (ZC_i) comme leur intersection avec les faisceaux de projection.

25 Ce repère propre au dispositif virtuel de captation peut être quelconque, mais doit permettre l'identification précise de la position du point de convergence qui existe par construction dans cette modalité et des 2 directions principales de la base commune (BC) : X orienté selon les lignes des futures captations, Y orienté selon leurs colonnes. Ce repère peut par exemple, être centré sur le point de convergence (PS), avec ses 1^{er} et 2^{ème} axes orientés respectivement selon X et Y définis ci-dessus relativement à l'orientation de la base commune (BC).

Ces dimensions de la base commune (BC) peuvent être exprimées classiquement par 2 longueurs L_b (largeur) et H_b (hauteur) ou encore par un paramétrage alternatif de type ratio/diagonale.

Ce positionnement des droites (LC_{i2}) portant les centres optiques (C_i) et
 5 parallèles à X (lignes de la base commune (BC)) est, par exemple, défini par leur distance D_{i2} à la base commune (selon Z, produit vectoriel de X et Y) et leur plongement P_{i2} (décalage selon Y vis-à-vis du point de convergence (PS)). De façon alternative et équivalente, il peut être exprimé en polaire dans le plan (YZ) passant par le point de convergence (PS) par un angle de zénith
 10 et la distance euclidienne à (PS) ou, encore par le zénith et l'une des 2 distances précédentes D_{i2} ou P_{i2} .

Ces positionnements de chaque centre optique (C_i) sur la ligne (LC_{i2}) qui le porte, peuvent par exemple être exprimés par leurs abscisses c_i sur cette ligne (selon X) avec une origine par exemple dans le plan (PS,Y,Z), ce qui
 15 revient à considérer ces abscisses comme des décalages latéraux des centres optiques vis-à-vis de (PS)), ou en polaire dans le plan (XZ) par les angles d'azimut (angles du plan XY ou du plan YZ avec chacun des plans parallèles à Y passant par le point de référence et chaque centre optique), ou encore, comme détaillé ci-après, pour des optiques régulièrement espacées, au moins, par ligne (LC_{i2}), une abscisse d'un centre optique et un écart constant
 20 B_{i2}/q_{i2} entre ces centres optiques.

Ces positions des plans (XY) portant chaque zone de captation (ZC_i) peuvent être exprimés par exemple par leur distance à la base commune (BC) ou, de façon équivalente, leur distance f_i à leur centre optique
 25 associé (C_i). Rappelons que ces données dimensionnelles permettent de positionner le plan portant chaque zone de captation (ZC_i) qui est alors définie comme la projection de la base commune (BC), à travers (C_i), sur ce plan. Ainsi, ces distances importent peu car toutes les caractéristiques dimensionnelles des pyramides de projection leur sont proportionnelles et
 30 que seules les valeurs relatives de ces dimensions sont pertinentes. Il est pourtant usuel d'explicitier ces distances pour plus de confort, quitte à user

d'une règle implicite pour les fixer individuellement (f_i), par lots (f_{i2}) ou globalement (f).

Dans ce cas, les informations (25i) permettant de définir la configuration (25), peuvent être calculées par exemple (avec les jeux de paramètres choisis comme exemple), selon l'un des jeux d'équations suivants en fonction des choix de distance opérés :

- f_i imposé ou choisi de façon arbitraire $\forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}$

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = Lb f_i / D_{i2} & hz_i = Hb f_i / D_{i2} & \\
 dX_i = c_i f_i / D_{i2} & dY_i = P_{i2} f_i / D_{i2} & dZ_i = f_i \\
 X_{i/scn} = X_{i/scn} , & Y_{i/scn} = Y_{i/scn} & \\
 pX_i = c_i & pY_i = P_{i2} & pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & C_{i/scn} = PS_{i/scn} + c_i \cdot X_{i/scn} - P_{i2} \cdot Y_{i/scn} - D_{i2} \cdot Z_{i/scn} &
 \end{array}$$

- f_{i2} imposé ou choisi de façon arbitraire $\forall i2 \in \{1 \dots n\}$

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = Lb f_{i2} / D_{i2} & hz_i = Hb f_{i2} / D_{i2} & \\
 dX_i = c_i f_{i2} / D_{i2} & dY_i = P_{i2} f_{i2} / D_{i2} & dZ_i = f_{i2} \\
 X_{i/scn} = X_{i/scn} , & Y_{i/scn} = Y_{i/scn} & \\
 pX_i = c_i & pY_i = P_{i2} & pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & C_{i/scn} = PS_{i/scn} + c_i \cdot X_{i/scn} - P_{i2} \cdot Y_{i/scn} - D_{i2} \cdot Z_{i/scn} &
 \end{array}$$

- f imposé ou choisi de façon arbitraire

$$\begin{array}{lll}
 lz_i = Lb f / D_{i2} & hz_i = Hb f / D_{i2} & \\
 dX_i = c_i f / D_{i2} & dY_i = P_{i2} f / D_{i2} & dZ_i = f \\
 X_{i/scn} = X_{i/scn} , & Y_{i/scn} = Y_{i/scn} & \\
 pX_i = c_i & pY_i = P_{i2} & pZ_i = D_{i2} \\
 \text{soit} & C_{i/scn} = PS_{i/scn} + c_i \cdot X_{i/scn} - P_{i2} \cdot Y_{i/scn} - D_{i2} \cdot Z_{i/scn} &
 \end{array}$$

Dans certains modes de réalisation, lorsque les centres optiques sont voulus régulièrement espacés sur leur droite d'alignement, le jeu de paramètres internes (23b) utilisé par le module (22) de configuration peut être réduit par le remplacement, global ou par lots, des abscisses c_i par les informations représentatives d'une abscisse (unique par exemple $c_{(1,0)}$ ou par droite, par exemple $c_{(1,i2)}$) et de l'écart inter-optique séparant les 2 centres optiques supposés capter les vues gauche et droite destinées à l'observateur

attendu en toutes positions privilégiées ou sur chaque « chaîne » du dispositif de restitution. Cet écart inter-optique est alors défini de façon globale B ou par droite B_{i2} . Ces paramétrages réduits remplacent aisément les précédents pour la génération des paramètres de configuration (25i) par
 5 les substitutions ci-dessous dans les équations précédentes :

- $c_{(i1,i2)} = c_{(1,0)} + (i1-1) B/q$ pour la réduction globale,
- $c_{(i1,i2)} = c_{(1,i2)} + (i1-1) B_{i2}/q_{i2}$ pour la réduction par lots.

Selon divers modes de réalisation, comme déjà mentionné, le système incorpore également une interface (13) homme/machine. Cette interface
 10 pourra être agencée ici pour permettre la gestion interactive (consultation, édition, sauvegarde) des « paramètres externes de captation » mémorisés en (23b), puis après consultation des informations définies par les données représentatives du repère global (27) de captation mémorisé, le module (22)
 15 de configuration calcule et sauvegarde et/ou transfère, dans un ou plusieurs moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, des données (25) caractéristiques de chaque capteur virtuel comprenant suffisamment de paramètres pour correctement positionner, dans la scène virtuelle, les centres optiques (C_i), (système au choix) et les zones de captation (ZC_i) (approche dimensionnelle ou angulaire).

20 Dans des variantes de ces précédents modes de réalisations concernant la modalité « réglage externe », un module optionnel d'aide à l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans le module de configuration (22) et/ou le module de pilotage de l'interface (13) homme/machine) est
 25 configuré de façon à calculer, à partir des paramètres (21) de restitution et (23b) externes de captation qu'ils manipulent, la déformation de relief (valeurs numériques des paramètres de déformation (23c)) induite par les réglages en cours et les présenter à l'opérateur. Les équations impliquées, sur les jeux de paramètres choisis pour exemple, peuvent s'exprimer
 30 selon :

$$k_i = d_{i2}/D_{i2} \quad \mu_i = b_{i2}/(B_{i2} k_i) \quad \varepsilon_i = b_{i2} L_b / (B_{i2} L) \quad \rho_i = L_b H / (H_b L)$$

$$\gamma_i = (b_{i2} c_i - B_{i2} o_i) / (B_{i2} d_{i2}) \quad \delta_i = (B_{i2} p_{i2} - b_{i2} \rho_i P_{i2}) / (B_{i2} d_{i2})$$

Dans certaines variantes de réalisation, le module optionnel d'aide à
 5 l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans, le module (22) de
 configuration et/ou le module de pilotage de l'interface (13) homme/machine)
 est agencé pour montrer par représentation graphique ou synthèse d'images
 dans une vue statique ou interactive, l'effet sur un objet de forme
 prédéterminée (parallélépipède, sphère, ...) des déformations impliquées par
 10 les valeurs actuelles des paramètres choisis par l'utilisateur dans l'interface.

Ces dernières variantes (présentation de la déformation impliquée
 sous une forme textuelle ou graphique) donnent à l'opérateur un véritable
 contrôle de la déformation que ses choix impliquent et justifient donc la
 dénomination de modalité à déformation de relief contrôlée.

15

On notera que les paramètres de cette modalité sont dits externes car
 ils décrivent les éléments « orientés scène » de la captation multiple : point
 de convergence (PS), base commune (BC) et positions des centres optiques
 (C_i) d'où sont captées les vues, par opposition aux paramétrage « interne »
 20 qui s'attache à décrire les réglages géométriques individuels et « intimes »
 de chaque couple (centre optique, zone de captation).

Ces paramètres externes permettent de caractériser simplement les
 paramètres internes selon, par exemple, les remarques et équations
 suivantes :

25

- P_{i2} , D_{i2} , c_i et f , f_i , ou f_{i2} communs aux 2 paramétrages
- $l_i = L_b f_i / D_{i2}$ $h_i = H_b f_i / D_{i2}$ $a_i = c_i f_i / D_{i2}$ $e_i = P_{i2} f_i / D_{i2}$

Ainsi, l'homme de l'art identifiera aisément que de nombreuses
 modalités intermédiaires entre les 2 proposées ici pour exemple (« réglage
 interne » et « réglage externe ») pourraient être décrites et permettraient de
 30 mettre en œuvre l'invention dans des conditions similaires.

Modalité « contrôle de déformation »

Dans certains modes de réalisation, les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives d'au moins un paramètre parmi les paramètres (23c) de déformation suivants, définis pour chaque position d'observation $n^{\circ}i$:

- un (ou des) facteur(s) k_i de grossissement global et notamment en profondeur,
- un (ou des) paramètre(s) ε_i de contrôle de la déformation non linéaire potentielle (qui transforme un cube en tronc de pyramide),
- 10 • un (ou des) taux μ_i de grossissement relatif de la largeur par rapport à la profondeur ou facteur d'anamorphose horizontal/profondeur souhaité,
- un (ou des) taux ρ_i de grossissement relatif de la hauteur par rapport à la largeur ou facteur d'anamorphose vertical/horizontal souhaité,
- un (ou des) taux γ_i de cisaillement horizontal du relief perçu,
- 15 • un (ou des) taux δ_i de cisaillement vertical du relief perçu par un observateur de plongement conforme à celui attendu.

Ces paramètres de déformation sont donnés seulement à titre d'exemples illustratifs. Ils peuvent être notamment définis pour chaque position, par lots ou encore globalement. L'homme de métier pourra aussi définir la déformation sous de nombreuses autres formes sans s'éloigner de l'esprit de l'invention.

On notera également que, dans certains modes de réalisation, le système n'utilise qu'un seul paramètre de déformation. Ce paramètre peut, dans certains modes de réalisation, concerner le facteur de grossissement k_i , qui n'est pas réellement une déformation mais qui donne les proportions des images simplement dilatées ou contractées par rapport au relief de la scène virtuelle si $\varepsilon_i=1$, $\gamma_i=0$, $\mu_i=1$, $\rho_i=1$ et $\delta_i=0$. On notera que dans le cas où $k_i=1$, on retrouve les conditions concernant un relief parfait (rendu relief sans déformation) mentionné précédemment et une scène restituée avec un relief identique à celui de la scène captée.

Dans ces cas où les paramètres (23) de configuration comportent ces

paramètres (23c) de déformation, les informations (25i) peuvent être calculées comme suit (avec les jeux de paramètres choisis comme exemple) :

$$\begin{aligned}
 & f_i \text{ imposé ou choisi, individuellement } \forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}, \text{ par lots} \\
 5 \quad & \forall i_2 \in \{1 \dots n\} \text{ ou globalement} \\
 & lz_i = L f_i \varepsilon_i / (\mu_i d_{i2}) \qquad \qquad \qquad hz_i = H f_i \varepsilon_i / (\mu_i \rho d_{i2}) \\
 & dX_i = f_i (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (\mu_i d_{i2}) \quad dY_i = f_i (p_i - \delta_i d_{i2}) / (\rho \mu_i d_{i2}) \quad dZ_i = f_i \\
 & X_{i/scn} = X_{i/scn}, \qquad \qquad \qquad Y_{i/scn} = Y_{i/scn} \\
 & pX_i = (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (k_i \mu_i) \qquad pY_i = (p_i - \delta_i d_{i2}) / (k_i \rho \mu_i) \qquad pZ_i = d_{i2} / k_i \\
 10 \quad & C_{i/scn} = PS_{i/scn} + (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (k_i \mu_i) \cdot X_{i/scn} - (p_i - \delta_i d_{i2}) / (k_i \rho \mu_i) \cdot Y_{i/scn} - d_{i2} / k_i \cdot Z_{i/scn}
 \end{aligned}$$

Selon divers modes de réalisation, comme déjà mentionné, le système incorpore également, une interface (13) homme/machine. Cette interface pourra être agencée ici pour permettre la gestion interactive (consultation, édition, sauvegarde) des « paramètres de déformation » mémorisés en

15 (23c), puis après consultation des informations définies par les données représentatives des paramètres (21) de restitution et du repère global (27) de captation mémorisé, le module (22) de configuration calcule et sauvegarde et/ou transfère, dans un ou plusieurs moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, des données (25)

20 caractéristiques de chaque capteur virtuel comprenant suffisamment de paramètres pour correctement positionner, dans la scène virtuelle, les centres optiques (C_i), et les zones de captation (ZC_i) selon les équations ci-dessus par exemple. Cette modalité pourra, optionnellement, proposer un choix de retour direct au jeu de paramètres associés à une absence de

25 déformation avec ou sans contrainte sur le(s) facteur(s) de grossissement global k_i .

Comme mentionné précédemment, l'interface (13) peut faire intervenir un module optionnel d'aide à l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans le module de configuration) qui lui montre par représentation graphique

30 ou synthèse d'images, l'effet sur un objet de forme prédéterminée

(parallélépipède, sphère, ...) des déformations impliquées par les valeurs actuelles des paramètres « gérés » dans l'interface.

Dans des variantes de ces modes de réalisation concernant la modalité « contrôle de déformation », un module optionnel d'aide à l'opérateur (coopérant avec, ou implémenté dans le module de configuration (22)) est configuré de façon à calculer, à partir des paramètres (21) de restitution et (23c) de déformation qu'ils manipulent, les réglages internes ou externes du dispositif virtuel de captation (valeurs numériques des paramètres (23a) et/ou (23b)) induits par les déformations choisies et les présenter à l'opérateur. Les équations impliquées, sur les jeux de paramètres choisis pour exemple, peuvent s'exprimer, pour les paramètres externes (23b) selon :

$$\begin{aligned}
 c_i &= (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (k_i \mu_i) & P_{i2} &= (p_i - \delta_i d_{i2}) / (k_i \rho \mu_i) & D_{i2} &= d_{i2} / k_i \\
 Lb &= L \varepsilon_i / (k_i \mu_i) & Hb &= H \varepsilon_i / (k_i \rho \mu_i) \\
 f_i &\text{ imposé ou choisi, individuellement } \forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}, \text{ par lots} \\
 &\forall i2 \in \{1 \dots n\} \text{ ou globalement}
 \end{aligned}$$

et pour les paramètres internes (23a) selon :

$$\begin{aligned}
 c_i &= (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (k_i \mu_i) & P_{i2} &= (p_i - \delta_i d_{i2}) / (k_i \rho \mu_i) & D_{i2} &= d_{i2} / k_i \\
 f_i &\text{ imposé ou choisi, individuellement } \forall i \in \{1 \dots n\} \times \{1 \dots m\}, \text{ par lots} \\
 &\forall i2 \in \{1 \dots n\} \text{ ou globalement} \\
 l_i &= L f_i \varepsilon_i / (\mu_i d_{i2}) & h_i &= H f_i \varepsilon_i / (\mu_i \rho d_{i2}) \\
 a_i &= f_i (o_i + \gamma_i d_{i2}) / (\mu_i d_{i2}) & e_i &= f_i (p_i - \delta_i d_{i2}) / (\rho \mu_i d_{i2})
 \end{aligned}$$

Ces dernières variantes (présentation des réglages internes et/ou externes associées à une déformation choisie) donnent à l'opérateur un moyen d'autoformation au contrôle direct de l'effet relief qui pourrait lui être utile dans les autres modalités de réalisation de l'invention.

Utilisation de la configuration de captation

Ainsi, les différentes modalités permettent à l'opérateur, par les diverses variantes de l'interface (13) et/ou du module de configuration (22) (et des modules optionnels), d'éditer et de stocker et/ou transférer, dans un
5 ou plusieurs moyens de mémorisation (12) et/ou de communication interne ou externe, les diverses données définies dans les modes de réalisation détaillés précédemment et représentant les contraintes de restitution (dispositif) et les choix de l'utilisateur (réglage direct de la géométrie interne des capteurs, réglage direct mais guidé par le point de convergence, de cette
10 géométrie collective de captation, ou encore réglage indirect de la captation par contrôle direct des déformations induites) puis de définir les paramètres (25i) représentatifs d'une pluralité de $n \times m$ caméras virtuelles constituant un système de captation virtuel positionné dans la scène grâce au repère global de captation (27) et/ou de les stocker et/ou les transférer dans le(s) moyen(s)
15 de mémorisation (12) et/ou de communication interne ou externe.

Dans certains modes de réalisation, tout ou partie des données à partir desquels le module (22) de configuration détermine ladite configuration (25) sont variables au cours du temps, grâce à des données provenant des
20 moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur et définissant au moins une référence (29) temporelle pour le changement des données (23) représentatives de la configuration et/ou des données représentatives du repère (27) global de captation et/ou des données (21) de restitution (notamment les positions
25 privilégiées d'observation). Ces données définissant au moins une référence (29) temporelle pourront définir des évolutions discrètes (couples (instant, valeur nouvelle) par exemple) comme des évolutions continues (fonctions du temps associées à certaines valeurs, valeurs clés interpolées, ...). Ces données pourront provenir des moyens (12) de mémorisation et/ou de
30 communication interne ou externe, pour définir des variations programmées ou contrôlées de la captation au cours du temps. Dans une variante,

certaines de ces données sont générées en fonction d'au moins une action de l'utilisateur sur l'interface (13) utilisateur. Ainsi, l'utilisateur peut définir les variations de la captation, par exemple à l'aide d'une navigation contrôlée, par exemple, par des moyens de saisie tel qu'un pointeur (une souris, un dispositif de pointage 3D par exemple). La variation de tout ou partie des données représentatives du repère (27) de captation permet ainsi des effets classiques de travelling autour de la scène ou de navigation interactive. La variation de tout ou partie des données représentatives des paramètres (23) de configuration permet, selon l'ensemble de données choisi (paramètres externes, internes ou de déformation), de contrôler directement ou indirectement, de façon programmée ou interactive, l'évolution de la déformation de relief restitué et des paramètres de captation (point de convergence, position des centres optiques, pyramides de projection, etc.). La variation de tout ou partie des données représentatives de la restitution (21) permet de régler le dispositif de captation en fonction de positions évolutives des observateurs. Cela permet notamment le suivi interactif d'un ou plusieurs observateurs à qui l'on souhaite proposer une expérience de visualisation en relief « intrinsèque » autour de laquelle ils peuvent, dans certaines limites, se déplacer pour l'appréhender sous divers angles de façon très naturelle.

Le système (1) selon l'invention générant les paramètres (25i) de définition des $n \times m$ pyramides de captation, grâce au module (22) de configuration, permet de définir une configuration (25) de prises de vues. Cette configuration peut être utilisée pour générer des images ou séquences d'images de synthèse d'une scène virtuelle statique ou dynamique. Pour cela, le système (1) peut comporter ou être associé à un module de synthèse d'image utilisant la configuration (25) générée par le module (22) de configuration pour générer ces images ou séquences d'images, grâce à des données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle,

soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène, ces données (24) provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe. En utilisant la configuration (25) produite par le module (22), le module de synthèse
5 d'image générera des images ou séquences d'images, qui, une fois mixées de façon appropriées, pourront être restituées par un dispositif de restitution multiscopique restituant le relief de la scène. On comprend donc que le système (1) de génération de la configuration peut alors former (ou être associé à) un système de génération de $n \times m$ images ou séquences
10 d'images de synthèse destinées à une restitution d'une scène virtuelle tridimensionnelle statique ou dynamique.

L'invention concerne donc également une utilisation des données (25) représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) par rapport
15 à la scène et définissant ladite configuration selon l'invention, pour la génération de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène virtuelle, statique ou dynamique. On parlera ici pour simplifier de la génération de $n \times m$ images, qu'il s'agisse en fait d'images statiques ou de séquences d'images (flux dynamique, par exemple une vidéo).

20 Cette génération des $n \times m$ images (synthèse d'images) est réalisée par un module (MSI) de synthèse d'images exécuté sur des moyens de traitement. Ces moyens de traitement pourront être ceux du système de génération de la configuration ou au moins un autre système informatique. Le module (MSI) de synthèse d'images est donc exécuté par le système (1)
25 de génération de la configuration ou par un autre système comportant des moyens (11) de traitement de données exécutant le module (MSI) de synthèse d'images et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur. Ce module (MSI) de synthèse d'images génère des données (28)

représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse à partir :

- 5 - des données (25) représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) par rapport à la scène et définissant ladite configuration (25) ;
- 10 - des données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène.

L'invention prévoit donc également un système de génération d'une pluralité de $n \times m$ images (ou système de synthèse d'images) d'une scène virtuelle, ces $n \times m$ images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, la captation étant réalisée par la

15 projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation (ZC_i) associées chacune à un centre optique (C_i), définissant un dispositif virtuel de captation, le système comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur, caractérisé en ce que :

20 > les moyens (11) de traitement exécutent un module (22) de configuration générant des données définissant une configuration (25) de captation, permettant une restitution avec un effet relief déterminé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la

25 scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe du système et/ou provenant de l'interface (13) utilisateur :

- 30 - des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27)

- global de captation représentant le(s) choix de l'opérateur du système en terme de position(s) et orientations d'observation de la scène,
- des données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i), au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques et disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés, par lots, sur une ou plusieurs droite(s), dites droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, parallèle(s) à l'une des directions principales de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique (C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC),
 - des données représentatives de paramètres (21) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile choisie du dispositif de restitution et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.
- les moyens (11) de traitement du système ou d'un système informatique associé, exécutent un module (MSI) de synthèse d'images générant des données (28) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse à partir desdites données (25) définissant la configuration et de données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène.

Selon divers modes de réalisation, ce système pourra être configuré pour générer des images à relief parfait, selon les relations expliquées en référence avec la modalité « contraintes » ou pour générer des images à effet relief maîtrisé selon les relations expliquées en référence aux modalités
5 « relief contrôlé », « réglage interne » ou « réglage externe » et « contrôle de déformation ».

On comprend donc de ce qui précède que le système de génération d'image (système de synthèse d'image) peut, selon divers modes de réalisation, soit générer lui-même la configuration, soit faire l'utilisation d'une
10 configuration générée au préalable par le système (1) de génération de la configuration. Dans les modes de réalisation où le système de synthèse d'image utilise la configuration (25) générée, il permet en fait de sélectionner une configuration (25) soit des paramètres (25i) de définition de la configuration, via l'interface (13), parmi une pluralité de configurations (25)
15 déterminées, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, le module (22) de configuration du système de génération des images pouvant alors simplement être (ou être remplacé par) une application contrôlant l'interface pour afficher les diverses configurations proposées et prendre en compte les choix et actions de
20 l'opérateur. Dans des variantes de ces modes de réalisation, les configurations (25) stockées pourront être associées avec des données définissant au moins une référence (29) temporelle pour le changement de tout ou partie de la configuration au cours du temps. De même, dans des variantes de ces modes de réalisation, le module de configuration pourra être
25 associé à, ou comporter, un module d'aide à la décision, comme par exemple un des modules optionnels décrits précédemment. Par exemple, ce module d'aide pourra montrer le résultat de la configuration envisagée, en termes de déformation (par exemple sur un objet 3D affiché) et/ou en termes de géométrie de captation (par exemple sur une représentation graphique montrant les angles ou les pyramides de captation). L'homme de métier
30 comprendra que les diverses fonctionnalités décrites ici peuvent être transposées d'un système à l'autre.

Les données (24) représentatives de la scène pourront comporter des paramètres permettant la représentation explicite des constituants d'une scène pour produire les $n \times m$ images. Selon les modalités acceptables par le module (MSI) de synthèse d'image, les données (24) représentatives de la scène pourront correspondre notamment au positionnement, à la forme et à la matière d'objets, ainsi qu'au positionnement et aux caractéristiques optiques d'illuminants, etc... comme connu dans le domaine.

Les données (24) représentatives de la scène pourront comporter des instructions informatiques de type ordres graphiques correspondant à la représentation implicite des constituants d'une scène pour produire les $n \times m$ images. Selon les modalités acceptables par le module (MSI), les données (24) pourront correspondre notamment à des instructions de définitions géométriques, photométriques et optiques dans un langage binaire ou « source » acceptable par le module (MSI).

Ces données (24) représentatives de la scène, pourront, comme mentionné précédemment, être stockées dans des moyens de mémorisation du système de synthèse d'images ou des moyens de mémorisation accessibles par le système de synthèse d'images, c'est-à-dire via des moyens de communication avec d'autres systèmes, ou même n'être présentes dans le système que par le biais de moyens de communication. Par exemple, il est possible, pour la synthèse d'image, de réaliser une CAO (conception assistée par ordinateur) collaborative dans laquelle plusieurs systèmes de CAO coopèrent pour réaliser la synthèse d'image en échangeant les données (24) nécessaires via des canaux de communication (réseau, comme par exemple de type intranet ou internet) avec éventuellement une centralisation des données. De plus, il est possible que les données (24) représentatives de la scène soient obtenues directement à partir de canaux de communication internes, tels que les bus ou autres processus. Par exemple, le module de synthèse d'image, dans une modalité désignée sous le nom de « wrapper », peut être (ou comporter, ou être

associé à, un module) agencé pour intercepter directement des appels faits, par exemple, à une carte ou une bibliothèque graphique, pour générer les images de synthèse à partir des données interceptées. Dans ce cas, la description de la scène est en fait implicite puisqu'elle correspond en fait à

5 une succession d'ordres ou instructions graphiques obtenue, par exemple, « à la volée ». On comprend donc que les données (24) représentatives de la scène virtuelle peuvent être stockées dans des moyens de mémorisation du type mémoire de stockage ou du type mémoire volatile et/ou provenir de moyens de communication avec d'autres systèmes. On notera que ces

10 notions, sont également transposables aux différents types de données décrits ici (à l'exception du fait que ces données ne concernent pas des instructions graphiques comme dans le cas du « wrapper », mais peuvent néanmoins être présentes de manière volatile dans un bus ou autre processus). Ces notions sont notamment transposables aux données

15 représentatives des configurations (25) utilisées, puisqu'elles peuvent en fait provenir des de mémoires internes au système qui les utilise ou de mémoires externes et de mémoires volatiles (via des moyens de communication interne et/ou externe). On désigne ici ces différentes possibilités par le terme « moyens (12) de mémorisation et/ou de communication » éventuellement

20 qualifié d' « interne » (cas du « wrapper », par exemple) ou d' « externe » (cas de la CAO collaborative, par exemple).

De même que pour les variations temporelles mentionnées précédemment pour tout ou partie des paramètres de configuration (23a, 23b, 23c) et/ou des paramètres du repère (27) et/ou des paramètres de

25 restitution (21), lors de la synthèse d'image, les paramètres (24) de définition de la scène virtuelle 3D peuvent varier dans le temps. Ainsi, la scène virtuelle peut être dynamique, avec des données définissant au moins une référence (29) temporelle et des évolutions discrètes et/ou continues de certaines des données (24). Dans une telle scène dynamique, l'invention permet en plus de

30 faire varier les points de vue (travelling, suivi interactif d'observateur(s)) et/ou les déformations grâce aux variations de tout ou partie des paramètres de

configuration (23) et/ou du repère (27) et/ou de la restitution (21), comme expliqué précédemment.

Dans certains modes de réalisation, le module (MSI) de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, grâce à l'exécution de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image. Dans certaines variantes, on pourra par exemple avoir les $n \times m$ instances réparties sur plusieurs systèmes informatiques, contrôlés par un système central, par exemple le système (1) de génération de la configuration.

Dans certains modes de réalisation, le module (MSI) de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par une même instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs traitements à la volée. On notera ici que ces modes de réalisation à $n \times m$ instances et à une instance unique ne sont pas incompatibles entre elles car il est possible d'utiliser ces deux types de traitement en même temps en réalisant moins de $n \times m$ instances du module (MSI) produisant chacune plusieurs des $n \times m$ images.

Dans certains modes de réalisation, les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module (MSI) de synthèse d'image pourront être stockées ou transmises à d'autres processus ou systèmes grâce aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, par exemple en vue d'un mixage ultérieur, d'un mixage par un autre processus ou d'un mixage distant. Dans d'autres modes de réalisation, les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module (MSI) de synthèse d'image font l'objet d'un mixage spatial et/ou temporel qui permettra leur restitution directe (après transmission) sur un dispositif multiscopique. Ce mixage sera adapté au dispositif de restitution

multiscopique choisi, grâce à un module (MX) de mixage utilisant des données (DR) représentatives des caractéristiques techniques du dispositif de restitution (modalités spatiales et temporelles du mixage, par exemple, masques de mélanges des $n \times m$ images sur la zone utile, fréquence et phase
5 du mixage temporel ...) pour générer des données (DX) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images mixées de manière appropriée pour leur restitution sur le dispositif de restitution. Dans ces modes de réalisation où les images sont mixées, les données (DX) représentatives des images mixées, peuvent être stockées ou transmises à d'autres processus ou
10 systèmes grâce aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe, par exemple en vue d'une restitution multiscopique ultérieure, d'une utilisation par un autre processus du système ou d'une utilisation par un système distant, et/ou être transmises à au moins un dispositif de restitution correspondant au dispositif choisi lors de la
15 configuration (25) de la captation.

On notera ici que la présente description mentionne des moyens (12) de mémorisation et de communication interne ou externe qui sont représentés dans les figures comme appartenant au système (1) de génération mais il doit être évident que l'invention permet de répartir les
20 divers types de données décrites ici dans plusieurs moyens de mémorisation et de communication différents et que plusieurs systèmes informatiques pourront coopérer pour permettre les diverses fonctionnalités décrites ici.

Dans le cas où les moyens de traitement exécutent successivement $n \times m$ instances du logiciel de synthèse d'image et où les (séquences d')
25 images sont transmises directement au dispositif de restitution multiscopique, les vitesses d'exécution des $n \times m$ instances et de mixage doivent être suffisantes pour permettre la génération des images mixées en un temps suffisamment court pour permettre l'affichage par l'écran multiscopique.

On comprend donc que l'invention permet de configurer une captation de $n \times m$ images et permet de générer ces images destinées une restitution multiscopique en relief (une fois mixées).

Procédé de synthèse d'images multiscopiques

5 L'invention concerne donc également un procédé de génération d'une pluralité de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène virtuelle, statique ou dynamique, comme représenté de manière illustrative et non limitative sur la figure 6. Ces $n \times m$ images ou séquences d'images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution
10 multiscopique, et correspondent à la projection de la scène virtuelle statique ou dynamique sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation (ZC_i) associée chacune à un centre optique (C_i). Ce procédé est mis en œuvre par au moins un système comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe
15 et/ou une interface (13) utilisateur, et comporte les étapes suivantes :

- génération (41), par un module (22) de configuration, de données représentatives d'une configuration (25) de la captation, permettant une restitution avec un effet relief déterminé ou contrôlé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques
20 (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, à partir au moins des données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur :
- des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère
25 (27) global de captation,
- des données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée
30

- par la projection de la scène virtuelle sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i) au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques, disposée dans la scène, les faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés sur une ou plusieurs droites (LC_{i2}) parallèles aux lignes de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique (C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC),
- des données représentatives de paramètres (21) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile du dispositif de restitution choisi et les positions d'observation privilégiées supposées alignées, au moins par paires, sur une ou plusieurs droites (LO_{i2}) parallèles aux lignes du dispositif de restitution.
 - captation virtuelle (42) de la scène par génération, par un module (MSI) de synthèse d'images, de données (28) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'image virtuelles à partir desdites données (25) représentatives de ladite configuration et de données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou dynamiques, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène, ces données (24) provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur.

Dans certains modes de réalisation, l'étape de génération (42) des données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par le

module (MSI) de synthèse d'image, comporte des étapes d'exécution (421n) de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image (instances LSI).

Dans d'autres modes de réalisation, cette étape de génération (42) comporte une étape d'exécution (422) d'une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs « captations » d'images en une même instance (instance LSI multi-traitement).

Dans d'autres modes de réalisation intermédiaire, cette étape de génération (42) comporte des étapes d'exécution (421n) de multiples instances à multiples traitements. Il est en effet possible de combiner l'exécution (421n) de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image et l'exécution (422) d'une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs « captations » d'images en une même instance.

On notera que le procédé selon l'invention pourra, dans certains modes de réalisation, comporter diverses étapes permettant de réaliser les diverses fonctions décrites précédemment en relation avec le système de génération de la configuration et l'utilisation de la configuration pour la génération des $n \times m$ images ou séquences d'image, selon les diverses modalités décrites.

Par exemple, comme représenté sur la figure 6, le procédé pourra comporter au moins une étape (40) de saisie et/ou sélection et/ou édition et/ou consultation et/ou sauvegarde par l'opérateur grâce à l'interface (13) utilisateur. Cette étape (40) permet à l'opérateur de contrôler la mise en œuvre des diverses étapes du procédé par le système (comme montré sur la figure 6). Le procédé pourra également comporter au moins une étape de stockage/communication (43), soit de la configuration (25), soit des images générées, soit du résultat du mixage des images, grâce aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe. Le procédé pourra également comporter au moins une étape de mixage (44) des images, de façon à obtenir des images mixées utilisables par les dispositifs de restitution, cette étape de mixage (44) pouvant être suivie d'une étape de

stockage (43) ou d'une étape de transmission (45) du résultat du mixage vers au moins un dispositif de restitution. Le procédé peut donc comporter une étape de transmission (45) vers au moins un dispositif de restitution, soit des images générées par le système, soit du résultat du mixage. Dans
5 certaines variantes, notamment lorsque le module de synthèse d'image (MSI) est implémenté dans un système informatique différent du système (1) de génération de la configuration (25), l'étape de transmission (45) pourra être mise en œuvre de façon (non représentée) à transmettre la configuration (25) au module de synthèse d'image (MSI) pour qu'il génère les images à
10 partir de cette configuration.

L'homme de métier comprendra à la lecture de la description des diverses mises en relation des données représentatives des différents paramètres utilisés par le module de configuration, faite en référence au système (1) de génération et aux géométries de restitution et de captation,
15 que le procédé pourra comporter au moins une étape de mise en relation de paramètres (21, 27, 23a, 23b, 23c...) lors de l'étape de génération (41) de la configuration.

On comprendra également que la génération des images (synthèse d'image) pouvant être faite à partir de configurations (25) déterminées au
20 préalable par un système (1) de génération de la configuration, utilisées par un système de génération d'images, l'invention prévoit également un procédé comportant une étape d'utilisation d'au moins une configuration provenant de moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe auxquels accède le module (MSI) de synthèse d'images pour
25 mettre en œuvre l'étape de génération (42) des images (étape de synthèse d'images), la (ou les) configuration(s) ayant été générée(s) au préalable par au moins une étape de génération (41) de la configuration mise en œuvre par un système (1) de génération de configuration et transmise(s) aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe.

30 L'homme de métier appréciera à la lecture de la présente demande les variations de configuration possibles pour les moyens de mémorisation et/ou

de communication interne ou externe et les moyens de traitement de données (qui peuvent être associés au dispositif ou inclus dedans par exemple).

Plusieurs aspects fonctionnels, notamment des modalités ou fonctions
5 identifiées en détail, sont décrits dans la présente description comme étant supportés par des « modules » exécutés sur des « moyens de traitement ». On comprendra notamment à la lecture de la présente demande que les composants de la présente invention, comme généralement décrits et illustrés dans les figures, peuvent être arrangés et conçus selon une grande
10 variété de configurations différentes. Ainsi, la description de la présente invention et les figures afférentes ne sont pas prévues pour limiter la portée de l'invention mais représentent simplement des modes de réalisation choisis. Par exemple, les moyens de traitement peuvent comporter au moins un processeur ou au moins un circuit électronique, tel qu'un circuit intégré
15 par exemple ou d'autre types d'arrangement de composants, tels que par exemple des semi-conducteurs, des portes logiques, des transistors ou d'autres composants discrets. De tels moyens de traitement peuvent également supporter une ou plusieurs application(s) logicielle(s) ou portion(s) de code exécutable(s) au sein d'au moins un environnement logiciel. Les
20 modules décrits ici sont donc identifiés fonctionnellement car ils peuvent correspondre à des applications logicielles localisées ou distribuées ou être mis en œuvre par divers types de moyens de traitement. Le module (22) de configuration pourra regrouper les diverses modalités ou fonctions décrites, ou requérir la coopération d'autres modules, sans que l'on s'éloigne de
25 l'esprit de l'invention. Les moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe pourront être co-localisés avec les moyens de traitement (11) ou être dans des systèmes informatiques différents. De même, le système de génération de la configuration pourra également comporter les moyens nécessaires pour former le système de
30 génération des images de synthèse ou ces deux systèmes pourront être formés physiquement par au moins deux systèmes informatiques différents. Les données représentatives de paramètres, de constituants ou de divers

éléments et caractéristiques décrits ici pourront former des fichiers informatiques ou même, selon le cas n'être présentes que temporairement, par exemple dans une mémoire volatile, lorsque leur utilisation ne nécessite pas leur persistance dans le système, notamment dans les cas décrits de transmission des données entre divers processus d'un même système, via des moyens de communication interne, voire même dans le cas de transmission de données entre divers processus de systèmes différents..

Un ou plusieurs bloc(s) physique(s) ou logique(s) d'instructions machine peuvent, par exemple, être organisés en objet, procédé, ou fonction (ou modalité). De plus, les routines et instructions utilisées par ces moyens de traitement n'ont pas besoin d'être physiquement localisés ensemble, mais peuvent comporter des instructions disparates stockées dans différents endroits qui, une fois réunis fonctionnellement et logiquement ensemble, forment le module et réalisent le but indiqué pour le module. En effet, une instruction simple de code exécutable, ou une pluralité d'instructions, peut en fait être distribuée parmi plusieurs différents segments de code ou parmi différents programmes et stockée dans plusieurs blocs de mémoires. De même, des données opérationnelles peuvent être identifiées et illustrées dans des moyens de traitement ou modules, et peuvent être incorporées sous n'importe quelle forme appropriée et être organisées dans n'importe quel type approprié de structure de données. Les données opérationnelles peuvent être rassemblées ou peuvent être réparties sur différents endroits incluant différents dispositifs de stockage finis, et peuvent exister, au moins partiellement, simplement en tant que signaux électroniques sur un système ou un réseau. On désigne ici le système comme comportant des moyens de traitement dans certains modes de réalisation, mais l'homme de métier comprendra qu'il peut en fait être associé à de tels moyens ou les inclure dans sa structure. Le système comporte des moyens de traitement de données permettant de réaliser les modalités ou fonctions décrites et pourra donc comporter (ou être associé à) des circuits spécifiques réalisant ces modalités ou fonctions ou comporter (ou être associé à), d'une manière générale, des ressources informatiques permettant d'exécuter des

instructions remplissant les fonctions (ou modalités) décrites précédemment. L'homme de métier comprendra que de nombreuses variantes de réalisation sont possibles.

5 Ainsi, par exemple, les diverses données représentatives des paramètres décrits ici pourront être regroupées sous la forme d'un fichier par type de paramètre et le système pourra exécuter au moins un programme supportant tout ou partie des fonctions ou modalités décrites ici, présentant les informations pertinentes pour les choix de l'opérateur. Par exemple, les divers modes de réalisation décrits de l'invention pourront être implémentés
10 sous la forme d'un système informatique exécutant les modules décrits ici et utilisant des données relatives aux divers paramètres et au moins un algorithme au moins équivalent à au moins une des relations (équations) décrits de façon illustrative en détail dans la présente demande. Dans d'autres modes de réalisation, ce sont plusieurs systèmes informatiques, par
15 exemple reliés en réseau qui supporteront tout ou partie des modes de réalisation de l'invention décrits ici.

Le module (22) de configuration et celui de pilotage de l'interface (13) homme/machine pourront être distincts ou intégrés l'un à l'autre.

20 Cette interface (13) a été décrite ici comme un ensemble de moyens de saisie et d'affichage (écran tactile par exemple) permettant à l'opérateur d'interagir avec le système. L'homme de métier appréciera que selon le type de moyens de saisie et d'affichage mis en œuvre, le module de pilotage de ces moyens devra varier, indépendamment du fait qu'il soit intégré ou distinct du module (22) de configuration.

25 D'une manière générale, l'agencement des modules et de l'interface pourra être réalisé de sorte que l'invention en fonctionnement, permette de présenter à l'opérateur, via l'interface, au moins un composant logiciel de choix de configuration (menu, onglets, ...) correspondant à au moins une des modalités du module (22) de configuration, en proposant des choix
30 relatifs à au moins un des paramètres disponibles dans cette modalité et/ou à des configurations de captation prédéterminées correspondant à cette

modalité. Les sélections réalisées par l'opérateur, via l'interface, permettent au module (22) de configuration de déterminer la configuration à utiliser pour la captation. L'invention pourra prévoir des composants de choix (menus, onglets, ...) variables selon l'utilisation et l'opérateur, par exemple des composants dits « expert » et « débutant », fixant ou non des limites pré-imposées pour les valeurs de paramètres (par exemple) et proposant ou non des variations pour les configurations prédéterminées. De même, l'utilisation pourra être guidée, par exemple, grâce à des représentations graphiques des résultats des sélections (comme mentionné précédemment) ou des représentations graphiques des configurations de captation prédéterminées. De même, pour le module de synthèse d'image, l'invention peut permettre, via l'interface, de présenter à l'opérateur au moins un composant logiciel de choix comportant au moins une configuration de captation préalablement déterminée et/ou au moins une scène virtuelle à « capter », pour obtenir les images ou séquences d'images. L'utilisation pour le mixage pourra également être guidée par des composants logiciels de choix présentant à l'opérateur par exemple divers types de dispositifs de restitution.

Rappelons pour une bonne compréhension de l'invention que dans l'art antérieur un logiciel de synthèse d'image exploite des données représentatives de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène, comme par exemple les informations d'un ou plusieurs fichier(s) de représentation des objets 3D d'une scène pour produire une image destinée à être envoyée (en direct ou en différé, en local ou à distance) à un dispositif de restitution en vue de son affichage en perspective. Notons que cette production d'image de synthèse peut être obtenue directement par le logiciel de synthèse d'image (technologies de lancer de rayons ou de radiosité notamment) ou bien obtenue indirectement (technologie de tampon de profondeur) par au moins un moyen matériel spécialisé (processeur graphique 3D) exécutant les instructions graphiques transmises par le logiciel à ce(s) moyen(s) matériel(s). Ceci explique la

dualité de description de scène que permet cette invention en s'adaptant tant à des descriptions de scène explicites (ou amont : positions et caractéristiques des constituants) qu'implicites (ou aval : flot d'instructions graphiques transmis par un processus, éventuellement distinct de celui qui exécute l'invention, à au moins un processeur graphique 3D).

Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

REVENDICATIONS

1. Système (1) de génération d'une configuration (25) de captation d'une pluralité de $n \times m$ images d'une scène virtuelle, ces $n \times m$ images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur une pluralité de $n \times m$ zones de captation (ZC_i) associées chacune à un centre optique (C_i), définissant un dispositif virtuel de captation, le système comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur, caractérisé en ce que les moyens (11) de traitement exécutent un module (22) de configuration générant des données définissant ladite configuration (25), permettant une restitution avec un effet relief déterminé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur :
- des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27) global de captation représentant le(s) choix de l'opérateur du système en terme de position(s) et orientation(s) d'observation de la scène,
 - des données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée par la projection de la scène sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i), au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques et disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés, par lots, sur une ou plusieurs droite(s), dites droites (LC_{i2}) d'alignement des centres,

parallèle(s) à l'une des directions principales de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant par leur centre optique (C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC),

- des données représentatives de paramètres (21) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile choisie du dispositif de restitution et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives d'au moins un ensemble de paramètres parmi les ensembles de paramètres suivants :

- un ensemble de paramètres (23a), dits internes, de captation définissant directement la géométrie de captation par au moins les positions, vis-à-vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation, des centres optiques (C_i) alignés sur la (ou les) droite(s) (LC_{i2}) d'alignement des centres et les positions des zones de captation (ZC_i), parallèles entre elles et orientées de façon à ce que leurs lignes soient parallèles à ces droites (LC_{i2}) d'alignement des centres,
- un ensemble de paramètres (23b), dits externes, de captation définissant ou permettant d'identifier la géométrie de captation à partir du point de convergence (PS), par au moins les dimensions de la base commune (BC) centrée sur le point de convergence (PS), le positionnement de la ou des droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, le positionnement des centres optiques (C_i) sur ces droites (LC_{i2}) d'alignement des centres et la position des plans parallèles à la base commune (BC) contenant les zones de captation (ZC_i).

- un ensemble de paramètres (23c) de déformation définissant des déformations envisageables pour la restitution en relief de la scène.

3. Système selon une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données (23d) représentatives d'un paramètre définissant un relief restitué sans aucune déformation par rapport au relief de la scène captée.

4. Système selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives d'au moins un paramètre parmi les paramètres (23c) de déformation suivants, définissant des transformations entre l'espace initial de la scène et l'espace de restitution et définis soit individuellement pour chaque position d'observation n°i, soit par lots, soit globalement, par :

- au moins un facteur k_i de grossissement global et notamment en profondeur,
- au moins un paramètre ε_i de contrôle de la déformation non linéaire potentielle (qui transforme un cube en tronc de pyramide),
- au moins un taux μ_i de grossissement relatif de la largeur par rapport à la profondeur ou facteur d'anamorphose horizontal/profondeur souhaité,
- au moins un taux ρ_i de grossissement relatif de la hauteur par rapport à la largeur ou facteur d'anamorphose vertical/horizontal souhaité,
- au moins un taux γ_i de cisaillement horizontal du relief perçu,
- au moins un taux δ_i de cisaillement vertical du relief perçu par un observateur de plongement conforme à celui attendu.

5. Système selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives des paramètres (23b) externes de géométrie de captation suivants :

- au moins un paramètre définissant, relativement à la base commune (BC), le positionnement de la ou des droite(s) (LC_{i2}) d'alignement des centres,
- au moins un paramètre définissant les positionnements des centres optiques (C_i) sur ces droites (LC_{i2}) d'alignement des centres,
- au moins un paramètre définissant directement ou indirectement les dimensions de la base commune (BC),
- au moins un paramètre définissant la position précise de chaque plan parallèle à la base commune (BC) portant au moins une zone de captation (ZC_i).

6. Système selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration comportent des données représentatives des paramètres internes (23a) de géométrie de captation suivants :

- au moins un paramètre définissant les positionnements des centres optiques (C_i) vis-à-vis d'un repère propre au dispositif virtuel de captation,
- au moins un paramètre définissant l'orientation de l'axe de visée (AV_i) de chaque pyramide de projection (ou axe principal),
- au moins un paramètre définissant la géométrie de la pyramide de projection effective de chaque zone de captation (ZC_i).

7. Système selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que tout ou partie des ensembles de données à partir desquels le module (22) de configuration détermine ladite configuration sont variables au cours du temps, grâce à des données provenant des moyens de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface utilisateur et définissant au moins une référence (29) temporelle pour le changement des données représentatives du ou des paramètre(s) (23) de configuration et/ou des données (27) représentatives du repère global de captation et/ou des

données (21) représentatives dispositif de restitution, notamment des positions d'observation choisies.

8. Utilisation des données (25) représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) par rapport à la scène et définissant ladite configuration selon l'une des revendications précédentes, pour la génération de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène virtuelle, statique ou dynamique, par un module (MSI) de synthèse d'images exécuté par le système (1) de génération de la configuration ou par un autre système comportant des moyens (11) de traitement de données exécutant le module (MSI) de synthèse d'images et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur, caractérisé en ce que le module (MSI) de synthèse d'images génère des données (28) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse à partir desdites données (25) représentatives des positionnements des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) par rapport à la scène et définissant ladite configuration et de données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène.

9. Utilisation selon la revendication 8, caractérisé en ce que le module (MSI) de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, grâce à l'exécution de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image.

10. Utilisation selon une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que le module (MSI) de synthèse d'image génère tout ou partie desdites données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par

une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs captations d'images en une même instance.

11. Utilisation selon une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module (MSI) de synthèse d'image sont stockées ou transmises à d'autres systèmes ou processus grâce aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe.

12. Utilisation selon une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que les $n \times m$ images ou séquences d'images de synthèse générées par le module (MSI) de synthèse d'image font l'objet d'un mixage adapté au dispositif de restitution multiscopique choisi, grâce à un module (MX) de mixage utilisant des données (DR) représentatives des caractéristiques techniques du dispositif de restitution pour générer des données (DX) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'images mixées de manière appropriée pour leur restitution sur le dispositif de restitution.

13. Utilisation selon la revendication 12, caractérisé en ce que les données (DX) représentatives des images ou séquences d'images mixées, générées par le module (MX) de mixage sont stockées ou transmises à d'autres systèmes ou processus grâce aux moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe.

14. Utilisation selon une des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que les données (DX) représentatives des images ou séquences d'images mixées, générées par le module (MX) de mixage sont transmises au dispositif de restitution.

15. Procédé de génération d'une pluralité de $n \times m$ images ou séquences d'images d'une scène virtuelle, statique ou dynamique, ces $n \times m$ images ou séquences d'images étant destinées à une restitution sur au moins un dispositif de restitution multiscopique, et correspondant à la projection de la scène virtuelle statique ou dynamique sur une pluralité de $n \times m$ zones de

captation (ZC_i) associées chacune à un centre optique (C_i), le procédé étant caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre par au moins un système comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou une interface (13) utilisateur, et en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- génération (41), par un module (22) de configuration, de données représentatives d'une configuration (25) de la captation, permettant une restitution avec un effet relief déterminé, et représentatives des positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ centres optiques (C_i) et des dimensions et positionnements, par rapport à la scène, des $n \times m$ zones de captation (ZC_i) qui leurs sont associées, par la mise en relation d'au moins les données suivantes, provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou de l'interface (13) utilisateur :
 - des données représentatives du positionnement, de l'orientation et de l'éventuelle conformation dans la scène d'au moins un repère (27) global de captation,
 - des données représentatives d'au moins un paramètre (23) de configuration, définissant une déformation souhaitée pour l'effet relief et/ou une géométrie de captation, la captation étant réalisée par la projection de la scène virtuelle sur les $n \times m$ zones de captation (ZC_i) au travers de $n \times m$ faisceaux optiques pyramidaux de captation appuyés sur une base rectangulaire (BC) commune aux $n \times m$ faisceaux optiques, disposée dans la scène à capter, les $n \times m$ faisceaux passant chacun par l'un des $n \times m$ centres optiques (C_i) alignés par lots sur une ou plusieurs droites, dites droites (LC_{i2}) d'alignement des centres, parallèles à l'une des directions principales de cette base commune (BC), les zones de captation (ZC_i) correspondant à l'intersection de ces faisceaux optiques avec au moins un plan parallèle à cette base commune (BC), les axes de visée (AV_i) ou axes principaux des $n \times m$ faisceaux optiques, passant

par leur centre optique (C_i), convergeant tous vers le centre (PS) de la base commune (BC),

- des données représentatives de paramètres (21) de restitution, définissant ou permettant de déduire au moins les dimensions d'une zone utile du dispositif de restitution choisi et les positions d'observation privilégiées choisies pour le dispositif de restitution.
- captation virtuelle (42) de la scène par génération, par un module (MSI) de synthèse d'images, de données (28) représentatives des $n \times m$ images ou séquences d'image à partir desdites données (25) représentatives de ladite configuration et de données (24) représentatives soit de positionnements et de caractéristiques, statiques ou évolutifs, de constituants d'une scène virtuelle tridimensionnelle, soit d'une suite d'instructions informatiques ou ordres graphiques permettant de définir cette même scène, ces données (24) provenant des moyens (12) de mémorisation et/ou de communication interne ou externe et/ou provenant de l'interface (13) utilisateur.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'étape de génération (42) des données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par le module (MSI) de synthèse d'image, comporte des étapes d'exécution (421n) de multiples instances d'un logiciel de synthèse d'image.

17. Procédé selon l'une des revendications 15 et 16, caractérisé en ce que l'étape de génération (42) des données (28) représentatives des $n \times m$ images de synthèse, statiques ou correspondant au même pas de temps dans leur séquence respective, par le module (MSI) de synthèse d'image, comporte une étape d'exécution (422) d'une instance d'un logiciel de synthèse d'image agencé pour réaliser en parallèle plusieurs captations d'images en une même instance.

1/6

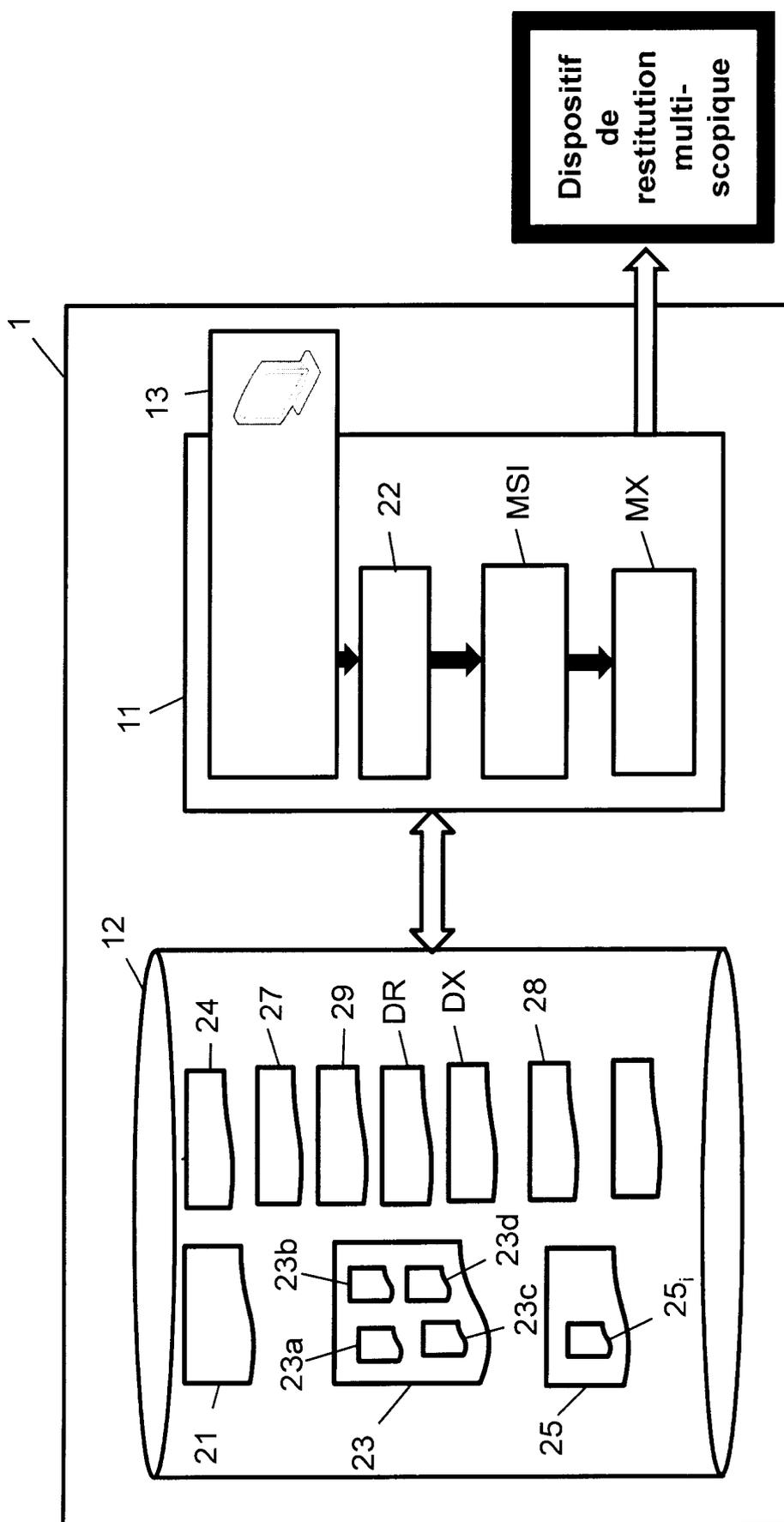
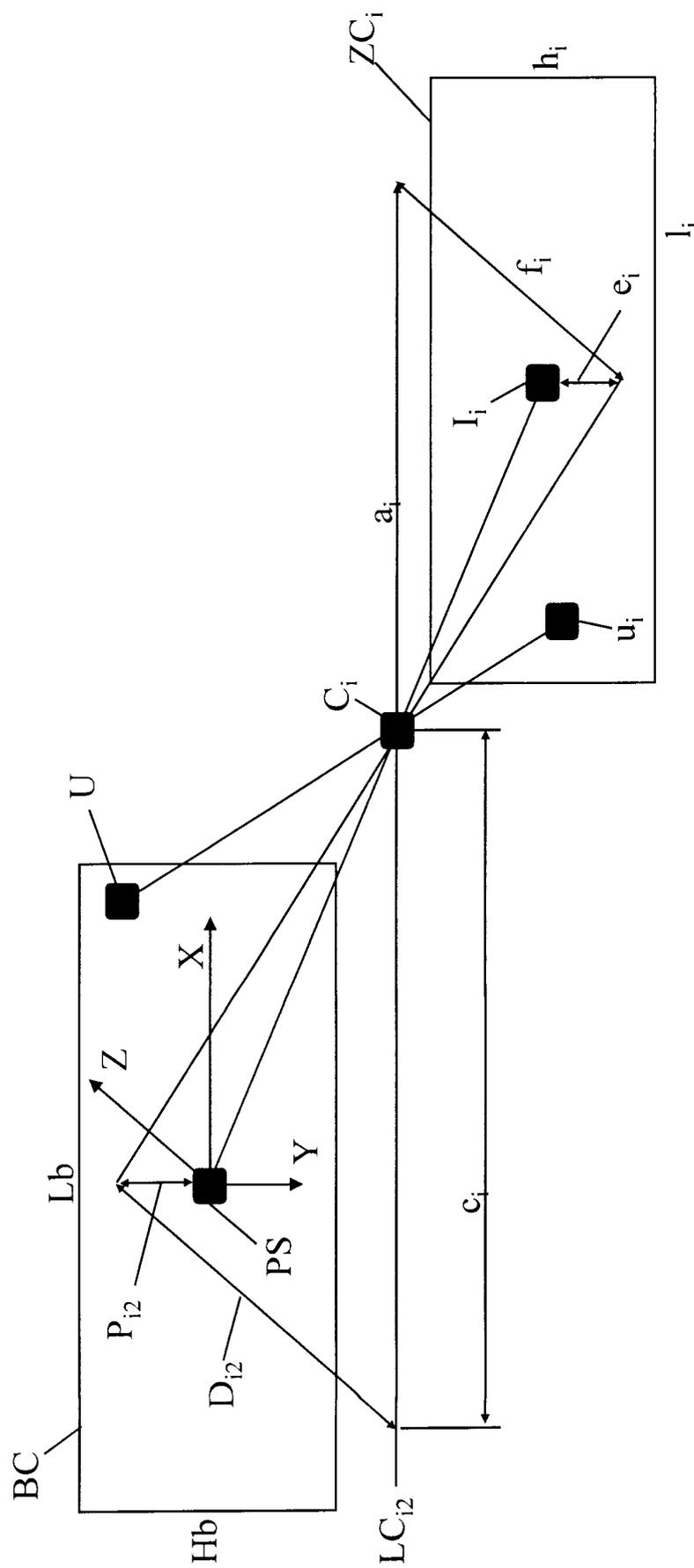


Figure 1

3/6

Figure 3



5/6

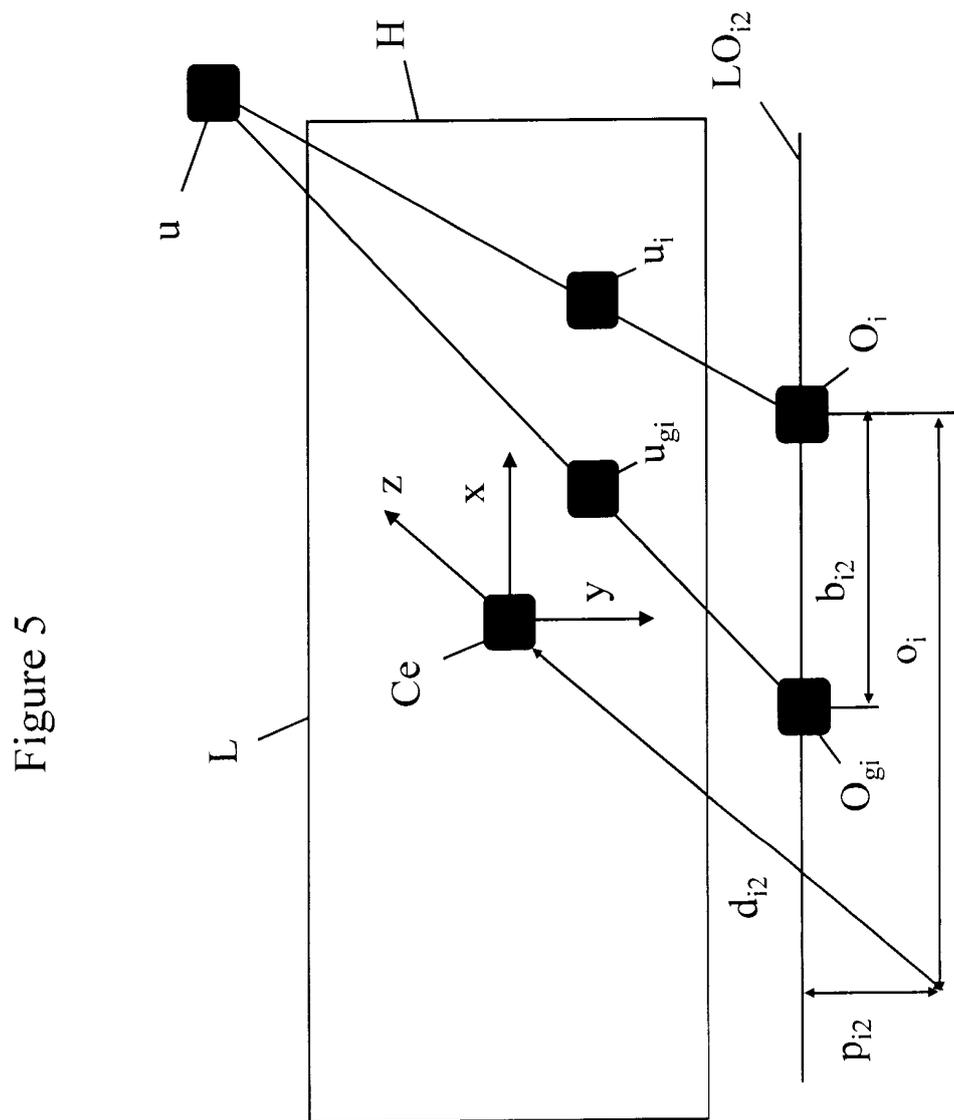
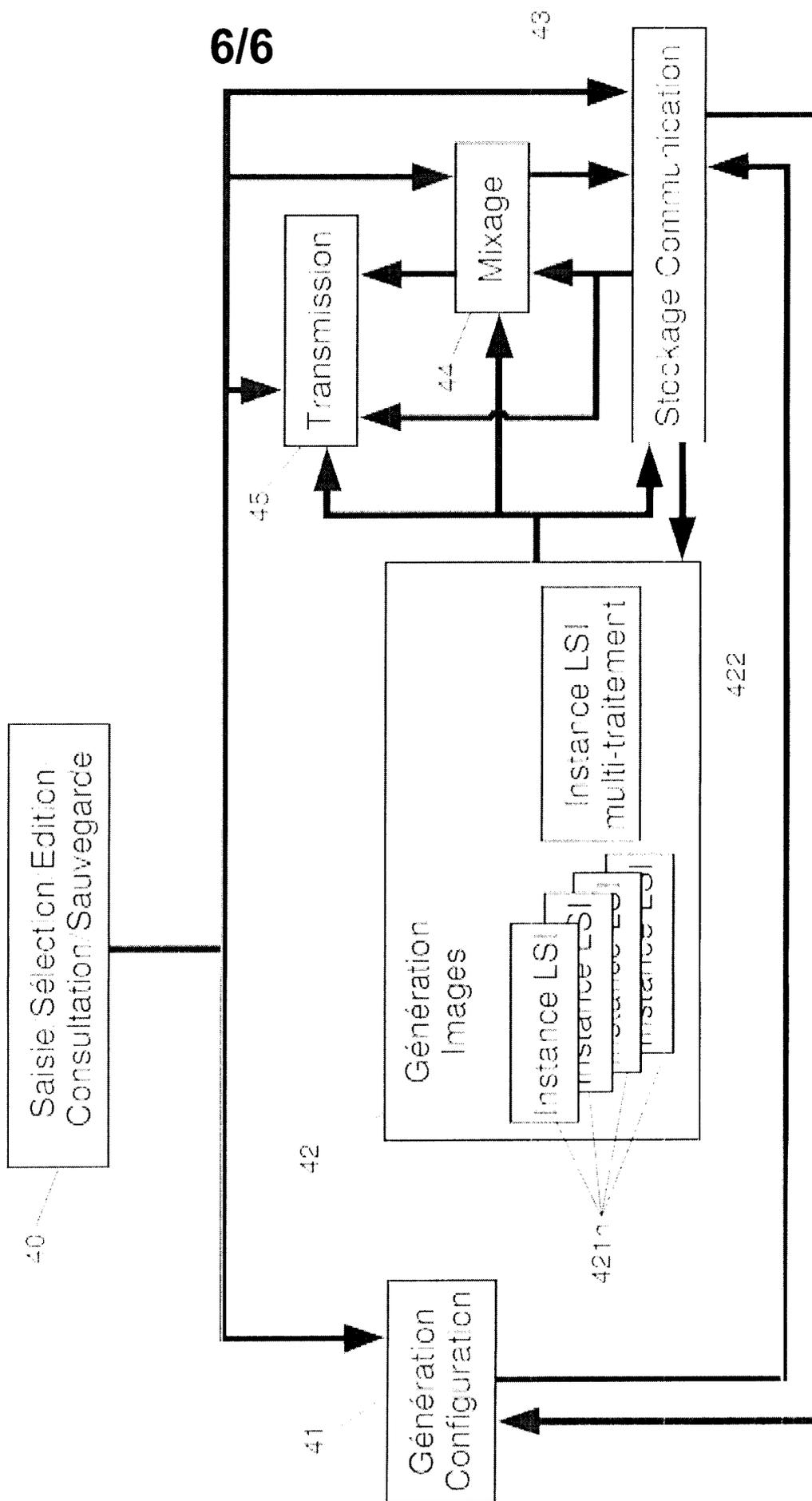


Figure 6





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 721801
FR 0901078

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 089 573 A (SHARP KK [JP]) 4 avril 2001 (2001-04-04) * alinéas [0009], [0010] * * alinéas [0047] - [0066] * -----	1-17	G02B27/22 H04N13/02
X	WO 2005/112474 A (SETRED AB [SE]; MOLLER CHRISTIAN NICOLAI [NO]) 24 novembre 2005 (2005-11-24) * page 42, ligne 3 - page 44, ligne 12 * -----	1-17	
X	US 2001/033327 A1 (UOMORI KENYA [JP] ET AL 1 UOMORI KENYA [JP] ET AL) 25 octobre 2001 (2001-10-25) * alinéa [0040] - alinéa [0063] * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		13 octobre 2009	Penchev, Petyo
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0901078 FA 721801**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 13-10-2009

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1089573	A	04-04-2001	GB 2354389 A	21-03-2001
			GB 2354391 A	21-03-2001
			JP 3568195 B2	22-09-2004
			JP 2001148869 A	29-05-2001
			US 6798406 B1	28-09-2004

WO 2005112474	A	24-11-2005	CN 1977544 A	06-06-2007
			EP 1757109 A2	28-02-2007
			JP 2007538427 T	27-12-2007
			US 2008018732 A1	24-01-2008

US 2001033327	A1	25-10-2001	US 2002024592 A1	28-02-2002
